

HANDBUCH DER MINERALCHEMIE

DR. C. DOELTER

Volume I

HANDBUCH DER MINERALCHEMIE



HANDBUCH DER MINERALCHEMIE

bearbeitet von

Prof. Dr. G. d'Achiardi-Pisa, Dr.-Ing. R. Amberg-Schwerte (Ruhr), Dr. F. R. von Arlt-Wien, Geh.-Rat Prof. Dr. M. Bauer-Marburg, Prof. Dr. E. Baur-Zürich, Hofrat Prof. Dr. F. Becke-Wien, Dr. E. Berdel-Grenzhausen, Prof. Dr. F. Berwerth-Wien, Prof. Dr. G. Bruni-Padua, Hofrat Dr. F. W. Dafert-Wien, Priv.-Doz. Dr. E. Dittler-Wien, Prof. Dr. M. Dittrich-Heidelberg †, Hofrat Prof. Dr. E. Donath-Brünn, Hofrat Prof. Dr. C. Doelter-Wien, Prof. Dr. L. Duparc-Genf, Betriebsleiter Dr.-Ing. K. Eisenreich-Schindlerswerk bei Bockau i. Sa., Priv.-Doz. Dr. K. Endell-Berlin, Prof. Dr. A. von Fersmann-Moskau, Prof. Dr. G. Flink-Stockholm, Dr. R. von Görgey-Wien †, Dr. M. Goldschlag-Wien, Priv.-Doz. Dr. B. Gossner-München, Prof. Dr. W. Heinisch-Brünn, Priv.-Doz. Dr. Henglein-Karlsruhe, Dr. K. Herold-Wien, Dr. M. Herschkowitsch-Jena, Priv.-Doz. Dr. A. Himmelbauer-Wien, Dr. H. C. Holtz-Genf, Prof. Dr. O. Hönigschmid-Prag, Prof. Dr. P. Jannasch-Heidelberg, Reg.-Rat Dr. L. Jesser-Wien, Priv.-Doz. Dr. A. Kailan-Wien, Prof. Dr. E. Kaiser-Gießen, Dr. A. Klemenc-Wien, Prof. Dr. J. Koenigsberger-Freiburg i. Br., Prof. Dr. R. Kremann-Graz, Priv.-Doz. Dr. St. Kreutz-Krakau, Prof. Dr. A. Lacroix-Paris, Prof. Dr. A. Ledoux-Brüssel, Priv.-Doz. Dr. H. Leitmeier-Wien, R. E. Liesegang-Frankfurt a. M., Geh.-Rat Prof. Dr. G. Linck-Jena, Obercustos Dr. J. Loczka-Budapest †, Prof. Dr. M. Margosches-Brünn, Dr. R. Mauzelius-Stockholm, Prof. Dr. W. Meigen-Freiburg i. Br., Prof. R. J. Meyer-Berlin, Prof. Dr. St. Meyer-Wien, Dr. H. Michel-Wien, Prof. Dr. L. Moser-Wien, Prof. Dr. R. Nacken-Tübingen, Prof. Dr. R. Nasini-Pisa, Dir. Dr. K. Peters-Oranienburg-Berlin, Prof. Dr. W. Prandtl-München, Hofrat Prof. Dr. R. Pribram-Wien, Prof. Dr. G. T. Prior-London, Prof. Dr. K. Redlich-Prag, Dr. R. Rieke-Charlottenburg, Prof. Dr. A. Ritzel-Jena †, Prof. Dr. J. Samojloff-Moskau, Prof. Dr. R. Scharizer-Graz, Dr. M. Seebach-Leipzig, Prof. Dr. H. J. Sjögren-Stockholm, Prof. Dr. F. Slavík-Prag, Prof. Dr. H. Stremme-Berlin, Prof. Dr. St. J. Thugutt-Warschau, Prof. Dr. St. Tolloczko-Lemberg, Hofrat Prof. Dr. G. v. Tschermak-Wien, Prof. Dr. P. v. Tschirwinsky-Nowo-Tcherkassk, Dr. R. Vogel-Göttingen, Prof. Dr. J. H. L. Vogt-Trondhjem, Prof. Dr. R. Wegscheider-Wien, Prof. Dr. F. Zambonini-Turin, Dr. E. Zschimmer-Jena

herausgegeben

mit Unterstützung der K. Akademie der Wissenschaften in Wien
von

HOFRAT PROF. DR. C. DOELTER

Vorstand des Mineralogischen Instituts an der Universität Wien

VIER BÄNDE

MIT VIELEN ABBILDUNGEN, TABELLEN, DIAGRAMMEN UND TAFELN



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1917

HANDBUCH
DER
MINERALCHEMIE

Unter Mitwirkung von zahlreichen Fachgenossen
herausgegeben
mit Unterstützung der K. Akademie der Wissenschaften in Wien

von

HOFRAT PROF. DR. C. DOELTER
Vorstand des Mineralogischen Instituts an der Universität Wien

BAND II

Zweite Abteilung
Silicate dreiwertiger Metalle

MIT 18 ABBILDUNGEN UND 1 TAFEL



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1917

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright 1917 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Theodor Steinkopff Dresden und Leipzig 1917

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1917

ISBN 978-3-642-49586-1 ISBN 978-3-642-49877-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-49877-0

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Silicate dreiwertiger Metalle C. Doelter (Wien)	1
Aluminiumsilicate C. Doelter (Wien)	1
I. Wasserfreies Aluminiumsilicat. Al_2SiO_5 . . C. Doelter (Wien)	1
Polymorphie des Aluminiumsilicats 1. — Genesis der drei Kristallarten des Aluminiumsilicats Al_2SiO_5 3.	
Andalusit C. Doelter (Wien)	4
Analysezusammenstellung 4. — Manganandalusit 6. — Viridin 6. — Formel und Konstitution des Andalusits 6. — Chemische und physikalische Eigenschaften 8. — Umwandlungen des Andalusits 9. — Analysen zersetzter Andalusite 9.	
Disthen (Cyanit) C. Doelter (Wien)	10
Physikalische und chemische Eigenschaften 12. — Umwandlungsprodukte von Disthen 13. — Glanzspat (Glancespar) 13. — Hydrobuchholzit 14.	
Sillimanit C. Doelter (Wien)	14
Analysen 14. — Synthese 16.	
Boro-Alumosilicat C. Doelter (Wien)	16
Dumortierit C. Doelter (Wien)	16
Analysen 17. — Physikalische und chemische Eigenschaften 19.	
Aluminium-Fluorsilicate C. Doelter (Wien)	19
Topas C. Doelter (Wien)	19
Analysen 19. — Formel und Konstitution 22. — Physikalische und chemische Eigenschaften 24. — Synthese 27. — Umwandlung des Topases 28. — Analysen umgewandelter Topase 28.	
Zunyt C. Doelter (Wien)	29
Wasserhaltige Aluminiumsilicate H. Stremme (Berlin)	30
Allgemeines über die wasserhaltigen Aluminiumsilicate H. Stremme (Berlin)	30
Einleitung 30.	
1. Die durch Salzsäure leicht aufschließbaren wasserhaltigen Aluminiumsilicate H. Stremme (Berlin)	36
Zusammensetzung und Löslichkeit 36. — Verhalten beim Erhitzen und Verhalten des Wassers 42. — Verhalten gegen organische Farbstoffe 46. — Verhalten gegen Lösungen anorganischer Stoffe 47. — Vorkommen und Entstehung 48. — Künstliche Darstellung 51. — Die Konstitution 60.	
2. Die durch Salzsäure schwer oder kaum aufschließbaren Aluminiumhydrosilicate H. Stremme (Berlin)	72
Kaolin 77. — Die kieselsäurereicheren Zersetzungsprodukte der Alkalifeldspate 89. — Möglicherweise hierher gehörende Zersetzungsprodukte anderer Mineralien 91.	

	Seite
Die Chemie des Porzellans Reinhold Rieke (Charlottenburg)	94
I. Definition 94. — II. Stellung des Porzellans gegenüber anderen keramischen Erzeugnissen 94. — III. Verschiedene Arten von Porzellan 95. — IV. Herstellung des Porzellans 98. — A. Rohmaterialien 98. — B. Einwirkung der Rohmaterialien aufeinander 108. — Verhalten von Gemischen aus zwei Komponenten 108. — Verhalten von Gemischen aus drei Komponenten 111. — C. Fabrikationsgang 111. — V. Physikalische und chemische Vorgänge beim Brennen von Porzellan 116. — VI. Die Eigenschaften des Porzellans und ihre Abhängigkeit von der Zusammensetzung 117.	
Analysenzusammenstellung der Tonminerale C. Doelter (Wien)	120
Pyrophyllit C. Doelter (Wien)	120
Agalmatolith 122. — Razumoffskyn 123.	
Cimolite C. Doelter (Wien)	123
Kaolin C. Doelter (Wien)	125
Analysenzusammenstellung 125. — Dillnit 129. — Meerschalmunit 129. — Teratolith 129.	
Die Genesis des Kaolins in der Literatur H. Stremme (Berlin)	130
I. Entstehung durch Pneumatolyse 130. — II. Entstehung durch Verwitterung 132. — III. Entstehung durch Moorwässer 133.	
Halloysit C. Doelter (Wien)	135
Glagerit 137.	
Allophan C. Doelter (Wien)	137
Montmorillonit C. Doelter (Wien)	138
Paramontmorillonit C. Doelter (Wien)	140
Zweifelhafte Silicate der Tongruppe C. Doelter (Wien)	140
Newtonit C. Doelter (Wien)	141
Rectorit C. Doelter (Wien)	141
Leverrierit C. Doelter (Wien)	142
Kollyrit (Collyrit) 143.	
Schrötterit C. Doelter (Wien)	143
Neurolith 143. — Gumbelit 143. — Vestanit (Westanit) 144. — Ehrenbergit 144. — Katlinit 144. — Hverlera 144. — Talkosit 144. — Termierit 145.	
Eisenoxydsilicate C. Doelter (Wien)	145
Höferit C. Doelter (Wien)	146
Hisingerit C. Doelter (Wien)	146
Avasit 148. — Gillingit und Thraulith 149.	
Nontronit C. Doelter (Wien)	149
Protonontronit C. Doelter (Wien)	153
Müllerit C. Doelter (Wien)	153
Pinguit 154. — Gramenit (Graminit) 155. — Melanosiderit 155. — Lillit 156. — Morencit 156. — Stilpnochloran 157.	
Eisenhaltige Tone C. Doelter (Wien)	157
Plinthit 157. — Sinopit 158. — Melinit 158. — Melit 158.	
Chromoxydsilicate C. Doelter (Wien)	159
Kosmochlor C. Doelter (Wien)	159

	Seite
Chromhaltige Tonminerale	C. Doelter (Wien) 159
Wolchonskoit	C. Doelter (Wien) 160
Chromhaltige Tonminerale	C. Doelter (Wien) 161
Miloschin 161. — Alexandrolith 162. — Chromocker 162. — Selwynit 163. — Avalit 163.	
Wismutsilicate	C. Doelter (Wien) 163
Eulytin (Kieselwismut)	C. Doelter (Wien) 163
Agricolit	C. Doelter (Wien) 164
Bismutoferrit 164.	
Uransilicat	A. Ritzel (Jena) 164
Uranophan (Uranotil)	A. Ritzel (Jena) 164
Silicate der seltenen Erden	C. Doelter (Wien) 165
Analyseingang für die Silicate der seltenen Erden. K. Peters (Oranienburg-Berlin) 165	
Einfache Silicate der seltenen Erden	C. Doelter (Wien) 166
Cerit	C. Doelter (Wien) 166
Anhang 168.	
Rowlandit	C. Doelter (Wien) 169
Thalenit	C. Doelter (Wien) 170
Yttrialith	C. Doelter (Wien) 171
Komplexe Silicate der seltenen Erden	C. Doelter (Wien) 172
Gadolinit	C. Doelter (Wien) 172
Analysezusammenstellung 173. — Formel 177. — Chemisch-physikalische Eigenschaften 179. — Britholith 181.	
Beckelith	C. Doelter (Wien) 182
Hellandit	C. Doelter (Wien) 183
Physikalische Eigenschaften 185.	
Borosilicate der seltenen Erden	C. Doelter (Wien) 185
Melanoceritgruppe	C. Doelter (Wien) 186
Melanocerit	C. Doelter (Wien) 186
Karyocerit	C. Doelter (Wien) 187
Cappelenit	C. Doelter (Wien) 188
Tritomit	C. Doelter (Wien) 189
Erdmannit	C. Doelter (Wien) 191
Thortveitit	C. Doelter (Wien) 191
Calcium-Yttrium-Carbonosilicat	C. Doelter (Wien) 192
Kainoisit	C. Doelter (Wien) 192
Komplexe Silicate von Aluminium (Eisen) mit einwertigen Alkalimetallen. C. Doelter (Wien) 193	
Lithium-Aluminiumsilicate	C. Doelter (Wien) 193
Eukryptit	C. Doelter (Wien) 194
Spodumen	C. Doelter (Wien) 196

	Seite
Kunzit 197. — Physikalische und chemische Eigenschaften 198. — Verhalten des Spodumens gegenüber Strahlungen 199. — Umwandlung des Spodumens 200. — Cymatolith 201. — Zersetzter Spodumen von Brancheville (β -Spodumen) 201. — Aglait 202. — Synthese des Spodumens 204.	
Petalit	C. Doelter (Wien) 205
Cookeit	C. Doelter (Wien) 207
Lithium-Aluminium-Borosilicat	C. Doelter (Wien) 208
Manandonit 208.	
Natrium-Aluminiumsilicate	C. Doelter (Wien) 208
Nephelingsgruppe	C. Doelter (Wien) 209
Nephelin	C. Doelter (Wien) 209
Analysenzusammenstellung 209. — Formel und Konstitution des Nephelins 213. — Physikalische und chemische Eigenschaften 219. — Synthese 220. — Umwandlung des Nephelins 223. — Künstliche Umwandlung des Nephelins 224.	
Pseudonephelin	C. Doelter (Wien) 228
Carnegieit 229.	
Chlor- und schwefelhaltige Natriumaluminiumsilicate.	
	C. Doelter (Wien) 229
Die Sodalith-Hauynggruppe	C. Doelter (Wien) 229
Sodalith	C. Doelter (Wien) 230
Molybdosodalith (Molybdänhaltiger Sodalith) 233. — Theoretische Zusammensetzung des Sodaliths 234. — Formel 234. — Chemisch-physikalische Eigenschaften 237. — Synthese aus Schmelzfluß 239. — Synthese auf nassem Wege 240. — Umwandlungen des Sodaliths 242.	
Hackmannit	St. J. Thugutt (Warschau) 246
Hauyn und Nosean	C. Doelter (Wien) 247
Hauyn, Analysenzusammenstellung 247. — Nosean-Analysen 248. — Hauyn 249. — Nosean 249. — Konstitution von Hauyn und Nosean 251. — Chemische und physikalische Eigenschaften 252. — Synthese des Noseans und Hauyns 253. — Umwandlung des Noseans und Hauyns 255. — Synthese von Hauyn und Nosean auf nassem Wege 257. — Synthese des Noseanhydrats (Ittnerits) 257. — Genesis 260. — Lagoriolith 261.	
Ittnerit und Skolopsit	St. J. Thugutt (Warschau) 262
Mikrosommit	St. J. Thugutt (Warschau) 263
Davyn	St. J. Thugutt (Warschau) 264
Natriumdavyn (Kaliumfreier Davyn) 266.	
Cancriunit	St. J. Thugutt (Warschau) 267
Physikalische Eigenschaften 269. — Kalkcancriunit 275.	
Die künstlich dargestellten, in der Natur nicht bekannten Sodalithe bzw. Sodalithhydrate	St. J. Thugutt (Warschau) 276
Allgemeines 276. — Analysen und Formeln 277. — Konstitution 283.	
Lasurstein	C. Doelter (Wien) 284
Das künstliche Ultramarin	Kurt Eisenreich (Bockau i. Erzg.) 286
Die Beurteilung des Ultramarins vom technischen Standpunkte 286. — Die chemische Ultramarinanalyse 288. — Bestimmung von Kieselsäure, Tonrückstand und Gesamtschwefel 288. — Bestimmung von Tonerde und Natron 289. — Die Fabrikation des künstlichen Ultramarins 290.	

	Seite
Allgemeines über natürliches und künstliches Ultramarin. C. Doelter (Wien)	295
I. Kieselarmes Ultramarin 296. — II. Kieselreiches Ultramarin 299. — Die Beziehungen zwischen künstlichem und natürlichem Ultramarin 300.	
Gieseckit und Liebenerit St. J. Thugutt (Warschau)	306
Hydronephelit St. J. Thugutt (Warschau)	307
Nephelinhydrat (Lembergite) C. Doelter (Wien)	310
Natrolith C. Doelter (Wien)	311
Analysen 311. — Kalkfreie Natrolithe 312. — Natrolithe mit merklichem Kalkgehalt 315. — Natrolith-Spreustein 317. — Eisennatrolith 318. — Formel 318. — Künstliche Zersetzung und Umwandlung des Natroliths 326.	
Epinatrolith C. Doelter (Wien)	332
Natrium-Aluminiummetasilicat und Natrium-Ferrimetasilicat. C. Doelter (Wien)	332
Mineralien der Pyroxen- und Amphibolgruppe C. Doelter (Wien)	333
Natriumferrimetasilicat C. Doelter (Wien)	333
Ägirin (Akmit) C. Doelter (Wien)	333
Analysenzusammenstellung 333. — Formel 335. — Vanadinhaltiger Ägirin 337. — Chemische und physikalische Eigenschaften des Ägirins 338.	
Urbanit (Lindesit) C. Doelter (Wien)	340
Ägirinaugite C. Doelter (Wien)	341
Percivalit 342.	
Natrium-Aluminiummetasilicat C. Doelter (Wien)	343
Glaukophan C. Doelter (Wien)	343
Formel 345. — Lithiumglaukophan (Holmquistit) 348. — Bababudanit 349.	
Analcim A. Himmelbauer (Wien)	350
Analysen 350. — Wassergehalt 357. — Synthese 359. — Künstliche Umwandlung 360. — Pseudomorphosen 367.	
Ussingit C. Doelter (Wien)	370
Weinbergerit C. Doelter (Wien)	370
Weitere künstliche Natronzeolithe 371.	
Künstliche Natrium-Aluminiumhydrosilicate. C. Doelter (Wien)	372
Technisch wichtige Natrium-Aluminiumhydrosilicate 374. — Permutit 375.	
Natriumglimmer (Paragonit) C. Doelter (Wien)	376
Analysenzusammenstellung 376. — Chemisch-physikalische Eigen- schaften 378.	
Natriumfeldspat C. Doelter (Wien)	379
Allgemeines über die Feldspate 379.	
Natriumplagioklas (Albit) C. Doelter (Wien)	382
Analysenzusammenstellung 382. — Albitanalysen 383. — Albite auf Erz- lagerstätten 385. — Aus Kalksteinen und Marmor 386. — Albite aus Gneisen und kristallinen Schiefen 387. — Aus Serpentin 389. — Aus Graniten und Pegmatiten 389. — Aus Trachyt und Dacit 391. — Aus unbekanntem vulkanischen Gestein 391. — Aus Nephelinsyeniten 392. — Kristalle ohne Bezeichnung des Vorkommens 392. — Pseudomorphosen nach Spodumen 394. — Pseudomorphosen nach Skapolith 394. — Mond- stein 395. — Peristerit 395. — Tschermakit 396. — Bariumhaltiger Albit	

	Seite
396. — Formel und Konstitution 396. — Chemische Eigenschaften 398. — Physikalische Eigenschaften 399. — Synthese 401. — Umwandlung 403. — Umwandlung in Zoisit (Saussuritbildung) und Sericit 404. — Entstehung des Albits 405. — Natronorthoklas und Natronmikroklin 407.	
Natrium-Aluminiumchlorosilicat (Marialithsilicat).	
C. Doelter (Wien)	407
Kaliumaluminiumsilicate	C. Doelter (Wien) 408
Kaliophilit (Phakelit)	C. Doelter (Wien) 409
Synthese 410.	
Kaliumzeolithe	C. Doelter (Wien) 415
Kaliumnatrolith 415.	
Glimmerreihe	C. Doelter (Wien) 417
Muscovit (Kaliumglimmer)	C. Doelter (Wien) 418
Analysenzusammenstellung und Einteilung der Analysen 418. — Formel und Konstitution 431. — Physikalische Eigenschaften 435. — Synthese 438. — Umwandlung 440.	
Anhang zum Glimmer	C. Doelter (Wien) 441
Baddeckit 441. — Bariumhaltiger Alkaliglimmer (Öllacherit) 442.	
Glimmerartige Zersetzungsprodukte verschiedener Mineralien.	
C. Doelter (Wien)	443
Kataspillit 443. — Mikarell 443. — Killinit 444. — Hygrophyllit 445. — Gongylit 445. — Alurgit 446.	
Pinit.	C. Doelter (Wien) 446
Analysenzusammenstellung 446. — Oosit 448. — Pinitoid 448.	
Lithiumkalium-Aluminiumglimmer (Lepidolith).	
C. Doelter (Wien)	449
Analysenzusammenstellung der Lepidolithe 449. — Chemisch-physikalische Eigenschaften 455. — Polyolithionit 456. — Irvingit 457.	
Lithiumkaliumglimmer, Zinnwaldit	C. Doelter (Wien) 458
Analysenzusammenstellung 458. — Chemisch-physikalische Eigenschaften 461. — Synthese 462. — Protolithionit 462.	
Leucit	C. Doelter (Wien) 463
Analysenzusammenstellung 463. — Formel 465. — Konstitution 466. — Chemische Eigenschaften 467. — Physikalische Eigenschaften 467. — Synthese 470. — Umwandlung des Leucits 473. — Analysen umgewandelter Leucite 474. — Genesis 481.	
Kalifeldspat	C. Doelter (Wien) 482
Einteilung der kalihaltigen Feldspate 486.	
Analysenmethode des Orthoklases	M. Dittrich (Heidelberg) 488
Orthoklas	C. Doelter (Wien) 488
Analysenzusammenstellung 489. — Kalinatronfeldspate und Natronkalifeldspate 513. — Natronkalifeldspate 516. — Besondere Varietäten 523. — Bariumhaltige Anorthoklase 524. — Formel und Konstitution 525. — Chemische Eigenschaften 529. — Physikalische Eigenschaften 533. — Umwandlung 539. — Analysen umgewandelter Orthoklase 540. — Künstliche Umwandlung 549. — Synthese 550. — Genesis und Stabilitätsfeld des Orthoklases 555. — Rubidium- und Cäsiumfeldspat 556.	
Bildung der Feldspate aus wäßrigen Lösungen bei hohem Druck.	
Emil Baur (Zürich)	556

	Seite
Chemisch-technische Verwertung des Kalifeldspats.	
L. Jesser (Wien)	567
Die Verwertung der Kaligesteine als Dünger 567. — Spaltung der Feldspate in Alkali und Kalktonerdesilicate 569. — Gewinnung von Tonerde und Tonerdesalzen neben Alkalien bzw. Alkalisilicaten 574. — Verarbeitung von Phosphaten mit Feldspat u. dgl. 577.	
Cäsiumsilicate	C. Doelter (Wien) 579
Pollux (Pollucit)	C. Doelter (Wien) 580
Analysen 580.	
Rubidiumsilicate	C. Doelter (Wien) 582
Beryllium-Aluminiumsilicate	C. Doelter (Wien) 583
Analysenmethode der Beryllium-Aluminiumsilicate.	
C. Doelter (Wien)	583
Beryll	C. Doelter (Wien) 584
Analysezusammenstellung 584. — Cäsium- und lithiumhaltige Berylle 589. — Gehalt an anderen Elementen 590. — Formel und Konstitution 591. — Chemische Eigenschaften 592. — Physikalische Eigenschaften 593. — Umwandlung 597. — Synthese 598.	
Euklas	C. Doelter (Wien) 600
Magnesium-Aluminiumsilicate	C. Doelter (Wien) 602
Magnesium-Aluminiumorthosilicat (Pyrop)	C. Doelter (Wien) 602
Eisenoxydularme 603. — Pyrope mit hohem Eisenoxydulgehalt 605. — Formel 605. — Physikalische und chemische Eigenschaften 607. — Umwandlung des Pyrops 608. — Umwandlung in Chlorit 610. — Vorkommen und Genesis 613.	
Cordierit.	C. Doelter (Wien) 614
Analysen 614. — Formel und Konstitution 617. — Physikalische und chemische Eigenschaften 619. — Umwandlung des Cordierits 622. — Analysen von Varietäten umgewandelter Cordierite 623. — Synthese 626. — Vorkommen und Genesis 627.	
Sapphirin	C. Doelter (Wien) 628
Kornerupin.	C. Doelter (Wien) 630
Prismatin	C. Doelter (Wien) 631
Umwandlung des Prismatins in Kryptotil 633.	
Grandidierit	C. Doelter (Wien) 634
Batavit.	C. Doelter (Wien) 634
Chloritgruppe	C. Doelter (Wien) 635
Orthochlorite	C. Doelter (Wien) 637
Analysezusammenstellung 637. — Chlorite mit sehr geringem Gehalt an FeO 638. — Maconit 641. — Chlorite mit 2—5% FeO 642. — Loganit 645. — Chlorite mit 5—10% Eisenoxydul 646. — Chlorite mit 10—20% Eisenoxydul 647. — Chlorite mit über 20% Eisenoxydul 649. — α -Chloritit 652. — Formel des Chlorits 652. — Konstitution 656. — Physikalische Eigenschaften 659. — Chemische Eigenschaften 660. — Synthese 660. — Umwandlungen des Chlorits 661. — Bildung des Chlorits 664. — Rumpfit 665. — Schuchardtite 666. — Klementit 666. — Enophit 667. — Berlautit 667. — Leidyit 668. — Epiphantit 668.	
Spodiophyllit	C. Doelter (Wien) 668
Bravaisit 669.	

	Seite
Palygorskitgruppe A. Fersmann (Moskau)	670
Analysen 671. — Lassallit. α -Palygorskit 671. — β -Palygorskit 672. — α -Pilolith 674. — β -Pilolith 675. — Xylotile 677. — Analysen 678.	
Isomorphe Mischungen von Kalium- und Magnesium-Aluminiumsilicaten.	
C. Doelter (Wien)	679
Allgemeines über die Magnesium- und Eisenglimmerreihe 679.	
Biotit (Magnesiumkaliumglimmer) C. Doelter (Wien)	680
Analysenzusammenstellung 680. — Phlogopite 682. — Rubellan 684. — Manganophyllit (Maganophyll), manganreicher Biotit 701. — Barium- Magnesiumglimmer 701. — Analysen ohne Trennung der Oxydations- stufen des Eisens 702.	
Nachtrag C. Doelter (Wien)	704
Formel 705. — Physikalische Eigenschaften 713. — Chemische Eigen- schaften 716. — Synthese 718. — Magnesiumglimmerbildung in Hoch- öfen und Schlacken 720. — Umwandlung des Biotits 721. — Baueriti- sierung 725. — Genesis 728.	
Anhang zu Biotit C. Doelter (Wien)	729
Vermiculite 729. — Vermiculit und Lennilit, Hallit, Painterit 730. — Culsageit 732. — Jefferisit 732. — Lennilith mit geringem Eisengehalt 733. — Pattersonit 733. — Formel und Konstitution 733. — Caswellit 734. — Voigtit und Eukamptit 734. — Willcoxit 735. — Vaalit 735.	
Die quantitative Analyse des Turmalins . . P. Jannasch (Heidelberg)	736
I. Die Soda- bzw. Soda-Pottascheschmelze 736. — II. Die Alkalibestimmung 737. — III. Die Aufschließung durch die Borsäureschmelze 739. — IV. Die Borsäurebestimmung 744. — Fluorbestimmung 746. — Die Eisenoxydulbestimmung 747. — Die Wasserbestimmung 748.	
Turmalin C. Doelter (Wien)	749
Anordnung der Turmalinanalysen 749. — Analysenzusammenstellung 750. — Chemische Formel und Konstitution 764. — Chemische und physikalische Eigenschaften 778. — Vergleich der physikalischen und chemischen Eigenschaften 784. — Umwandlung des Turmalins 785. — Künstliche Umwandlung 787. — Synthese 787. — Vorkommen und Genesis 788. — Duporthit 788. — Allophit 789.	
Calcium-Aluminiumsilicate C. Doelter (Wien)	789
Allgemeines über die Epidotgruppe . . M. Goldschlag (Wien)	790
Zoisit M. Goldschlag (Wien)	791
Analysenzusammenstellung 791. — I. Manganfreie Zoisite 792. — II. Mangan- haltige Zoisite 796. — Chemische Zusammensetzung und Konstitution 797. — Chemische Eigenschaften 800. — Physikalische Eigenschaften 801. — Synthese des Zoisits 804. — Umwandlung des Zoisits 804. — Genesis des Zoisits 806.	
Epidot M. Goldschlag (Wien)	808
Analysenzusammenstellung 809. — Eisenepidote (manganfreie) 811. — Eisenoxydfreie, eisenoxydulhaltige Epidote 818. — Manganhaltige Eisen- epidote 818. — Chemische Formel und Konstitution 821. — Beziehungen zwischen dem Epidot und Zoisit, sowie anderen Mineralien 828. — Chemische Eigenschaften 831. — Physikalische und chemische Eigen- schaften 835. — Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf die geo- metrischen Eigenschaften 844. — Synthese des Epidots 845. — Um- wandlung des Epidots 846. — Genesis und Paragenesis 849.	
Anhang zum Epidot M. Goldschlag (Wien)	858
Pikro-Epidot 858. — Beustit 858. — Fouquéit 858. — Lotrit 859.	
Piemontit C. Doelter (Wien)	860
Analysenzusammenstellung 860. — Piemontit mit seltenen Erden 860.	

	Seite
Analysenmethode des Orthits	R. J. Meyer (Berlin) 861
Orthit	C. Doelter (Wien) 863
Einteilung der Orthite 863. — Vosit 872. — Formel 873. — Umwandlung des Orthits 875. — Zersetzungsprodukte des Orthits 876. — Chemische und physikalische Eigenschaften 877. — Vorkommen und Genesis 878.	
Granatgruppe	C. Doelter (Wien) 878
Analysenmethode des Granats 881.	
Calcium-Aluminium-Granat	C. Doelter (Wien) 882
Analysen 882. — Konstitution 888. — Chemische und physikalische Eigenschaften 888. — Umwandlung der Kalkton- und Kalkeisen-Granate 889. — Künstliche Umwandlung 891. — Synthese 891.	
Calcium-Ferrigranat	C. Doelter (Wien) 892
Analysen 892. — Schorlomit (Titanhaltiger Kalkeisengranat) 904. — Formel 907. — Eigenschaften 910. — Synthese 912.	
Kalkchromgranat (Uwarowit)	C. Doelter (Wien) 913
Formel des Uwarowits 914.	
Prehnit	C. Doelter (Wien) 915
Analysen 915. — Formel 918. — Chemische und physikalische Eigenschaften 920. — Vorkommen und Genesis 921. — Umwandlung 921. — Künstliche Umwandlung 922. — Chlorastrolith 922. — Zonochlorit 923. — Uigit 924.	
Die Analyse des Vesuvians	Paul Jannasch (Heidelberg) 924
Vesuvian	C. Doelter (Wien) 926
Einteilung der Vesuviananalysen 927. — Analysen ohne Fluorbestimmung 927. — Fluorfreie Vesuviane 931. — Fluorhaltige Vesuviane 934. — Wiluit 936. — Formel 937. — Physikalische und chemische Eigenschaften 942. — Verhalten beim Schmelzen 944. — Vorkommen des Vesuvians in Schlacken und Hüttenprodukten 945. — Synthese 945. — Genesis und Vorkommen des Vesuvians 946. — Umwandlung 947. — Künstliche Umwandlung 947.	
Gehlenit	C. Doelter (Wien) 948
Analysenzusammensetzung 948. — Eisenarme Gehlenite aus Schlacken 949. — Formel 949. — Chemische und physikalische Eigenschaften 950. — Synthese 950. — Genesis 950. — Vorkommen als Hüttenprodukt und in Schlacken 951. — Umwandlung 952. — Künstliche Umwandlung 953. — Fuggerit 954.	
Melilith	C. Doelter (Wien) 954
Analysenzusammenstellung 955. — Formel 958. — Physikalische und Chemische Eigenschaften 962. — Synthese 963. — Zufällige Bildungen 966. — Vorkommen und Genesis 966. — Umwandlung 966. — Cebollit 966.	
Babingtonit	C. Doelter (Wien) 967
Analysenzusammenstellung 968. — Chemische Formel 969. — Physikalische und chemische Eigenschaften 973.	
Zur Formel der Pyroxene	C. Doelter (Wien) 974
Anorthit (Calcium-Aluminiumfeldspat)	C. Doelter (Wien) 979
Analysen 979. — Formel 988. — Konstitution 989. — Physikalische Eigenschaften 990. — Umwandlung des Anorthits 992. — Analysen von Polyargit 992. — Analysen von Amphodelith 993. — Künstliche Umwandlung 994. — Synthese 996. — Zufällige Bildungen 1000. — Vorkommen und Genesis 1000.	
Barsowit	C. Doelter (Wien) 1000
Formel 1001. — Umwandlung 1002.	

	Seite
Skapolithgruppe	C. Doelter (Wien) 1003
Analysen. Einteilung der Analysen der Skapolithminerale 1004. —	
Ältere Analysen ohne Chlor, Kohlensäure und Schwefelsäure 1005. —	
Zersetzte Skapolithe 1011. — Ältere Analysen mit Kohlensäure 1013. —	
Neuere Analysen ohne Kohlensäure, aber mit Chlorgehalt 1013. —	
Ältere Analysen mit Bestimmung von Chlor, Kohlendioxyd u. Schwefel-	
säureanhydrid 1014. — Ältere Analysen von Skapolithen mit viel Kohlen-	
säure 1015. — Skapolithe mit viel Kohlensäure. (Neuere Analysen)	
1015. — Skapolith mit Chlor-, Kohlendioxyd- und Schwefelsäureanhydrid-	
gehalt 1016. — Neuere Analysen mit merklichem SO ₃ -Gehalt, ohne	
Kohlensäure mit Spuren von Chlor 1017. — Formel und Konstitution	
1018. — Konstitutionsformel 1024. — Chemische Eigenschaften 1026. —	
Physikalische Eigenschaften 1027. — Umwandlung 1031. — Analysen	
von umgewandelten Skapolithen 1032. — Künstliche Umwandlung	
1033. — Synthese 1034. — Vorkommen und Genesis 1036. — Paranthin	
1037.	
Sarkolith	C. Doelter (Wien) 1037
Eigenschaften 1038.	
Kakoklas	C. Doelter (Wien) 1039
Didymolith (Didjumulit)	C. Doelter (Wien) 1040
Guarinit (Hiortdahlit).	C. Doelter (Wien) 1041
Hydroxylhaltige Calciumaluminium-orthosilicate.	
	C. Doelter (Wien) 1043
Sprödglimmer	C. Doelter (Wien) 1043
Margarit (Calcium-Aluminiumglimmer)	C. Doelter (Wien) 1044
Analysezusammenstellung 1044. — Formel 1048. — Konstitution 1048. —	
Chemische und physikalische Eigenschaften 1049. — Synthese 1050. —	
Umwandlung 1050. — Vorkommen und Genesis 1050.	
Brandisit	C. Doelter (Wien) 1051
Analysen 1051. — Formel 1051. — Eigenschaften 1052.	
Clintonit. Seyberthit	C. Doelter (Wien) 1053
Analysen 1053. — Formel 1054. — Eigenschaften 1055.	
Xanthophyllit	C. Doelter (Wien) 1056
Analysen 1056. — Formel 1057. — Eigenschaften 1059.	
Weitere Hydrosilicate. Lawsonit	C. Doelter (Wien) 1060
Hibschit 1061.	
Milarit	C. Doelter (Wien) 1062
Analysen 1062. — Formel 1063. — Eigenschaften 1063.	
Bavenit	G. d Achiardi (Pisa) 1064
Calcium-Borosilicate	C. Doelter (Wien) 1064
Howlith 1064. — Formel 1065. — Bakerit 1066.	
Datolith.	C. Doelter (Wien) 1066
Analysezusammenstellung 1066. — Formel 1070. — Chemische und	
physikalische Eigenschaften 1071. — Synthese 1072. — Umwandlung	
1073. — Vorkommen und Genesis 1073.	
Danburit	C. Doelter (Wien) 1074
Autorenregister	1077
Sachregister	1095

SILICATE DREIWER TIGER METALLE.

Nach der hier getroffenen Einteilung haben wir unterschieden zwischen einfachen Silicaten und komplexen Aluminosilicaten (Ferrisilicaten). Die einfachen Silicate zweiwertiger Metalle wurden im vorstehenden Teile behandelt und es reihen sich nun hier die einfach zusammengesetzten Silicate dreiwertiger und mehrwertiger Metalle an.

Dies sind hauptsächlich die einfachen Aluminiumsilicate sowie die einfachen Ferrisilicate.

Aluminiumsilicate.

Von **C. Doelter** (Wien).

Diese können eingeteilt werden in wasserfreie, in fluorhaltige, sowie in Aluminiumhydrosilicate. Zu den ersten gehört die Gruppe des Andalusits, zu den fluorhaltigen der Topas und Zunyt, während die Hydrosilicate die Gruppe der Tonminerale bilden.

Daran reihen sich dann einige isoliert stehende Aluminiumhydrosilicate.

I. Wasserfreies Aluminiumsilicat. Al_2SiO_5 .

Hierher gehören die Mineralien: Andalusit, Cyanit (Disthen) und Sillimanit von der Formel Al_2SiO_5 .

Polymorphie des Aluminiumsilicats.

Die Verbindung Al_2SiO_5 ist trimorph, da wir drei Kristallarten kennen, die dieser Formel entsprechen. Es könnte jedoch auch chemische Isomerie vorliegen.

Untersuchungen über die Umwandlungen des Disthens und des Andalusits wurden von W. Vernadsky¹⁾ und von E. H. M. Beekmann ausgeführt. Die stabilste der drei Arten ist nach den experimentellen Forschungen der Sillimanit, trotzdem dieser in der Natur nicht der häufigste ist. Er ist jedoch, was seine Existenzgrenzen anbelangt, der stabilste, da die beiden anderen Arten bei hoher Temperatur die Tendenz haben, sich in Sillimanit umzuwandeln. W. Vernadsky hat Disthen von verschiedenen Fundorten einer hohen Temperatur ausgesetzt und gefunden, daß er sich dabei verändert. Vor allem

¹⁾ W. Vernadsky, Bull. Soc. min. **12**, 147 (1889).

entfärbt er sich beim Erwärmen, was schon von älteren Beobachtern gefunden worden war, so von Fr. Mohs, A. Breithaupt, P. A. Dufrénoy, J. Roth und anderen. Sie schrieben die eintretende Bleichung der Veränderung des Färbemittels zu.

Über der Temperatur, bei welcher Kupfer schmilzt (welche W. Vernadsky irrthümlich auf 1330° nach Riemsdych setzte, welche jedoch nach neueren Bestimmungen zirka 1070° beträgt), wird Disthen opak, matt und brüchig. W. Vernadsky beobachtete in einem solchen Disthen feine Nadeln, welche Sillimanit sind. Die Dichte sank bei Disthen vom Ural von 3,51 auf 3,15, bei solchem von Wilui von 3,48 auf 3,20—3,23. Dagegen veränderte sich Sillimanit nicht.

Andalusit aus der Bretagne verhält sich ähnlich wie Disthen. Die Umwandlung beider erfolgt unter dem Schmelzpunkt. Aus seinen Bestandteilen hat W. Vernadsky den Sillimanit durch Zusammenschmelzen hergestellt, während die beiden anderen Arten auf diese Weise nicht herstellbar sind.

E. H. M. Beekmann¹⁾ fand bei Wiederholung der Versuche W. Vernadskys folgende Daten für die Dichten:

	Vor der Erhitzung	Nach der Erhitzung
Sillimanit	3,152	3,157
Disthen	3,59	3,240
	3,56	3,236
Andalusit	3,158	3,149
	3,158	3,150

Die schiefe Auslöschung des Disthens war unter dem Kupferschmelzpunkt gerade geworden. Dagegen stimmen die Brechungsquotienten nicht mit der angenommenen Umwandlung im Sillimanit überein.

Die gemessenen Brechungsquotienten des Sillimanits und des Andalusits 1,68 und 1,64 nach der Vertikalachse blieben konstant, während der des Disthens von 1,73 auf 1,62 fiel. E. H. M. Beekmann glaubt daher, daß eine Umwandlung des Disthens in Sillimanit nicht stattgefunden hat, sondern daß man es mit einem Gemenge von Stoffen zu tun habe. Vielleicht ist die Erklärung dieser Widersprüche darin zu suchen, daß die Umwandlungsgeschwindigkeit eine geringe ist und daß bei den genannten Versuchen die Umwandlung keine vollständige war.

Um zu konstatieren, ob Andalusit und Disthen sich gegen chemische Reaktionen verschieden verhalten, hat C. Doelter eine Reihe von Versuchen ausgeführt. Angewandt wurden Andalusit vom Fichtelgebirge und Disthen von Minas Geraës (Bras.).

Einwirkung von schmelzendem Kalihydrat.²⁾ — Beide Mineralien wurden im Silbertiegel mit KOH geschmolzen. Es ergab sich ein löslicher Teil und ein unlöslicher Rest, welcher letzterer folgende Zusammensetzung hatte:

	Andalusit	Disthen
Kali	50,90	53,57
Thonerde	42,16	42,10
Kieselsäure . . .	7,08	6,65
	<hr/> 100,14	<hr/> 102,32

¹⁾ E. H. M. Beekmann, Versl. v. d. gew. vergadering d. Naturw. Akad. Wetensch. Amsterdam 11, 295 (1902); Z. Kryst. 39, 395 (1903); N. JB. Min. etc. 1904, I, 28.

²⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1894, II, 265.

Die Zahlen stimmen genügend überein, um erkennen zu lassen, daß die Abkömmlinge bei der Behandlung mit Kalihydrat gleich sind.

Behandlung mit trockenem Chlorwasserstoff. — Die Bestimmung des löslichen Teils bei beiden Mineralien ergab keine ganz gleichen Mengen, wobei bei zwei Versuchen in dem einen Falle mehr vom Disthen, in dem anderen mehr vom Andalusit gelöst wurde; im ganzen war der lösliche Teil in beiden Fällen gering. Eine Entscheidung war auf Grund dieses Versuchs nicht möglich.

Behandlung mit wässriger 10 % iger Flußsäure.¹⁾ — Es wurden prozentual gelöst von Disthen 84 %, vom Andalusit 44,4 %. Demnach ist die Löslichkeit eine verschiedene, und zwar für Disthen eine größere, was ja bei dimorphen Modifikationen zutrifft. Dagegen scheint die Menge der gelösten Tonerde in beiden Fällen die gleiche zu sein, nämlich 43,1 % für Andalusit, 40,2 % für Disthen.

Behandlung mit Natronhydratlösung. — Beide Mineralien bei 180° in verschlossenen Röhren behandelt, ergaben nur geringe Löslichkeit, nämlich bei Andalusit unwägbar Mengen und bei Disthen wurden 1,23 % der angewandten Menge an Tonerde im Filtrat nachgewiesen.

Im Chlorstrom bei Rotglut ergab sich in beiden Fällen nur ein ganz geringer Verlust, bei Disthen eine ganz geringe Menge mehr.

Daher zeigen die Versuche zwar in einzelnen Fällen verschiedene Löslichkeit, aber kein verschiedenes Verhalten.

Genesis der drei Kristallarten des Aluminiumsilicats Al_2SiO_5 .

Sillimanit scheint besonders bei hohen Temperaturen beständig zu sein, wie die Umwandlung der beiden anderen Arten in Sillimanit beweist. Auch das Vorkommen von Sillimanit in Olivinknollen, sowie in Basalteinschlüssen, wie am Finkenberg,²⁾ ferner die Synthese des Sillimanits bei hoher Temperatur aus Schmelzfluß zeigt, daß dieses Mineral bei hoher Temperatur stabil ist.

Andalusit und Disthen sind dagegen sowohl ihrem Vorkommen nach, als auch weil sie bei hoher Temperatur nicht darstellbar sind und sich beim Glühen in Sillimanit umwandeln, bei hoher Temperatur nicht existenzfähig; sie kommen in kristallinen Schiefen vor, dürften daher bei hohem Druck stabiler werden. Auch das Vorkommen eines kohlehaltigen Andalusits, des Chiasoliths, zeigt die Entstehung bei niedriger Temperatur. Andererseits scheint auch Sillimanit, wie aus seinem Vorkommen (besonders als Fibrolith) in Schiefen hervorgeht, bei niederen Temperaturen stabil zu sein, so daß sich kein Anhaltspunkt dafür ergibt, welches die Bedingungen sind, unter welchen die eine oder die andere der drei Arten entsteht. Es würde daher hier, wie bei Calciumcarbonat, ein gemeinsames Stabilitätsgebiet vorkommen, was als Pseudogleichgewicht bezeichnet wurde.

Wahrscheinlich spielen hier die Lösungsgenossen eine Rolle, aber auch der Druck scheint von Einfluß zu sein. Offenbar ist bei normalem Druck der Sillimanit der stabilere.

Paramorphosen von Sillimanit nach Andalusit sind bekannt,³⁾ ebenso von Andalusit nach Disthen.

¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1894, II, 267.

²⁾ F. Zirkel, ZB. Min. etc. 1908, 417.

³⁾ E. Reinhold, Tsch. min. Mitt. 26, 247 (1907).

Andalusit.

Rhombisch. $a:b:c = 0,98613:1:0,70238$.

Synonyma: Micaphyllit. **Varietät:** Chiastolith.

Analysezusammenstellung.

A. Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
(MgO) . . .	0,20	1,14	Spur	0,50	—	0,25
(CaO) . . .	0,15	1,09	Spur	2,01	0,49	0,51
Al ₂ O ₃ . . .	56,98	55,82	61,28	59,14	59,65	59,49
Fe ₂ O ₃ . . .	5,71	3,22	0,50	0,86	2,80	0,63
SiO ₂ . . .	35,74	36,84	37,59	37,63	36,74	39,24
	98,78	98,11	99,37	100,14	99,68	100,12

1. Von Wunsiedel (Fichtelgeb.); anal. Pfingsten bei E. E. Schmid, Pogg. Ann. 97, 114 (1856).
 2. Bräunsdorf (Sachsen); anal. wie oben.
 3. Robschütz (Sachsen); anal. wie oben.
 4. Landeck (Tirol); anal. C. v. Hauer, J. k. k. Geol. R.A. 6, 158 (1855).
 5. Lienz (Tirol); anal. J. Roth, Z. Dtsch. geol. Ges. 7, 15 (1855).
 6. Langtaufferer Tal (Tirol); anal. A. v. Hubert, J. k. k. Geol. R.A. 1, 350 (1850).

	7.	8.	9.	10.
(Na ₂ O) . . .	—	—	—	0,10
(K ₂ O) . . .	—	0,50	0,30	1,50
(MgO) . . .	1,24	Spur	Spur	—
CaO . . .	2,00	4,12	0,90	0,50
MnO . . .	—	—	—	Spur
Al ₂ O ₃ . . .	53,91	50,96	61,70	62,20
Fe ₂ O ₃ . . .	4,02	3,20	0,20	0,30
SiO ₂ . . .	38,70	38,42	36,73	35,33
H ₂ O . . .	1,11	2,60	0,56	0,25
	100,98	99,80	100,39	100,18

7. Von Ramsberg (Schweden); anal. L. J. Igelström, N. JB. Min. 1871, 360.
 8. Ruskiala (Finnl.); anal. P. v. Jeremějew, Russ. Min. Ges. 1863, 147.
 9. Schaitansk (Ural); anal. wie oben.
 10. Von Mankova (Transbaikalien); anal. wie oben.

	11.	12.
(CaO) . . .	0,41	—
Al ₂ O ₃ . . .	48,60	62,07
Fe ₂ O ₃ . . .	9,30	0,61
SiO ₂ . . .	41,95	37,24
	100,26	99,92

11. Von Lancaster, Mass.; anal. Th. Petersen, Jahresber. f. Chem. 1866, 921.
 Diese Analyse weist auffallend viel Eisenoxyd und wenig Tonerde auf. Möglicherweise lag verunreinigtes Material vor. Ältere Analysen desselben Vorkommens stammen von Kackson, J. natur. Hist., Boston I, 55, sowie von R. Bunsen, Pogg. Ann. 47, 186.

12. Vom Rio dos Americanas, Brasilien. Durchsichtige Geschiebe; anal. A. Damour in A. Des Cloizeaux, Man. Minér. (Paris 1852) 536.

¹⁾ Spur beigemengten Korunds.

B. Neuere Analysen.

	13.	14.	15.	16.	17.
δ	—	—	3,114		—
(K ₂ O)	—	—	—	—	Spur
(MgO)	0,23	—	—	—	—
(CaO)	0,86	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	59,68	62,28	60,11	} 60,59	60,84
Fe ₂ O ₃	2,30	0,85	1,52		1,40
SiO ₂	36,71	34,85	38,15	38,52	37,34
H ₂ O	0,47	0,89	0,99	0,99	1,27
	100,25	98,87	100,77	100,10	100,85

13. Von Aberdeenshire; anal. F. Heddle, Min. Mag. 5, 13 (1882).

14. Von Mankova, Transbaikalien; Müller bei Raschig, Inaug.-Dissert., Jena nach C. F. Rammelsberg, II. Ergänz.-Heft z. Mineralchem. 1895, 264.

15. u. 16. Von Cejov bei Humpoletz (Böhmen); anal. F. Katzer, Tsch. min. Mit. 14, 497 (1894). 15. Dunkle Partien. 16. Helle Partien.

17. Von Sedlitz bei Moldauthein (Böhmen); anal. F. Katzer, l. c.

	18.	19.	20.	21.	22.	23.
δ	3,121	—	—	3,154	3,151	
(Na ₂ O)	—	} Spur	—	—	—	—
(K ₂ O)	—		—	—	—	—
(MgO)	Spur	0,846	1,24	0,10	—	—
(CaO)	0,860	0,861	2,00	—	—	—
MnO	0,230	0,461	—	—	—	—
FeO	—	3,267	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	59,678	52,538	53,91	60,50	61,00	60,76
Fe ₂ O ₃	2,302	1,094	4,02	—	0,72	0,88
SiO ₂	36,712	39,314	38,70	36,98	36,36	36,22
H ₂ O	0,465	1,110	1,11	1,80	1,97	2,42
	100,247 ¹⁾	99,491	100,98	100,50 ²⁾	100,05 ³⁾	100,28 ³⁾

18. Roter Andalusit von Auchendoir, Aberdeen; anal. M. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh 39, 341; Z. Kryst. 32, 289 (1890).

19. Grau, von Marnoch, Banffshire; anal. wie oben.

20. Von Ramsberg; anal. L. J. Igelström, N. JB. Min. etc. 1871, 360.

21. Zersetzungsprodukt des Korunds, von Bull Mts. Patrick Co. (Virg.); anal. F. A. Genth, Am. Journ. 39, 42 (1890).

22. u. 23. Von ebenda; anal. de Benneville bei F. A. Genth, wie oben.

	24.	25.	26.	27.	28.
δ	—	—	3,053—3,083		—
Al ₂ O ₃	64,19	63,93	64,56	64,69	64,70
Fe ₂ O ₃	—	—	—	0,44	Spur
SiO ₂	33,94	34,20	33,86	33,76	34,71
H ₂ O	1,78	1,77	1,13	1,09	0,49
	99,91	99,90	99,55	99,98	99,90

¹⁾ Unlös. SiO₂ 4,184.

²⁾ Dazu Korund 1,12.

³⁾ Spuren von Korund.

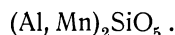
24. Vom Scaletta Paß (Schweiz); anal. A. Gramann, Zürich 1899; N. JB. Min. etc. 1901, II, 195.
 25. Vom Flüela-Radünertäli; anal. wie oben.
 26. Von der Helmspitze, Montavon, helles Material; anal. wie oben.
 27. Von ebenda, dunkles Material; anal. wie oben.
 28. Von Ostenmuhr (Ötztal, Tirol); anal. wie oben.

Manganandalusit.

	29.
CaO	Spur
Al ₂ O ₃	56,99
Mn ₂ O ₃	6,91
SiO ₂	36,72
	100,62

29. Von Vestaná (Schweden); anal. H. Santesson bei H. Bäckström, Geol. För. Förh. **18**, 389 (1896).

Das Verhältnis von Mn₂O₃:Al₂O₃:SiO₂ ist = 0,087:1,1179:0,6098, daher die Formel:



Ein Manganandalusit ist auch der Viridin.

Viridin.

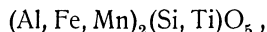
Al ₂ O ₃	55,52
Mn ₂ O ₃	4,77
Fe ₂ O ₃	4,16
SiO ₂	35,30
TiO ₂	1,04
	100,79

Von Darmstadt, im Hornfels; anal. M. Dittrich bei G. Klemm, Notizbl. Ver. f. Erdk. u. d. gr. Geol. L.A. Darmstadt, 1911, 4; Chem. ZB. **84**, I, 54 (1913).

G. Klemm berechnet das Verhältnis (Al, Fe, Mn):(Si, Ti):O:

$$1,19:0,59:2,97 \quad \text{oder} \quad 2:1:5.$$

Die Formel ist:



also genau die des Andalusits. Der Name Viridin erscheint eigentlich nicht notwendig und wäre besser durch „Manganandalusit“ zu ersetzen.

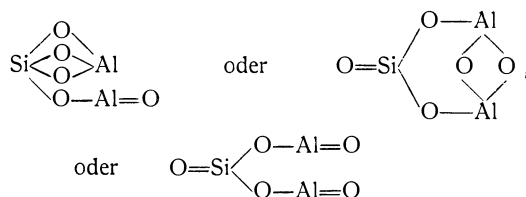
Formel und Konstitution des Andalusits.

Während die empirische Formel sehr einfach festzustellen ist, liegen bezüglich der Konstitution verschiedene Ansichten vor. Die Frage, ob Polymorphie oder chemische Isomerie vorliegt, wird verschieden beurteilt. Nach der Definition der Polymorphie werden nur solche Stoffe als polymorph betrachtet werden können, welche bei Zersetzungen verschiedene Abkömmlinge liefern. Wenn dagegen diese gleichartig sind und wenn die eine Kristallart bei Schmelzung oder Verdampfung bei einer bestimmten Temperatur, der Umwandlungstemperatur, in die zweite übergeht, wird man nicht chemische Isomerie, sondern Polymorphie anzunehmen haben.

Da nun nach W. Vernadsky, sowie nach (vgl. S. 2) E. H. M. Beekmann der Andalusit in Sillimanit übergeht, so wären diese im Verhältnis der Polymorphie, während bei Disthen nicht mit Sicherheit angenommen werden kann, daß er in Sillimanit übergeht.

Wir betrachten auch hier gleich die Konstitution des Disthens und Sillimanits.

P. Groth nimmt an, daß Disthen und Andalusit im Verhältnis der chemischen Isomerie stehen. Er geht von dem Gesichtspunkte aus, daß man die Formel Al_2SiO_5 schreiben kann wie folgende Konstitutionsformeln zeigen:

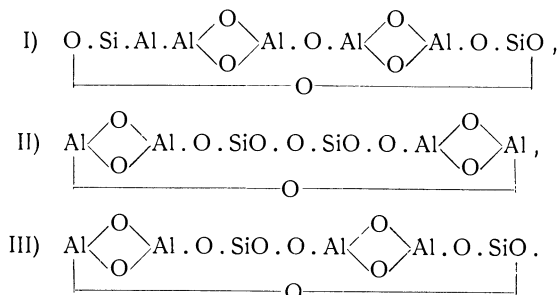


Da nun Metasilicate in der Natur stabiler sind als Orthosilicate, was auch dadurch bestätigt wird, daß bei hoher Temperatur Orthosilicate, wie Ca_2SiO_4 leichter zerfallen, so ist, falls chemische Isomerie vorliegt, wahrscheinlicher, daß Andalusit, welcher weniger stabil ist als Disthen, wie es die leichte Umwandelbarkeit des Andalusits beweist, das Orthosilicat ist. Die Formel würde also die erste der vorhin erwähnten sein, also $(AlO)AlSiO_4$. Dem Disthen käme nach P. Groth die zweite oder dritte zu, also $(AlO)_2SiO_3$.

Die Versuche von K. Zulkowski¹⁾ stimmen nicht mit dieser Annahme, andererseits wurde bereits erwähnt, daß auch die Versuche des Verfassers damit nicht übereinstimmen.

K. Zulkowski hat Versuche ausgeführt, indem er die Aluminiumsilicate mit Alkalicarbonat behandelte. Ein Teil des Minerals wurde mit 3 Molekülen entwässerter Pottasche im Platintiegel bis zur Austreibung der Kohlensäure geschmolzen. Die Versuche ergaben, daß auf 1 Molekül Disthen 1,5 Molekül Kohlendioxyd kommen daher die Annahme P. Groths nicht begründet erscheint.

Die von K. Zulkowski aufgestellten Konstitutionsformeln, welche als möglich bezeichnet werden können, sind folgende:



Es läßt sich aber nicht entscheiden, ob I oder II dem Andalusit oder dem Disthen zuzuschreiben ist, während Sillimanit wohl der Formel III entsprechen könnte.

¹⁾ K. Zulkowski, Sitzber. Wiener Ak. 109, 858 (1900).

Chemische und physikalische Eigenschaften.

Dichte 3,10—3,20. Härte 7,5. Spaltbar nach (100).

Schwacher Glasglanz. Farblos, meistens gefärbt in grünen, rötlichen, violetten und besonders gelbbraunen Tönen. Stark pleochroitisch.

Brechungsquotienten für Rot¹⁾:

$$N_{\alpha} = 1,632 \quad N_{\beta} = 1,638 \quad N_{\gamma} = 1,643.$$

Für Andalusit von Brasilien fand E. Taubert:²⁾

	C	D	F
N_{α}	1,6300	1,6326	1,6386
N_{β}	1,6361	1,6390	1,6453
N_{γ}	1,6410	1,6440	1,6511

Achsenwinkel $2V = 83—85^{\circ}$ nach A. Des Cloizeaux,¹⁾ $83^{\circ} 37'$ nach E. Bertrand.³⁾

Doppelbrechung $N_{\gamma} - N_{\alpha}$ 0,011; $N_{\gamma} - N_{\beta}$ 0,005; $N_{\beta - \alpha}$ 0,006.

Spezifische Wärme. Nach A. Lindner⁴⁾:

50°	0,1684
100°	0,1731
150°	0,1774
200°	0,1819
250°	0,1861

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Schmelzpunkt je nach dem Grade der Zersetzung verschieden. Dunkle zersetzte, sind leichter schmelzbar, bei ca. 1400° . Doch ist der wahre Schmelzpunkt nicht eruierbar, da vorher eine Umwandlung in Sillimanit stattfindet (vgl. S. 2).

Mit Kobaltsolution behandelt, zeigt sich nach dem Glühen bei nicht zu dunkel gefärbten Andalusiten Blaufärbung. In Säuren unlöslich.

Färbemittel. Es ist noch nicht entschieden, ob die Färbung stets durch ein Pigment oder aber auch durch isomorphe Beimengung erfolgt. A. Gramann⁵⁾ hat bezüglich des Färbemittels Versuche ausgeführt; er bemerkte häufig einen dunkleren Kern und eine lichtere Hülle; es liegt keine organische Substanz vor, da beim Glühen sich keine Kohlensäure bildet. Intensives Glühen bewirkte Entfärbung; in diesem Falle kann also kein isomorphes Färbemittel vorgelegen haben. Er ist der Ansicht, daß Färbung durch TiO_2 vorliege, nicht durch das Titansesquioxyd, wie E. Weinschenk⁶⁾ vermutete.

Meiner Ansicht nach ist es hier nicht unwahrscheinlich, daß die Färbung durch Radiumstrahlen verursacht würde.

¹⁾ A. Des Cloizeaux, Man. Minéral, Paris 1862, 174.

²⁾ E. Taubert, Inaug.-Diss. Jena 1905; Z. Kryst. **44**, 314 (1907).

³⁾ E. Bertrand, Bull. Soc. min. **1**, 94 (1878).

⁴⁾ A. Lindner, Sitzber. phys.-med. Soc. Erlangen **34**, 217; Z. Kryst. **39**, 602 (1903).

⁵⁾ A. Gramann, Dissert. (Zürich 1899).

⁶⁾ E. Weinschenk, N. JB. Min. etc. 1898, II, 372.

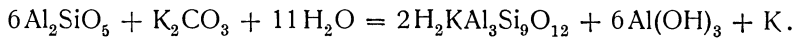
O. Mügge¹⁾ fand, daß Radiumbromid keine Veränderung des Andalusits herbeiführte.

Für Röntgenstrahlen ist nach C. Doelter²⁾ Andalusit ziemlich durchlässig, stärker als Quarz.

Umwandlungen des Andalusits.

Umwandlungen des Andalusits sind häufig. Außer der Paramorphose nach Disthen und jener in Sillimanit sind chemische Umwandlungen in Glimmer beobachtet; sehr häufig sind dann die Pseudomorphosen von Speckstein nach Andalusit, ferner von Kaolin nach Andalusit.

Ch. R. van Hise³⁾ gibt für die Umwandlung in Muskovit (Damourit) folgende Formel:



Die Volumveränderung bei diesem Vorgang ist 9,55%. Nähme man Sillimanit an, so betrüge diese 7,98% und wenn man Disthen annähme, 2,83%.

Die Umwandlung in Kaolin wird durch folgende Formel dargestellt:



Die Volumverminderung des Kaolins gegen den Andalusit beträgt 3,15%. Bei Sillimanit würde sie 1,47% betragen, bei Disthen 10,11%.

Bei der paramorphen Umwandlung von Andalusit in Disthen tritt Volumverminderung von 12,03% ein.

Analysen zersetzter Andalusite.

Es existieren fast nur alte Analysen.

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	} 8,82 ⁴⁾	1,20	} 4,16	Spur
K ₂ O		0,54		0,80
MgO	0,39	0,91	3,64	Spur
CaO	0,98	0,02	—	0,96
Al ₂ O ₃	35,29	54,05	26,56	43,10
Fe ₂ O ₃	4,12	1,04	6,63	1,01
SiO ₂	44,71	36,53	59,01	53,60
H ₂ O	5,69	6,92	2,40	0,87
	100,00	101,21	102,40	100,34

1. Umwandlung in weißen Glimmer von Lisenz (Tirol); anal. J. Roth, Z. Dtsch. geol. Ges. 7, 15 (1855).

2. Graue amorphe Masse von ebenda; anal. Carius, in R. Blum, Pseudom. III, 80.

3. Glimmerumwandlung mit Überzügen von Eisenocker; anal. G. Bischof, Chem. geol. II, 518 u. 747.

4. Teilweise zersetzter Andalusit von Gurban-Schiwar bei Nertschinsk; anal. P. v. Jereméjew, Russ. min. Ges. 1863, 140.

¹⁾ O. Mügge, ZB. Min. etc. 1909, 71.

²⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1896, II, 105.

³⁾ Ch. R. van Hise, Treatise on Metamorphism (Washington 1904) 314

⁴⁾ Aus der Differenz bestimmt.

	5.	6.
(Na ₂ O)	2,17	1,30
(K ₂ O)	6,63	7,80
(MgO)	—	Spur
(CaO)	—	2,15
Al ₂ O ₃	18,80	} 36,62
Fe ₂ O ₃	16,41	
SiO ₂	49,40	46,49
H ₂ O	6,87	4,79
	<hr/> 100,28	<hr/> 99,15

5. Pinit, hellgrün, von S. Piero (Elba); anal. J. Grattarola, Boll. comit. geol. d'Italia, 1876, Nr. 8, 323.

6. Serra de Raqui, N. W. von S. João (S. Paulo, Brasilien); anal. E. Hussak, Bol. Comm. geogr. e geol. do estado S. Paulo, 1890, Nr. 7, 244; Z. Kryst. **21**, 406 (1893).

Synthese. E. Baur¹⁾ erhielt ein dem Andalusit optisch ähnliches Produkt mit Pyrophyllit und Muskovit, als er im Autoklaven Kieselsäure, Tonerde und Kaliumsilicat bei 300—500° erhitze. Eine Bestätigung durch die Analyse war nicht möglich, da sich immer mehrere Silicate bildeten (vgl. auch den Artikel von E. Baur bei Feldspat).

E. Baur hatte bei diesem Versuche 0,7 g SiO₂ und 0,5 g Tonerdehydrat mit 0,5 KAlO₂ erhitzt. Die erhaltenen Prismen stimmen nach F. Becke mit Andalusit überein, doch ist der Brechungsquotient etwas verschieden.

Genesis. Über diese läßt sich bezüglich des Andalusits nur sehr wenig mitteilen. Eine ganz sichere Synthese liegt nicht vor; aus den Versuchen von W. Vernadsky und E. H. M. Beekmann (vgl. S. 2) läßt sich schließen, daß Andalusit bei sehr hoher Temperatur nicht entsteht, daher aus Schmelzfluß dieser sich nicht bilden kann, es ist daher eine Entstehung, wie sie E. Baur nachzuahmen suchte, möglich. Im übrigen siehe S. 3.

Disthen (Cyanit).

Synonyma: Cyanit, Talc bleu, Beril feuilleté,

Varietäten: Rhätizit, Sapparé.

Triklin. $a : b : c = 0,89912 : 1 : 0,69677$ (M. Bauer).

$$\alpha = 90^{\circ} 23' \quad \beta = 101^{\circ} 2\frac{1}{4}' \quad \gamma = 100^{\circ} 1'$$

Analysen.	1.	2.	3.	4.
(CaO)	—	0,42	—	—
Al ₂ O ₃	61,83	61,60	62,60	62,1
Fe ₂ O ₃	2,01	1,04	1,08	Spur
SiO ₂	36,16	37,92	37,30	37,7
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,98	<hr/> 100,98	<hr/> 99,8

1. Aus dem Fichtelgebirge; anal. A. von Gerichten, Ann. Chem. u. Pharm. **171**, 194.

2. Von der Saualpe (Kärnten); anal. Köhler nach C. F. Rammelsberg, Mineralchemie 1875, 582.

3. Vom Greinerberg (Tirol); anal. Jacobson, Pogg. Ann. **68**, 416.

4. Vom Monte Campione (Schweiz); anal. Ch. Ste. Claire Deville, C. R. **52**, 1304.

¹⁾ E. Baur, Z. anorg. Chem. **72**, 119 (1911); Z. f. Elektroch. **17**, 739 (1911).

	5.	6.	7.	8.	9.
(MgO)	—	—	—	—	0,36
(CaO)	0,30	—	2,21	—	1,06
MnO	0,15	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	56,98	58,46	55,33	60,40	62,25
Fe ₂ O ₃	1,87	2,04	0,46	1,60	0,55
SiO ₂	38,15	40,02	42,12	37,60	36,29
H ₂ O	2,65	—	2,66	—	—
	100,10	100,52	102,78	99,60	100,51

5. Von Vanleep, Mainland (Schottland); anal. F. Heddle, Min. Mag. **3**, 18 (1879).
 6. Von Hörrsjöberg (Wermland); anal. L. J. Igelström, Journ. prakt. Chem. **64**, 61.
 7. Von Heräjoki (Finnland); anal. Modern bei Arppe, Undersökn, 141.
 8. Von Lincoln (N. Carol.); anal. L. Smith u. J. Brush, Am. Journ. **16**, 371 (1853).
 9. Von British Columbia; anal. C. Hofmann, Rep. Geol. Canada, 1878/79, 1.

	10.	11.	12.	13.	14.	15.
δ	—	3,538	—	3,016	3,50	3,656
(Na ₂ O)	—	0,423	—	0,741	—	—
(K ₂ O)	—	0,252	—	0,252	—	—
(MgO)	—	—	—	0,076	—	—
(CaO)	—	0,861	0,301	0,129	0,14	—
MnO	—	—	0,153	—	Spur	—
FeO	Spur	1,123	—	—	—	nicht best.
Al ₂ O ₃	56,52	58,296	56,979	58,105	62,50	62,51
Fe ₂ O ₃	—	1,609	1,867	2,089	—	0,70
SiO ₂	43,91	36,384	38,153	37,530	37,23	36,30
H ₂ O	—	1,445	2,646	1,198	0,19	0,40
	100,43	100,393	100,099	100,120	100,06	99,91 ¹⁾

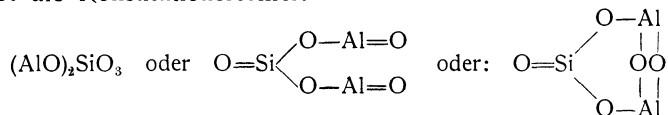
10. Von Dicksberg, Schweden; anal. L. J. Igelström, Z. Kryst. **27**, 603 (1897).
 11. Von Forfarshire; anal. F. Heddle, Tr. R. Soc. Edinburgh **39**, 341; Z. Kryst. **32**, 291 (1900).
 12. Hillswick, Shetland; anal. wie oben.
 13. Im Margaroditschiefer von Glen Urquhart; anal. wie oben.
 14. Von Trpin (Mähren); anal. J. Kovář, Abh. böhm. Ak. 1899, Nr. 28; Z. Kryst. **34**, 704 (1901).
 15. Von Clip, Arizona; anal. W. F. Hillebrand bei W. T. Schaller, Z. Kryst. **41**, 23 (1905).

	16.	17.	18.	19.
δ	3,587	3,621	3,569	3,600
(CaO)	1,20	—	—	—
FeO	Spur	—	—	—
Al ₂ O ₃	57,90	60,86	58,65	60,80
Fe ₂ O ₃	Spur	1,16	4,91	1,30
SiO ₂	40,36	38,01	35,63	37,96
H ₂ O	1,27	0,61	—	—
	100,73	100,64	99,19	100,06

16. Lauffenberg bei Radenthein (Kärnten); anal. F. Kern, ZB. Min. etc. 1909, 215.
 17. Von Moores (Delaw. Co.); anal. J. Eyer mann, Miner. Pennsylvan. 1911; Z. Kryst. **54**, 97 (1914).
 18. u. 19. Von Cope Bridge (Chester Co.); anal. wie oben.

¹⁾ Spur CuO.

Formel und Konstitution. Die empirische Formel Al_2SiO_5 ist verschiedenartig gedeutet worden. P. Groth¹⁾ sieht den Disthen für ein Metasilicat an und schreibt die Konstitutionsformel:



Die Anschauung von K. Zulkowski wurde bereits S. 7 gegeben.

Synthese. G. A. Daubrée²⁾ glaubte durch Einwirkung von Chlorsilicium auf Al_2O_3 bei Rotglut Disthen erhalten zu haben, jedoch erwies sich nach einer Untersuchung von H. Ste. Claire Deville³⁾ dies als Irrtum.

Umwandlung. Der Disthen ist schwerer zersetzbar als Andalusit, die Umwandlungsprodukte sind besonders Kaliglimmer, Pyrophyllit, auch Talk.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Vollkommen spaltbar nach (100). Dichte 3,56—3,67. Härte 4—5 auf (100), parallel zu (010); 6—7 auf (100), parallel zu (001); 7 auf (010). Glasglanz. Farbe weiß, blau, auch seltener grün oder schwarz. Doppelbrechung negativ, schwach. $2V = 82^\circ 10'$ (nach E. Wülfing).⁴⁾

$$N_\alpha = 1,7171 - 1,7124 \quad (\text{für Natriumlicht})$$

$$N_\beta = 1,7222$$

$$N_\gamma = 1,729 - 1,728.$$

$$N_\gamma - N_\alpha = 0,0119 \quad N_\gamma - N_\beta = 0,0068 \quad N_\beta - N_\alpha = 0,0051.^5)$$

Für Disthen vom St. Gotthard fand E. Taubert:⁶⁾

	C	D	F
N_α . . .	1,7101	1,7131	1,7201
N_β . . .	1,7189	1,7219	1,7201
N_γ . . .	1,7256	1,7282	1,7372

Schwacher Pleochroismus.

Nach E. Mallard und H. Le Chatelier⁷⁾ haben die thermische Änderung der Doppelbrechung gemessen. Für eine 1 mm dicke Platte ergaben sich für die Verzögerung R folgende Werte:

$$\text{Zwischen } 0-300^\circ \quad 10^5 R = \left(225,7 + 4,68 \frac{1}{\lambda^2} \right) (1 + 0,0000475) \Theta$$

$$\text{„ } 300-600^\circ \quad 10^5 R = \left(221 + 5,56 \frac{1}{\lambda^2} \right) (1 + 0,0000744) \Theta$$

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Mit Kobaltsolution blaue Färbung. Von Säuren nicht zersetzbar. Flußsäure greift nur wenig an.

¹⁾ P. Groth, Tab. Übers. d. Miner. (Braunschweig 1898).

²⁾ G. A. Daubrée, C. R. **39**, 135 (1854).

³⁾ H. Ste. Claire Deville, C. R. **46**, 764 (1858).

⁴⁾ A. E. Wülfing, siehe H. Rosenbusch u. E. Wülfing, Mikroskop. Physiogr. (Stuttgart 1905) 378.

⁵⁾ Vgl. auch bei O. Korn, Z. Kryst. **7**, 595 (1883) die Messungen der Achsenwinkel. — A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, C. R. **106**, 778 (1888).

⁶⁾ E. Taubert, Inaug.-Diss. (Jena 1905); Z. Kryst. **44**, 312 (1907).

⁷⁾ E. Mallard u. H. Le Chatelier, Bull. Soc. min. **13**, 100 (1890).

Durch Glühen wird Disthen farblos. In Sauerstoff geglüht wird er bei 600° heller.

Für Röntgenstrahlen ziemlich durchlässig.¹⁾

Schmelzpunkt nach R. Cusack²⁾ 1090°, während A. Brun³⁾ fand, daß bei 1310° ein molekularer Zerfall, jedoch nicht Schmelzung eintritt. Ich fand, daß bei 1340° noch keine Schmelzung eingetreten war (vgl. Bd. I, S. 660).

C. Doelter⁴⁾ erhielt mit Kathoden- und mit Radiumstrahlen keine Farbenveränderung. O. Mügge⁵⁾ versuchte die Einwirkung von Radiumbromid zur Erzeugung pleochroitischer Höfe, ohne Erfolg.

Umwandlungsprodukte von Disthen.

	1.	2.
Na ₂ O	1,12	1,93
K ₂ O	9,25	2,75
MgO	0,17	0,58
CaO	0,76	7,35
FeO	—	0,90
Al ₂ O ₃	38,15	46,39
SiO ₂	45,48	36,62
H ₂ O	4,69	4,51
	99,62	101,03

1. Onkosin, aus den Salzburger Alpen; anal. Schwarz bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 58, 17.

2. Mischung vom Margarit mit Paragonit nach Muskovit von Pregraten; anal. A. Böhm, Tsch. min. Mit. 2, 523 (1888).

Bei dieser Umwandlung ist der vierte Teil der Tonerde ausgetreten und anstatt derselben vorzugsweise CaO, H₂O, K₂O und Na₂O eingetreten. Äußerlich ist diese Pseudomorphose der ersten ähnlich.

Glanzspat (Glancespar).

Von G. vom Rath für eine neue Varietät des Aluminiumsilicats gehalten, nach Edw. Dana (zweiter Append. z. Miner. 1877, 24) zum Andalusit gehörig. Nach W. Vernadsky⁶⁾ zum Sillimanit zu stellen, ebenso nach C. Hintze.⁷⁾

Analyse.	δ	3,150
	MgO	0,7
	CaO	0,8
	Al ₂ O ₃	57,9
	Fe ₂ O ₃	4,4
	SiO ₂	36,7
		100,5

¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1896, II, 97.

²⁾ R. Cusack, Proc. R. Ir. Ac. 1897 (3), IV, 399.

³⁾ A. Brun, Arch. Sc. phys. et nat. Genève 13, 352 (1902).

⁴⁾ C. Doelter, Das Radium und die Farben (Dresden 1910) 23

⁵⁾ O. Mügge, ZBl. Min. etc. 1909, 71.

⁶⁾ W. Vernadsky, Bull. Soc. min. 12, 455 (1889).

⁷⁾ C. Hintze, Miner. II, 149.

Cyanitähnliches Mineral aus Basalt vom Weilberg bei Heisterbach; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **147**, 272 (1872).

Eigenschaften. Härte 6—7, graues, geradfaseriges Aggregat.

Hydrobuchholzit.

Al ₂ O ₃	49,55
SiO ₂	41,35
H ₂ O	4,85
CaSO ₄	3,12
	<hr/>
	98,87

Herkunft unbekannt; anal. Thomson, Miner. I, 237.

Gelblichgrün, glasglänzend. Dichte 2,85, Härte 3. Zweifelhafte Mineral.

Sillimanit.

Synonyma: Faserkiesel, Buchholzit, Bamlit, Monrolith, Wörthi Xenolith.

Rhombisch. $a:b:c = 0,6873:1:?$. A. Des Cloizeaux.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
(K ₂ O)	—	—	0,86	—	—
MnO	—	—	1,10	—	—
Al ₂ O ₃	61,17	61,03	58,82	52,21	62,41
Fe ₂ O ₃	0,70	0,71	0,04	Spur	0,70
SiO ₂	37,18	37,10	39,68	47,33	36,31
H ₂ O	1,06	1,20	0,32	—	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,11	100,04	100,82	99,54	99,42

1. Von Brioude; anal. A. Damour, C. R. **61**, 313 (1865).
2. Von Morbihan, Steinbeil; anal. wie oben S. 357.
3. Von Pressendye Hill; anal. F. Heddle, Min. Mag **5**, 2 (1882).
4. Von St. Michel (Finnland); anal. J. Wiik, Z. Kryst. **2**, 496 (1878).
5. Von Ostindien; anal. Silliman jun., Am. Journ. **8**, 398 (1849).

	6.	7.	8.	9.
(CaO)	0,31	—	—	0,52
(MgO)	0,40	—	—	—
Al ₂ O ₃	54,90	62,75	59,02	64,43
Fe ₂ O ₃	1,10	2,29	2,08	—
SiO ₂	42,60	37,70	37,20	35,96
H ₂ O	—	—	1,03	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,31	102,74	99,33	100,91

6. Von Saybrock (Conn.); anal. Hayes nach J. D. Dana, Miner. 1877, 374.
7. Von Fairfield (N. York); anal. Norton nach derselben Quelle.
8. Monrolith von Monroe; anal. L. Smith u. J. Brush, Am. Journ. **16**, 49 (1853).
9. Von Chester (Penns.) (Buchholzit); anal. Silliman jun., Am. Journ. **8**, 385 (1849).

	10.	11.	12.	13.	14.
(Na ₂ O) . . .	—	—	—	0,52	0,41
(K ₂ O) . . .	—	—	—	1,35	1,34
(MgO) . . .	0,18	0,25	0,24	—	—
(CaO) . . .	0,44	0,38	0,40	0,33	0,34
MnO . . .	0,10	0,10	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	60,27	(60,52)	60,91	60,78	61,00
Fe ₂ O ₃ . . .	0,98	0,90	0,94	—	—
SiO ₂ . . .	37,76	37,37	37,62	37,21	37,11
H ₂ O . . .	0,73	0,48	0,62	—	—
	<hr/> 100,46	<hr/> 100,00	<hr/> 100,73	<hr/> 100,19	<hr/> 100,20

10.—12. Alle drei von Mineral Hill (Penns.); anal. F. A. Genth, Amer. Phil. Soc., Philad. **13**, 380 (1873).

13. u. 14. Von Lincoln (N. Carol.); anal. H. A. Weber, ZB. Min. etc. 1902, 504 (vgl. S. 11).

	15.	16.	17.
δ	—	—	3,147
(Na ₂ O)	—	Spur	—
(K ₂ O)	—	0,860	—
(MgO)	—	—	0,37
MnO	0,114	1,10	—
FeO	—	0,038	—
Al ₂ O ₃	61,426	58,822	63,24
Fe ₂ O ₃	0,215	—	Spur
SiO ₂	38,410	39,680	34,66
H ₂ O	0,230	0,320	1,30 ¹⁾
	<hr/> 100,395	<hr/> 100,820	<hr/> 99,57

15. Fibrolith von Clashnaree mit rotem Andalusit parallel verwachsen; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **39**, 341; Z. Kryst. **32**, 290 (1900).

16. Fibrolith von Pressendye Hill Tarland, Aberdeen (Schottl.); anal. wie oben.

17. Fibrolith von Brittany; anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 409, 274 (1910).

Eigenschaften. Dichte 3,235—3,248. Härte 6—7. Gelblichgrau, grünlich, auch nelkenbraun. Lebhafter Glasglanz, fettartig, fast diamantglänzend. Spaltbar nach (100). Bruch uneben.

Stark doppelbrechend, positiv. Brechungsquotienten nach Fundstellen verschieden. An dem von Saybrock fand A. E. Wülfing:

$$N_{\alpha} = 1,6603, \quad N_{\beta} = 1,6612, \quad N_{\gamma} = 1,6818$$

für Natriumlicht.

Optischer Achsenwinkel. An dem Sillimanit von Saybrock fand A. Des Cloizeaux: 38,41° für Blau und 43,9° für Rot.

G. Melczer²⁾ bestimmte die Brechungsquotienten für Sillimanit von Ceylon:

$$N_{\alpha} = 1,6562; \quad N_{\beta} = 1,65765; \quad N_{\gamma} = 1,6766$$

$$2V = 31^{\circ} 11\frac{1}{2}'.$$

¹⁾ Glühverlust.

²⁾ G. Melczer, Z. Kryst. **23**, 257 (1900).

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Schmelzpunkt sehr hoch. Für reines Al_2SiO_5 ca. 1811° nach E. S. Shepherd und G. A. Rankin.¹⁾

Synthese.

W. Vernadsky²⁾ hat in einem Fourquignonofen Tonerde und Kieselsäureanhydrid aufeinander einwirken lassen, ohne daß diese ganz geschmolzen wären. Er erhielt Prismen, die dem Sillimanit entsprachen. Die Zusammensetzung war:

Al_2O_3	63,65
SiO_2	37,31
	100,96

Bessere Kristalle erhielt er, als er 2—4 % MgO hinzufügte.

Sillimanit wurde durch Zusammenschmelzen von Al_2O_3 und SiO_2 sowohl von R. Wallace³⁾, als auch von E. S. Shepherd und G. A. Rankin⁴⁾ dargestellt. Der von letzteren dargestellte Sillimanit war prismatisch, Dichte 3,031, Härte 6—7. Er ist unlöslich in Säuren. Die Brechungsquotienten sind:

$$N_\alpha = 1,638, \quad N_\beta = 1,653, \quad N_\gamma = 1,653,$$

also nicht unwesentlich niedriger als die des natürlichen Sillimanit. Eine Erklärung dafür konnten die Verfasser nicht geben.

Das System Al_2O_3 — SiO_2 wurde von R. Wallace,³⁾ sowie von E. S. Shepherd und G. A. Rankin⁴⁾ experimentell untersucht. Da darüber bereits im Band I, S. 750 verhandelt wurde, so sei auf diese Stelle hingewiesen. Als einzige Phasen erscheinen Cristobalit und Sillimanit. Dies bestätigt, daß Sillimanit die einzige bei hohen Temperaturen stabile Phase ist und daß die beiden anderen Kristallarten dann nicht mehr existenzfähig sind.

Zufällige Bildungen erhielt E. Frémy bei der Darstellung von Rubin, auch P. Sustschinsky⁵⁾ auf Porzellantellern. P. A. Zemjatschensky⁶⁾ beobachtete einen Fall, in welchem aus denselben Agentien wie bei den von P. Sustschinsky beschriebenen, nämlich Magnetit und Kaolin, sich auf nassem Wege Sillimanit bildete. Vgl. auch unten den Aufsatz von R. Rieke.

Boro-Alumosilicat.

Dumortierit.

Rhombisch. $a:b = 0,5317:1$ (nach J. S. Diller).

¹⁾ E. S. Shepherd u. G. A. Rankin, Z. anorg. Chem. **68**, 390 (1910).

²⁾ W. Vernadsky, Bull. Soc. min. **13**, 260 (1890).

³⁾ R. Wallace, Z. anorg. Chem. **63**; 36 (1909).

⁴⁾ E. S. Shepherd u. G. A. Rankin, Am. Journ. **28**, 293 (1909); Z. anorg. Chem. **68**, 370 (1910).

⁵⁾ P. Sustschinsky, Tr. Soc. nat. St. Petersburg **37**, 158 (1906); Z. Kryst. **46**, 295 (1909).

⁶⁾ P. A. Zemjatschensky, ebenda **21**, 305 (1896).

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	3,36	—	—	3,265	
Na ₂ O	—	1,76	—	0,37	—
K ₂ O	—	1,04	—	0,11	—
MgO	0,45	0,57	—	0,52	—
B ₂ O ₃	—	4,07	Spur	2,62	4,95
Al ₂ O ₃	66,02	55,30	68,91	63,66	68,49
Fe ₂ O ₃	1,01	—	—	—	—
SiO ₂	29,85	34,82	31,44	31,52	27,99
Glühverlust	2,25	2,96	—	1,34	1,72
P ₂ O ₅	—	—	—	—	0,40
	99,58	100,52	100,35	100,14	103,55

1. Von Beaunan, Iserontal (Frankreich); anal. A. Damour, Bull. Soc. min. **4**, 7 (1881).
2. Von Harlem (N. York); anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **34** (3), 406 (1887).
3. Von ebenda; anal. J. E. Whitfield, Am. Journ. **37**, 217 (1887).
4. u. 5. Von Clip, Juma Cy. (Arizona); anal. ebenda.

Bei den neueren amerikanischen Analysen ist der Borgehalt größer als in den älteren.

	6.	7.	8.
δ	3,255	3,22	—
Na ₂ O	0,96	—	0,61
K ₂ O	3,62	—	0,70
MgO	0,54	1,38	0,22
CaO	0,28	1,66	—
B ₂ O ₃	2,51	—	2,22
Al ₂ O ₃	51,49	57,27	61,76
Fe ₂ O ₃	1,04	—	2,42
SiO ₂	35,01	36,81	31,11
TiO ₂	1,08	—	—
H ₂ O	3,02	1,31	1,18
	99,55	98,43	100,22

6. Im Granit von Potrero, Prov. Catamarca (Argentinien); anal. P. Jannasch bei J. Romberg, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **8**, 340 (1893).
7. Unvollständige Analyse, Donbastone (Veltlin), aus Pegmatit; anal. W. Schimpff bei G. Linck, Jen. Z. f. Naturwissensch. **33**, 345 (1899); Ref. Z. Kryst. **35**, 319 (1902).
8. Von Clip, Arizona; anal. H. A. Weber, ZB. Min. etc. 1902, 505 (vermutlich mit Quarz gemengt).

	9.	10.	11.
δ	3,319	3,226–3,43	3,211–3,302
B ₂ O ₃	5,26	5,93	6,14
Al ₂ O ₃	63,56	61,83	61,26
Fe ₂ O ₃	0,23	0,36	0,10
SiO ₂	29,86	30,58	31,24
H ₂ O	1,41	2,14	2,09
	100,32	100,84	—

9. Von Clip, Arizona; anal. W. E. Ford, Z. Kryst. **37**, 420 (1903).
10. Von San Diego, Californien; anal. wie oben.
11. Von Harlem, N. York; anal. wie oben.

Vor kurzem hat W. T. Schaller neue Analysen veröffentlicht, welche sehr genau zu sein scheinen.

	12.	13.
δ	3,306	—
CaO	—	0,68
B ₂ O ₃	5,37	5,54
Al ₂ O ₃	63,31	59,75
Fe ₂ O ₃	0,23	2,48
SiO ₂	28,68	28,51
Ti ₂ O ₃	1,45	—
TiO ₂	—	0,95
H ₂ O	1,52	2,12
	100,56	100,03

12. Mittel von zwei Analysen. Von S. Diego, Californien; anal. W. T. Schaller, Z. Kryst. **41**, 42 (1907); siehe auch F. W. Clarke, l. c. 278.

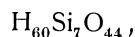
13. Von Washougal River, Washington; anal. wie oben.

Formel. Anfangs wurde das Bor ganz vernachlässigt. Später nahmen C. F. Rammelsberg, sowie W. E. Ford an, daß B₂O₃ die isomorphe Tonerde ersetzt. W. E. Ford stützt sich darauf, daß das Bor nicht den Charakter eines sauren Bestandteils hat, der in bestimmter Proportion vorkommt.

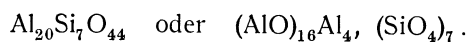
Das Verhältnis Si : H₂O ist bei den alten Analysen

Nr. 1	1 : 0,25
„ 2	1 : 0,14
„ 5	1 : 0,2

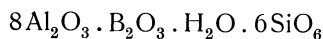
W. E. Ford berechnet das Verhältnis SiO₂ : H bei seinen Analysen zu 6,99 : 60; 7,02 : 60; 7,19 : 60, also ungefähr $\frac{7}{60}$: 60. Die daraus berechnete Säure wäre:



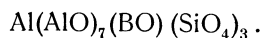
es liegt ein basisches Orthosilicat vor:



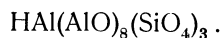
W. T. Schaller¹⁾ erhält die Formel:



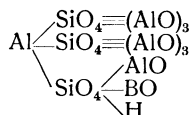
oder



Nimmt man an, daß das Bor ein Vertreter des Al ist, daß also BO in fester Lösung wäre, so ist die wahrscheinlichste Formel die folgende:



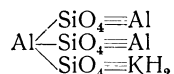
Die Konstitutionsformel ist nach W. T. Schaller:



¹⁾ W. T. Schaller, Z. Kryst. **41**, 46 (1907).

Umwandlung. Der Dumortierit wandelt sich in Kaolin oder auch in Muskovit (Damourit) um.

Für diese Umwandlung gibt W. T. Schaller folgende Konstitutionsformel (vgl. S. 18 für Dumortierit) für den Muskovit:



Tonerde und Borsäure treten dabei aus.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Dichte im Mittel 3,292 (nach W. T. Schaller). Härte 7. Glanz glasig, atlasartig. Farbe blau bis lavendelblau, seltener bläulichgrün. Durchscheinend. Pleochroitisch. Winkel der optischen Achsen für Na-Licht $2E = 37^\circ$ (Californien).¹⁾

Brechungsquotienten nach G. Linck:

$$N_\alpha = 1,678 \quad N_\beta = 1,686 \quad N_\gamma = 1,689.$$

Stärke der Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha = 0,011$.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar, wird in der Hitze farblos. Mit Kobaltnitrat Blaufärbung. Mit Calciumfluorid und Kaliumbisulfat wird die Flamme einen Moment grün gefärbt (durch Borsäure). Durch Schmelzen mit Calciumcarbonat erhält man eine in Salpetersäure lösliche Schlacke.

In Säuren unlöslich, auch in Flußsäure.

Vorkommen. Dumortierit kommt mit Quarz, Muskovit, sowie mit einer der drei Kristallarten von Al_2SiO_5 vor, in Arizona mit Disthen, in Californien mit Sillimanit, in Washington mit Andalusit. Er ist ein Gangmineral und scheint sich wie die Mineralien der Pegmatitgänge gebildet zu haben.

Aluminium-Fluorsilicate.

Topas.

Rhombisch. $a:b:c = 0,52854:1:0,95395$ (N. v. Kokscharow).

Varietäten: Pykmit, Pyrophysalit.

Analysen.

A. Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Al_2O_3 . . .	56,54	55,86	56,76	56,28	57,39	55,22
SiO_2 . . .	33,53	32,28	33,37	33,56	33,73	32,38
F	18,62	18,28	18,54	18,30	16,12	16,12

1. Vom Schneckenstein (Sachsen); anal. C. F. Rammelsberg, Sitzber. Berliner Ak. 1865, 264.

2. Pykmit, von Zinnwald; anal. derselbe, ebenda.

3. Von Schlaggenwald (Erzgebirge); anal. wie oben.

4. Von Adun-Tschilon (Sibirien); anal. wie oben.

5. Aus Brasilien (Minas Geraës); anal. wie oben.

6. Von Trumbull, Fairfield Cy. (Connect.); anal. wie oben.

²⁾ W. C. Schaller, l. c. 40.

	7.	8.	9.
Al ₂ O ₃	56,53	56,20	56,32
SiO ₂	33,35	33,23	33,38
F	17,69	17,37	17,26

7.—9. Von Altenberg (Sachsen); anal. H. Klemm, Inaug.-Diss. (Jena 1873); N. JB. Min. etc. 1874, 188. (Der Fundort ist in der Abhandlung mit Freiberg angegeben, nach C. Hintze handelt es sich jedoch um den Fundort Altenberg.) ¹⁾

	10.	11.	12.
Al ₂ O ₃	56,10	56,30	56,24
SiO ₂	33,72	33,57	33,64
F	17,20	17,00	17,12

10.—12. Pyrophyllit von Finbo (Schweden); anal. H. Klemm, wie oben; vgl. auch C. Hintze, Miner. II, 126.

	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Na ₂ O	—	1,25	—	0,59	0,59	0,31
K ₂ O	—	0,14	—	0,40	0,42	0,45
MgO	—	—	—	—	—	0,37
CaO	0,83	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	57,02	57,38	57,18	54,81	55,92	56,56
SiO ₂	33,24	31,92	32,03	33,34	32,80	33,41
F	17,64	17,10	18,83	16,94	16,91	13,01
H ₂ O	—	0,20	—	1,28	1,02	1,13

13. Von Tasmanien; anal. H. Sommerlad bei A. von Groddeck, Z. Dtsch. geol. Ges. **36**, 642 (1884).

14. Von Stoneham; anal. J. E. Whitefield, Am. Journ. **29**, 378 (1885).

15. Von ebenda; anal. F. W. Genth, Amer. Phil. Soc. 2. Okt. 1885.

16. Vom Schneckenstein; anal. P. Jannasch, Z. anorg. Chem. **6**, 168, 231.

17. Von Miasc (Ural); anal. wie oben.

18. Von Brasilien; anal. wie oben.

Die Summen sind nur dort angegeben, wo die entsprechende Sauerstoffmenge in Abzug gebracht ist.

B. Neuere Analysen.

In den letzten Analysen ist bereits auf den früher vernachlässigten Wassergehalt des Topases Rücksicht genommen. Durch neue Untersuchungen von S. L. Penfield und J. C. Minor wurde dem Wassergehalt besondere Bedeutung zugeschrieben.

	19.	20.	21.	22.	23.	24.
Al ₂ O ₃	56,26	56,01	56,61	55,41	56,33	55,67
SiO ₂	31,93	32,23	32,28	32,82	32,34	32,53
F	20,37	20,42	19,50	18,50	18,43	15,48
H ₂ O	0,19	0,29	0,57	0,93	0,98	2,45
	108,75	108,95	108,96	107,66	108,08	106,13
O = F	— 8,58	8,60	8,21	7,80	7,76	6,52
	100,17	100,35	100,75	99,86	100,32	99,61

19. Von Utah, farblos, durchsichtig, aus Rhyolith von Thomas Range; anal. S. L. Penfield u. J. C. Minor, Z. Kryst. **23**, 324 (1894).

20. Von Nathrop (Color.) aus Rhyolith, weingelb; anal. wie oben.

¹⁾ C. Hintze, Miner. II, 126.

21. Tenagari, Mino (Japan), farblos; anal. wie oben.
 22. Vom Schneckenstein (Sachsen), weingelb; anal. wie oben.
 23. Von Stoneham (Maine), farblos; anal. wie oben (vgl. Anal. Nr. 4 u. 5).
 24. Von Minas Geraes (Bras.), gelb; anal. wie oben.

	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.
δ	3,56	—	—	—	—	—	—	—
Al_2O_3	62,06	48,18	56,62	56,80	55,62	55,43	54,52	54,61
Fe_2O_3	—	—	—	—	0,12	—	—	—
SiO_2	28,19	39,04	31,90	31,84	31,73	31,92	31,95	32,16
H_2O (d. Glühen) }	1,21 ¹⁾	—	0,23	0,26	0,37	0,39	0,23	0,30
H_2O (mit PbO) }			0,75	0,75	1,07	1,07	2,12	2,12
F	14,01	13,18	17,90	17,00	16,30	15,92	14,62	14,23

25. Vom Shoalhavendistrikt (N. S. Wales); anal. A. Liversidge, J. Roy. Soc. N. S. Wales **29**, 316 (1895); Z. Kryst. **28**, 221.
 26. Aus dem Fichtelgebirge; anal. A. Schwager bei K. Oebbeke, Z. Kryst. **22**, 273 (1894). (Abnorme Zusammensetzung.)
 27. u. 28. Durchsichtige gerollte Stücke von Mudgee, N. S. Wales; anal. G. Harker, J. Roy. Soc. N. S. Wales **33**, 193 (1899); Z. Kryst. **34**, 213 (1901).
 29. u. 30. Grün, von N. England N. S. Wales; anal. wie oben.
 31. u. 32. Beide von Brasilien; anal. wie oben.

Analysen aus der neuesten Zeit sind folgende:

	33.	34.	35.
δ	—	3,51	3,54
CaO	0,08	—	—
Al_2O_3	55,36	58,51	61,69
SiO_2	32,69	30,02	29,23
TiO_2	0,13	—	—
F	20,43	18,53	13,72
	108,69	107,06	104,64
O = F	— 8,55	7,80	5,78
	100,14	99,26	98,86

33. Mit Muskovit, Quarz, Oligoklas und Ytrocercit von Colorado; anal. G. Tschernik, Verh. d. russ. min. Ges. **42**, 51 (1892).
 34. Im Kryolith von Ivigtut (Grönl.); anal. Chr. Christensen bei K. J. V. Steenstrup, Meddel. om Grönl. **34**, 117 (1909); Z. Kryst. **50**, 283 (1912).
 35. Von Borneo; anal. G. Tschernik, Minér. Isle de Bornéo, Trav. musée géol. Pierre le Grand **6**, 89 (1912). (Analyse mitgeteilt von Prof. v. Tschirwin sky.)

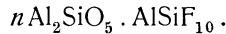
	36.	37.	38.	39.	40.
δ	—	3,537	3,578	—	—
Na_2O	—	—	—	0,77	0,76
K_2O	—	—	—	0,69	0,78
MgO	Spur	—	—	—	—
CaO	1,16	—	—	—	—
Al_2O_3	54,66	55,25	57,01	55,17	55,47
SiO_2	30,27	31,99	33,15	33,39	33,35
F	17,26	18,49	16,04	14,53	14,38
H_2O	—	1,83	—	1,72	1,61
	103,35	107,56	106,20	106,27	106,35
ab O äquivalent F	—	7,78	6,75	6,11	6,06
	—	99,78	99,45	100,16	100,29

¹⁾ Glühverlust.

36. Vom Wolframit-Topaz Lode bei Tin Creek (Amer.); anal. W. T. Schaller, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 358, 58.
 37. Japan; anal. M. Dittrich bei V. Rosický, Abh. böhm. Ak. Prag 1910, Nr. 23, 68; N. JB. Min. etc. 1911, II, 22.
 38. Von Florissant (Color.); anal. W. F. Hillebrand, vgl. W. F. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 273 (1910).
 39. u. 40. Vom Schneckenstein; anal. H. A. Weber, ZB. Min. etc. 1902, 506.

Formel und Konstitution.

C. F. Rammelsberg¹⁾ nahm an, daß der Topas ein wasserfreies Silicat sei und daß der kleine Wassergehalt durch Zersetzung bewirkt sei. Nach ihm ist Topas:

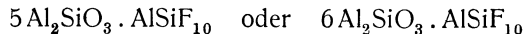


Der Wert von n ergibt sich aus dem Verhältnis Si:F.

Städeler hatte dafür die Zahl 4 angenommen, welche er für alle Topase annimmt. Die Zusammensetzung wäre:

Al ₂ O ₃	55,43	
SiO ₂	32,61	
F	20,65	
	108,69	
ab 8,69 für O—F	—	100,00

C. F. Rammelsberg nahm an, daß n variabel ist, da in den meisten Fällen $n = 5$ ist oder auch 6, so wäre die Formel nach ihm



entsprechend der Zusammensetzung:

Al ₂ O ₃	56,56	57,40
SiO ₂	33,27	33,76
F	17,56	15,27

Eine abweichende Ansicht hat S. L. Penfield²⁾, welcher im Gegensatz zu Rammelsberg, das Wasser als konstituierenden Bestandteil des Topases annimmt. Wie oben (Bd. II 1, S. 14) bemerkt, hat er einen Zusammenhang zwischen dem Fluor- und Wassergehalt einerseits, der Dichte und dem Winkel der optischen Achsen andererseits gefunden, wonach beide Werte mit steigendem Wassergehalt und fallendem Fluorgehalt kleiner werden, auch entweicht das Wasser erst in der Glühhitze.

C. F. Rammelsberg bekämpft die Ansicht Penfields und bleibt bei seiner Ansicht, daß der Wassergehalt durch Umwandlung hervorgebracht werden kann. Es ist aber kaum wahrscheinlich, daß in diesem Falle eine kontinuierliche Änderung physikalischer Eigenschaften mit dem veränderten Wasser- und Fluorgehalt eintreten würde. Es ist aber noch eine weitere Möglichkeit vorhanden, die mir berücksichtigenswert erscheint. Auch für Amphibol hatte S. L. Penfield angenommen, daß das Wasser Konstitutionswasser sei, während E. T. Allen und J. K. Clement³⁾ mit viel größerer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß es sich um gelöstes Wasser handle und auch

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Miner.-Chem., 2. Ergänz.-Heft 1895, 266.

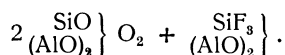
²⁾ S. L. Penfield, Z. Kryst. **23**, 326 (1894).

³⁾ Vgl. Bd. II 1, S. 636.

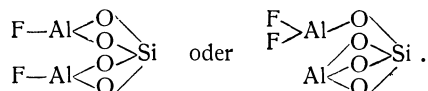
aus den Arbeiten von F. Zambonini geht hervor, daß in vielen Fällen dort gelöstes Wasser vorhanden ist, wo früher Konstitutionswasser angenommen worden war. Auch das gelöste Wasser würde leicht die Veränderungen des spezifischen Gewichts erklären, wie wohl auch die Veränderung des optischen Achsenwinkels. Entscheidung könnte das Studium der Entwässerungskurve bringen, welches noch aussteht.

Auch aus der Synthese des Topases (vgl. S. 28) geht hervor, daß es einen wasserfreien Topas gibt, was übrigens aus vielen Analysen hervorgeht, da es nur ganz wenig Analysen gibt, in welchen ein merklicher Wassergehalt vorhanden ist. Alles spricht dafür, daß das Wasser nicht unbedingt zur Konstitution des Topases gehört.

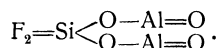
Was nun die Konstitutionsformel des Topases anbelangt, so schrieb Städelcr:



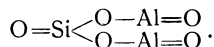
S. L. Penfield und J. C. Minor schrieben



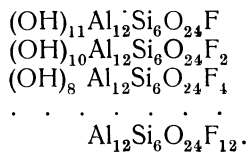
K. Daniel¹⁾ geht von der Einwirkung der Flußsäure auf Kieselsäure aus und kommt zu dem Resultate, daß sich dabei ein Substitutionsprodukt bilde: SiOF₂. Er vermutet, daß der Topas eine derartige Verbindung sei und stellt für ihn folgende Formel auf:



Dadurch tritt Topas in eine bedeutsame Analogie mit Disthen, welcher folgende Formel hätte:

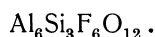


W. und D. Asch²⁾ leiten den Topas vom Hydrat (OH)₁₂Al₁₂Si₆H₂₄ ab. Sie nehmen mit S. L. Penfield an, daß das Wasser chemisch gebunden ist, und daß die Hydroxylgruppen durch Fluor ersetzt werden können; geht man von der durch Städelcr gegebenen Zusammensetzung aus, so würden sich folgende Formeln für Topas ergeben:



Nach ihnen haftet das Fluor am Silicium und $\frac{1}{3}$ des Fluors verhält sich anders als der Rest.

Aus den Umwandlungsvorgängen (vgl. S. 28) schließen F.W. Clarke und J. S. Diller³⁾ für den Topas auf die Formel:

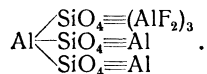


¹⁾ K. Daniel, Z. anorg. Chem. **38**, 297 (1904); N. JB. Min. etc. 1905, I, 37.

²⁾ W. u. D. Asch, Die Silicate (Berlin 1911), 54.

³⁾ F.W. Clarke u. J. S. Diller, Am. Journ. **28**, 378 (1885); Z. Kryst. **11**, 298 (1886).

Die Formel kann auf sieben verschiedene Weisen geschrieben werden. Aus den Umwandlungsvorgängen in Damourit geht hervor, daß die Konstitutionsformel ist:



Physikalische und chemische Eigenschaften.

Dichte 3,533—3,574. Härte 7. Spaltbar nach der Basis (001). Glasglanz, Farbe verschieden; an und für sich ist Topas farblos; es kommen gelbe, grünliche, graue, hellblaue und rosenrot gefärbte vor. Über die Natur des Färbemittels siehe unten.

Brechungsquotienten. Diese sind an verschiedenen Vorkommen verschieden, wobei nach S. L. Penfield und J. C. Minor¹⁾ der Wert mit der Vertretung des Fluors durch Hydroxyl (oder H₂O) wechselt.²⁾ Dasselbe trifft für den Winkel der optischen Achsen zu. In Bd. II 1, S. 14 hat F. Becke eine Tabelle gegeben, welche den Zusammenhang der Dichte, Achsenwinkel, mit Fluor und Wassergehalt gibt; auch sind die Brechungsquotienten angegeben, es sei dorthin verwiesen.

Die Dispersion wurde von A. Mülheims³⁾ untersucht.

Die Stärke der Doppelbrechung nimmt mit zunehmendem Wassergehalt ab; sie beträgt für verschiedene Vorkommen, nach A. Mülheims:

$$\begin{array}{l} \text{Schneckenstein} \qquad \qquad \qquad \text{Adun-Tschilon} \\ N_\gamma - N_\alpha = 0,0104 - 0,0081, \quad N_\gamma - N_\beta = 0,0072 - 0,0067, \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{Brasilien} \\ N_\beta - N_\beta = 0,0032 - 0,0014. \end{array}$$

Mit der Temperatur steigt nach A. des Cloizeaux⁴⁾ der Winkel der optischen Achsen:

$$\begin{array}{ll} 20^\circ \text{ C} & 2E = 119^\circ \\ 105^\circ & = 120^\circ \\ 150^\circ & = 121^\circ \\ 250^\circ & = 123^\circ \end{array}$$

Ausdehnung durch Wärme. Nach H. Fizeau⁵⁾ parallel $a = 0,484 \times 10^{-5}$, parallel $b = 0,414 \times 10^{-5}$, parallel $c = 0,592 \times 10^{-5}$.

A. Offret⁶⁾ hat bezüglich der Änderung der Brechungsquotienten mit der Temperatur Versuche gemacht und fand zwischen 0 und 300° eine Zunahme der Werte von α um 0,00081, von β um 0,00090 und von γ um 0,00080 für 100°.

Die Werte der Doppelbrechung bei 0° sind⁶⁾:

$$\gamma - \alpha = 777 \times 10^{-5}, \quad \beta - \alpha = 131 \times 10^{-5}, \quad \gamma - \beta = 50 \times 10^{-5}.$$

¹⁾ Vgl. S. 22.

²⁾ Vgl. auch V. Rosický, Abh. böhm. Akad. Prag 1910, 68.

³⁾ A. Mülheims, Z. Kryst. 14, 266 (1880).

⁴⁾ A. des Cloizeaux, Minér. (Paris 1862), 476.

⁵⁾ H. Fizeau, Pogg. Ann. 35, 383 (1868).

⁶⁾ A. Offret, Bull. Soc. min. 13, 611 (1890). Die Zahlen beziehen sich auf Topas von Minas Geraës.

Sie variieren für einen Grad zwischen 0—300° um

$$+ 1 \times 10^{-7}, \quad 12 \times 10^{-7}, \quad - 10 \times 10^{-7}.$$

Die berechneten Winkel der optischen Achsen sind bei 0° für Lithiumlicht bei 0°: 48° 34', bei 300°: 53° 4'.

Bei Topas vom Schneckenstein war die thermische Zunahme des Indices:

$$22 \times 10^{-5}, \quad 26 \times 10^{-5}, \quad 25 \times 10^{-5}.$$

Die Ausdehnungskoeffizienten sind bei diesem für drei Prismen:

	$\frac{1 + d_c}{1 + d_b}$	$\frac{1 + d_b}{1 + d_a}$	$\frac{1 + d_c}{1 + d_a}$
0—100°	0,999895	0,999873	0,999759
0—200°	0,999784	0,999727	0,999555
0—300°	0,999679	0,999602	0,999450

Luminiszenz. J. Schingaglia¹⁾ konstatierte bei gelbem Topas schönes rotes Fluoreszenzlicht; das Fluoreszenzlicht ist nicht immer vollständig polarisiert.

Mit ultravioletten Strahlen konstatierte E. Engelhardt²⁾ nur schwache Luminiszenz.

Mit Röntgenstrahlen weniger durchlässig als Andalusit.³⁾

Elektrische Eigenschaften. Die Dielektrizitätskonstante wurde von W. Schmidt⁴⁾ bestimmt; die Werte für E_a , E_b und E_c sind: 6,65, 6,70, 6,30.

Magnetisierungszahl. Nach W. Voigt und S. Kinoshuto⁵⁾ ist diese

$$\begin{aligned} \text{parallel der } a\text{-Achse } x_1' &= - 4,10 \cdot 10^{-7}; & x_1 &= - 14,36 \cdot 10^{-7} \\ \text{'' '' } b\text{- '' } x_2' &= - 4,20 \cdot 10^{-7}; & x_2 &= - 14,7 \cdot 10^{-7} \\ \text{'' '' } c\text{- '' } x_3' &= - 4,20 \cdot 10^{-7}; & x_3 &= - 14,7 \cdot 10^{-7}. \end{aligned}$$

Die Unterschiede sind sehr klein.

Die Elektrizitätsleitung für höhere Temperaturen wurde von C. Doelter untersucht. Der Widerstand fällt mit der Temperatur. Da ein Polarisationsstrom konstatiert wurde, so muß elektrolytische Leitfähigkeit angenommen werden. Die Widerstände sind:⁶⁾

Θ	Ω
800°	190,000
980°	116,000
1180°	10,050
1280°	3,100
1350°	2,000

Trägt man die Temperaturen i/T auf der Abszisse, $\log W$ auf der Ordinate auf, so erhält man eine gerade Linie (vgl. Bd. I, S. 728).

¹⁾ J. Schincaglia, *Il Nuovo Cimento*, Pisa, IV, 10, 212 (1899).

²⁾ E. Engelhardt, *Inaug.-Diss.* (Jena 1912), 24.

³⁾ C. Doelter, *N. JB. Min. etc.* 1896, II, 105.

⁴⁾ W. Schmidt, *Ann. d. Phys.* 9, 919 (1902).

⁵⁾ W. Voigt u. S. Kinoshuto, *Nachr. k. Ges. Wissenschaften*, Göttingen 1907, 123.

⁶⁾ C. Doelter, *Sitzber. Wiener Ak.* 1910, I, 118 u. *Z. anorg. Chem.* 67, 394 (1910).

Spezifische Wärme. G. Lindner¹⁾ erhielt folgende Zahlen:

50°	0,2097
100°	0,2151
150°	0,2270
200°	0,2357
250°	0,2508

Pyroelektrizität. Topas ist seit langer Zeit als pyroelektrisches Mineral bekannt, bereits R. Hauy, sowie P. Erdmann untersuchten ihn in dieser Hinsicht. Besonders W. G. Hankel stellte ausgedehnte Untersuchungen an und fand, daß die Vertikalachse (außer bei den brasilianischen) am ausgebildeten oberen Ende positiv ist, während die letztgenannten negativ sind. Weitere Untersuchungen wurden von P. Riess und G. Rose,²⁾ C. Friedel und J. Curie,³⁾ dann von A. Mack⁴⁾ durchgeführt. Vgl. darüber auch J. Beckenkamp.⁵⁾

Flüssigkeitseinschlüsse. Diese wurden schon von D. Brewster untersucht; dann von J. D. Dana. Letzterer unterschied zwei Flüssigkeiten, welche er Brewsterlinit und Kryptolin nannte; beide mischen sich nicht miteinander. H. Vogelsang deutete die Flüssigkeit als flüssige Kohlensäure. Erhard und A. Stelzner wiesen durch Bestimmung der Temperatur, bei welcher die Libellen verschwinden und bei Abkühlung wiederkehren, nach, daß keine reine Kohlensäure vorliegen kann. A. E. Nordenskjöld fand bei geglühtem Topas ein rußiges Aussehen der Flüssigkeit und ist der Ansicht, daß „Brewsterlinit“ ein naphthaähnlicher Kohlenwasserstoff sei.

Wahrscheinlich liegen mehrere Flüssigkeiten, zum Teil Kohlensäure, dann Salzlösungen vor.

Einwirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen⁶⁾ auf Topas. Topas ist für Röntgenstrahlen durchlässig (halb durchlässig), doch etwas weniger als Andalusit und Disthen, es wäre daher durch Eintritt von Fluor die Durchlässigkeit etwas verringert worden. Ferner verändern Röntgenstrahlen den gefärbten Topas, indem die Farbe verstärkt wird. Farbloser Topas wird schon nach 45 Stunden von Röntgenstrahlen zart gelb gefärbt.

Radiumstrahlen färben weißen Topas orange; weingelber brasilianischer Topas wird dunkelorange, ebenso rosenfarbiger. Die Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen wird durch die Wärme wieder aufgehoben.

Kathodenstrahlen verändern Topas wenig; auch phosphoresziert er nicht.

Ultraviolette Strahlen wirken entgegengesetzt wie Radiumstrahlen; weingelber Topas war mit Radiumstrahlung behandelt, dann in Sauerstoff geglüht, lila geworden; als er dann nochmals mit Radium behandelt wurde, trat die Orangefärbung wieder auf, welche jedoch unter dem Einfluß der ultravioletten Strahlen sich in lila verwandelte.

¹⁾ G. Lindner, Sitzber. phys.-med. Soc. Erlangen **34**, 217 (1902); Z. Kryst. **39**, 602 (1903).

²⁾ P. Riess u. G. Rose, Abh. Berliner Ak. 1913 und Ann. d. Phys. **59**, 384 (1845).

³⁾ C. Friedel u. J. Curie, C. R. **100**, 213 (1885).

⁴⁾ A. Mack, Ann. d. Phys. **28**, 153 (1886).

⁵⁾ J. Beckenkamp, Z. Kryst. **44**, 594 (1907).

⁶⁾ C. Doelter, Das Radium und die Farben. (Dresden 1910), 23 u. 74.

In der Hitze verändert sich Topas; in Sauerstoff wird brasilianischer Topas rosa, in Stickstoff dagegen lila, in Schwefeldampf aber grün.¹⁾ Nach Behandlung mit Radiumstrahlen in Stickstoff geglüht, ergab sich ebenfalls eine lila Farbe, während er in Sauerstoff nach Radiumbestrahlung fast farblos war.²⁾

Auch das Tageslicht vermag die Farbe schwach zu verändern; so namentlich bei dunkelweingelbem sibirischen Topas nach N. v. Kokscharow.³⁾

Färbemittel des Topases. Über die Natur desselben wurden verschiedene Ansichten geäußert; es dürfte jetzt feststehen, daß die Färbung einer kolloiden Beimengung zuzuschreiben ist, welche durch den Einfluß von Radiumstrahlen zustande kommt; doch läßt sich über die chemische Natur desselben nichts sagen.

L. Wöhler und K. v. Kraatz-Koschlau⁴⁾ vermuteten in dem Topas von Villa Rica Chrom. Topas vom Schneckenstein zeigte beim Glühen Kohlenstoffüberzug, woraus auf einen Kohlenwasserstoff als Färbemittel geschlossen wurde.⁵⁾

Das Ergebnis der Verfärbungen durch Radium spricht nicht für organischen Farbstoff, die Kohlenwasserstoffe dürften in den Flüssigkeitseinschlüssen vorhanden sein.

Verhalten bei hohen Temperaturen. Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Mit Phosphorsalz Fluorreaktion in offenem Glasrohr. Nach J. Forchhammer sowie auch nach H. Ste. Claire Deville verliert der Topas bei Weißglut sein ganzes Fluor und zwar entweicht das Fluor als Fluorsilicium. Nach C. F. Rammelsberg⁶⁾ entweicht jedoch außer SiF auch Fluoraluminium, dann aber auch als freies Fluor oder als HF.

Bei sehr hoher Temperatur im Kohlekurzschlußofen schmilzt Topas und man erhält eine mehr glasige Masse, in welcher sich Sillimanitkristalle zeigen. Ähnliches erhielt ich bei Zusatz von Fluoriden als Schmelzmittel, bei niedrigerer Temperatur.

In Säuren mit Ausnahme von Flußsäure unlöslich. Schwefelsäure greift etwas an.

Synthese.

Durch lange Zeit waren alle Versuche vergeblich, Topas synthetisch herzustellen.

G. A. Daubrée⁶⁾ versuchte die Einwirkung von Fluorsilicium auf Tonerde bei Rotglut. Das erhaltene Produkt war von Schwefelsäure nicht angegriffen, aber als es zuerst mit Kali behandelt worden war und dann mit Schwefelsäure zeigte es Fluorreaktion.

Die Dichte des Produktes war 3,47. Die Zusammensetzung war:

Tonerde	53,99
Kieselsäure	38,11
Fluor	6,32

¹⁾ W. Hermann, Z. anorg. Chem. **60**, 369 (1908).

²⁾ C. Doelter, Das Radium und die Farben. (Dresden 1910), 78.

³⁾ N. v. Kokscharow, Miner. Rußlands **4**, 34.

⁴⁾ L. Wöhler u. K. v. Kraatz-Koschlau, Tsch. min. Mit. **18**, 314 u. 358 (1899).

⁵⁾ C. F. Rammelsberg, Mineralchemie 1875; C. R. **38**, 317; Berl. Akad. 1879, 253.

⁶⁾ G. A. Daubrée, C. R. **32**, 625 (1851).

H. Ste. Claire Deville¹⁾ hat bei Wiederholung dieses Versuches ein Produkt erhalten, welches in keiner Hinsicht mit Topas übereinstimmt.

Bessere Resultate scheinen die Versuche von A. Reich²⁾ ergeben zu haben. Er ließ Fluorsilicium auf Aluminiumsilicat einwirken. Zuerst wandte er amorphes Silicat von der Zusammensetzung Al_2SiO_5 an. Nach dreistündiger Einwirkung von SiF_4 bei Rotglut zeigte sich eine Gewichtsabnahme von 43%. Es hatten sich rhombische Kristalle gebildet, welche die Zusammensetzung I hatten.

Bei einer zweiten Versuchsreihe wurde kristallisiertes Silicat angewandt; welches durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure mit Fluoraluminium erhalten worden war; dieses Produkt bestand aus einem Gemenge von Andalusit (?) oder Sillimanit mit Korund. Dieses Gemenge wurde bei Rotglut mit trockenem Fluorsilicium behandelt, wobei die erhaltenen Kristalle optisch als Topas von A. Arzruni bestimmt wurden. Die Zusammensetzung ist unter II gegeben.

Beim Glühen verhält sich dieser künstliche Topas wie der natürliche. Dasselbe Produkt war von H. Ste. Claire Deville erhalten worden.

Die Analyse des Rückstandes III stimmt überein mit dem Produkt, das beim Glühen von natürlichem Topas von Utah (Analyse Nr. 9) erhalten worden war, IV.

	I	II	III	IV
Al_2O_3	44,54	57,03	67,95	70,13
SiO_2	42,24	32,37	29,56	29,96
F	22,06	18,17	—	—
	108,84	107,57	97,51	100,09
ab O	9,28	7,65	—	—
	99,56	99,92		

Umwandlung des Topases.

Es werden erwähnt Pseudomorphosen nach Speckstein, welche nach A. Frenzel Gilbertit sein sollen; ferner werden angeführt solche nach Steinmark, Kaolin, nach Pinit, Gibbsit und Glimmer.

Analysen umgewandelter Topase.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	3,42	2,82	—	—	2,83
Na_2O	1,28	2,82	1,57	1,49	—
K_2O	1,52	2,30	11,06	10,73	9,9
MgO	0,17	0,14	0,36	0,10	1,6
CaO	1,32	0,30	Spur	0,22	—
MnO	—	0,21	0,58	0,51	—
FeO	—	—	4,25	3,96	—
Al_2O_3	53,18	46,19	33,32	33,96	} 37,0
Fe_2O_3	—	—	—	—	
SiO_2	35,15	44,52	45,19	45,34	47,9
F	12,88	0,40	—	—	—
H_2O	0,90	3,74	4,48	4,78	3,3
	106,40	100,62	100,81	101,09	99,7

¹⁾ H. Ste. Claire Deville, C. R. **32**, 625 und **52**, 780 (1861).

²⁾ A. Reich Sitzber. Wiener Ak. 13, Febr., **105**, 11b, 105 (1896); N. JB. Min. etc. 1898, I, 461.

1. Dunkelgrün (Härte 7), von Stoneham; anal. J. E. Whitfield bei F. W. Clarke, Am. Journ. **29**, 378 (1885).
2. Dunkelpurpurrot (Härte 3), von ebenda; anal. F. W. Clarke, wie oben.
3. Hellgraugrüner, fettglänzender, dichter Damourit, von ebenda; anal. Th. M. Chatard bei F. W. Clarke, wie oben.
4. Breitblättriger, perlmutterglänzender Damourit, von ebenda; anal. Th. M. Chatard, wie oben.
5. Graues Mineral von der Härte 2, hervorgegangen aus Topas von Ivigtut (vgl. Anal. Nr. 34); anal. Chr. Christensen bei K. J. V. Steenstrup, Meddel. om Grønland **34**, 117 (1909); Z. Kryst. **50**, 283 (1912).

Genesis. Topas ist ein pneumatolythisches Mineral, er kommt in den Kontaktzonen der Granite vor; seine Entstehung dürfte durch Einwirkung von Dämpfen von Fluoriden, oder Fluorwasserstoff, vielleicht Siliciumfluorid auf natürliche Tonerdesilicaten beruhen. Nähere Bedingungen dieser Umwandlung sind uns nicht bekannt.

Zunytit.

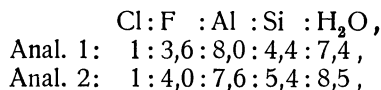
Regulär-Tetraedrisch.

Analysen.

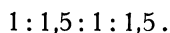
	1.	2.	3.
δ	2,875	—	—
Na ₂ O	0,24	0,48	—
K ₂ O	0,10	—	—
CaO	—	0,11	—
Al ₂ O ₃	57,88	57,20	60,08
Fe ₂ O ₃	0,20	0,61	—
SiO ₂	24,33	24,11	23,56
P ₂ O	0,60	0,64	—
C	2,91	2,62	3,10
F	5,61	5,81	5,80
H ₂ O	10,89	11,12	10,60
	102,76	102,70	103,14
O für F u. Cl.	— 3,02	3,03	3,14
	99,74	99,67	100,00

1. Von der Zuñigrube, Colorado, S. Juan; anal. W. F. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. **20** (1883); Proc. Colorado Scient. Soc. 1883/84 I, 124.
2. Rod. Mt., Ouray County, Colorado; anal. S. L. Penfield, Am. Journ. **45**, 396 (1893); Z. Kryst. **25**, 100 (1896).
3. Theor. Zus. nach C. F. Rammelsberg, Mineralchem. II. Suppl. 1895, 315.

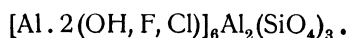
Formel. C. F. Rammelsberg berechnet folgendes Verhältnis:



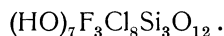
daher ungefähr unter Zusammenziehen von Cl mit F:



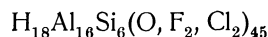
P. Groth deutet die Zusammensetzung



G. Tschermak schreibt die Formel:



F. W. Hillebrand hatte die Formel:



aufgestellt.

Eigenschaften. Dichte 2,875. Härte etwa 7. Spaltbarkeit nach dem Oktaeder. Glasglanz durchsichtig bis durchscheinend. Weiß bis grauweiß isotrop.

In Säuren nicht löslich, wird durch Alkalicarbonate beim Schmelzen zersetzt.

Synthese. M. Schläpfer und P. Niggli¹⁾ erhielten tetraedrische Kristalle, als sie Al_2O_3 und SiO_2 und Wasser in einfachen molprozentualen Verhältnis in einer Bombe bei 470° erhitzen. Die Lichtbrechung ist 1,545—1,547. In HCl sind die Kristalle unlöslich. Sie enthalten nur Tonerde und Kieselsäure, vielleicht Fluor (aus dem SiF_4 , welches zur Bereitung der Kieselsäure diente, stammend?). Sie beziehen sich auf die Analyse von F. W. Hillebrand (nicht S. Hillebrand, wie sie irrthümlich angegeben) und vermuten ein Zunyt-ähnliches Mineral.

Ob hier wirklich Zunyt vorliegt, ist bei den sehr vagen Daten der Verfasser nicht entscheidbar.

Vorkommen mit sulfidischen Erzen in einem zersetzten Porphyr. Umwandlungen in kaolinartige Substanz werden beobachtet.

Wasserhaltige Aluminiumsilicate.

Allgemeines über die wasserhaltigen Aluminiumsilicate.

Von **H. Stremme** (Berlin).

Einleitung.

Zu den ersten Mineralogen, welche in einem System der Mineralien als eine besondere Gruppe die wasserhaltigen Aluminiumsilicate ausschieden, gehört D. L. G. Karsten,²⁾ welcher Autor in seinen mineralogischen Tabellen unter I 4 d die Erd- und Steinarten der Kieselerde mit Wasser- und Alaunerde zusammenfaßte. Hierunter werden genannt Agalmatholith, Bergseife, Steinmark, Walkerde, Sphragid, Bol, Cjmolit und Ton. Es ist nach unsern heutigen Begriffen ein Gemenge von Mineralien und Gesteinen hierin zusammengefaßt worden. Eines der wichtigsten damals bereits bekannten Mineralien, den Kaolin, gibt Karsten unter I 4 e wieder bei den Erd- und Steinarten, welche aus Kiesel-, Alaun- und Kalkerde oder einem Alkali bestehen, im Anschluß an den Feldspat, wie R. J. Haüy, dessen Lehrbuch Karsten ins Deutsche übertrug.

In solchen Übersichten, welche eine Einteilung auf chemischer Grundlage bevorzugen, ist später zumeist Kaolin mit den übrigen Tönen vereinigt worden.

Von den nicht auf chemischer Grundlage ruhenden Klassifikationen ist die von A. Breithaupt³⁾ nach physikalischer Richtung einer großen Gruppe

¹⁾ M. Schläpfer u. P. Niggli, Z. anorg. Chem. **87**, 56 (1914).

²⁾ D. L. G. Karsten, Mineralogische Tabellen. II. Aufl. (Berlin 1808), 28—29.

³⁾ A. Breithaupt, Handbuch der Mineralogie **2** (Dresden 1841), 320—371.

von wasserhaltigen Aluminiumsilicaten gerecht geworden. Bol, Walkerde, Steinmark, ferner Allophan, Halloysit, Malthazit und andere hierhergehörige Stoffe werden mit zahlreichen anderen amorphen Körpern als Porodine zusammengefaßt. Deren „mineralogische Charaktere bestehen wesentlich in der gallertartigen Bildung bei bestimmtem Umfange der Härte und des Gewichts“. Sie würden also Stoffe umfassen, welche bei ihrer Bildung Hydrogele sind und es auch in der Natur zum Teil sicherlich lange bleiben.

F. Cornu³⁾ urteilt über diese Gruppe A. Breithaupts: „Breithaupt hat in einem richtigen Gefühl, ich möchte beinahe sagen vorausahnend, zwei Klassen der amorphen Körper aufgestellt, die der porodinen (Guren) und der hyalinen Minerale. Die porodinen Minerale nun sind größtenteils Gele“. Ferner in einer Anmerkung hierzu: „Zu den Gelen als erste Unterabteilung der porodinen Körper kommen als zweite Gruppe porodiner Minerale (die übrigens von den systematischen Mineralien niemals besonders aufgestellt worden ist) die isotropen wasserhaltigen Umwandlungsprodukte von Mineralien, die seltene Erden enthalten (Gadolinit, Orthit), deren hochzusammengesetztes Kristallmolekül sehr dahin zu neigen scheint, in den isotropen Zustand überzugehen“.

Klar und treffend hat hier F. Cornu drei Gruppen der amorphen Mineralkörper unterschieden: die Hydrogele, die Gläser und die erdartigen Stoffe. Die Hydrogele sind schleimig oder gallertig, die Gläser kompakt und fest, die erdartigen Stoffe pulverförmig zerreiblich, ohne den Zusammenhang der einzelnen Teilchen wie bei Gallerten oder Gläsern. Die Grenzen dieser drei Gruppen können in einzelnen Fällen verschwinden. Natürliche Hydrogele werden sehr oft beim Austrocknen glasig. Anfangs lassen sie sich dann in die Gallerte wieder umwandeln, später jedoch nicht mehr. Künstlich hergestellte Hydrogele zeigen die gleiche Erscheinung. Ein technisch viel verwendetes, künstliches wasserhaltiges Glas mit gewissen Eigenschaften der Hydrogele ist der Perumtit, welcher ähnlich wie die meisten Opale nicht durch Wasseraufnahme gallertig oder schleimig wird, sondern gerade seinem opalartigen, d. h. glasigen Gefüge die Möglichkeit seiner Verwendung verdankt. Eine Eigenschaft, welche der Perumtit mit den Hydrogelen gemeinsam hat, ist die starke, weit über jede eigentliche Ionenwirkung hinausgehende Austauschreaktion der „Basen“ bzw. elektropositiven Bestandteile dieses unlöslichen Stoffes gegen Kationen in Lösungen. — Beim Eintrocknen gehen natürliche wie künstliche Hydrogele oft in erdige Massen über, die jedoch durch Benetzen meist leicht wieder gallertig werden. Natürliche Erden können möglicherweise auch in Hydrogele übergehen, so möglicherweise der durch Zersetzung aus dem Leucit der Roccamonfina und von Rothweil hervorgegangene, erdige Analcim durch eventuelle Weiterzersetzung, da z. B. von anderen Zeolithen, ferner vom Anorthit und vom Gehlenit kolloide Zersetzungsprodukte bekannt geworden zu sein scheinen. Zu diesen drei Formen der amorphen Mineralien kommt dann noch die seifige, welche der kolloiden sehr nahe steht. Seifensteine werden, mit Wasser benetzt, plastisch und schmierig.

In chemischer Hinsicht werden von A. Breithaupt die unter den Porodinen zusammengefaßten wasserhaltigen Aluminiumsilicate sämtlich als salzsäurelöslich oder durch Salzsäure zersetzbar bezeichnet. Andere zum Teil durch Schwefelsäure zersetzliche werden unter den Glimmern mitgeteilt (z. B. Nakrit,

³⁾ F. Cornu, ZB. Min. etc. 1909, 324.

Anauxit, Pyrophyllit). Kaolin scheint von A. Breithaupt nur als Porzellanerde bei der Verwitterung der Feldspäte erwähnt zu sein.

Später wurde der oft verhältnismäßig reine, sehr verbreitete und am besten studierbare Kaolin zum Teil infolge Forchhammers Untersuchungen mehr und mehr in den Vordergrund gebracht. G. v. Tschermak schließt in seinem Lehrbuch an ihn auch A. Breithaupts porodine Aluminiumhydro-silicate an. P. Groth hat den Allophan (früher auch andere Porodine) von den eigentlichen Tonen mit dem Haupttypus Kaolin getrennt.

F. Naumann-Zirkels Lehrbuch unterscheidet als Haupttypen in der Tongruppe bei der Unterabteilung „vorwiegend bloß Tonerdesilicat“: Kaolinit, Newtonit, Halloysit, Kollyrit, Montmorillonit, Cimolit, Allophan, Pyrophyllit; bei der Unterabteilung „vorwiegend Kali-Tonerdesilicat“: Agalmatolith, Hygro-philit, Bravaisit, Pinitoid; bei der Untergruppe „vorwiegend Eisenoxyd-Ton-erdesilicate“: Bergeife, Bol, Eisensteinmark, Termierit; bei der Untergruppe „vorwiegend Metalloxydsilicate“: Nontronit, Pinguit, Hisingerit, Bergholz, Neotokit, Wolkonskoit, Uranotit, Bismutoferrit.

K. v. Haushofer unterscheidet in seiner Tongruppe (Nr. 25) Kaolin (von Salzsäure nicht zersetzbar), Ton (Verhalten gegen Säuren nicht besonders konstatiert), Bol (desgl.), Malthazit (von Salzsäure zersetzbar), Ehrenbergit (desgl.), Razumofskyn (von Salzsäure wenig angegriffen), Smektit (Verhalten gegen Säuren nicht festgestellt), Oropion (desgl.), Lenzinit (desgl.), Cimolit (desgl.), Dillnit (desgl.). In der 26. Gruppe werden zusammengestellt als amorph oder dicht Allophan (von Salzsäure zersetzbar), Rhodochrom (keine Angabe), Samoit (von Salzsäure zersetzbar), Agalmatolit (von konzentrierter Schwefelsäure zersetzbar), Steinmark (von Säuren wenig angegriffen), Halloysit (von Salzsäure nicht, von konzentrierter Schwefelsäure vollständig zersetzt), Glagerit (von Salzsäure nicht zersetzbar), Kollyrit (von Salzsäure zersetzbar), Pyrgillit (desgl.); als kristallisiert oder kristallinisch Diaspor (von Säuren wenig angegriffen), Hydrargillit (in Säuren löslich), Pyrophyllit (von Säuren wenig angegriffen), Nakrit (von Salzsäure langsam zersetzbar), Anauxit, Talcosit, Gumbelit, Baltimorit (Verhalten gegen Säuren nicht angegeben). In der Gruppe 26 b werden wasserhaltige Zersetzungsprodukte verschiedener Tonerdesilicate zusammengestellt, zum Teil kristallisiert wie die Pinitgruppe (Abkömmlinge des Cordierits; von Salzsäure langsam zersetzbar), die Abkömmlinge des Nephelins (von Salzsäure nur unvollständig zersetzbar), Pinitoid (?), Killinit (von Schwefelsäure zersetzbar), Choinkrit und Pyrosklerit (von Salzsäure zersetzbar). Hier wie auch in den Handbüchern von E. S. Dana und C. Hintze ist nicht streng nach der Zersetzbarkeit eingeteilt.

Dies ist bei den Bestandteilen der Böden in der bodenkundlich-agrikultur-chemischen Literatur seit langer Zeit der Fall. Die Untersuchungen über den Basenaustausch im Boden, wie sie von N. Way, Mulder, C. F. Peters, C. Rautenberg, R. Warrington, Eichhorn, F. Ullik, J. M. van Bemmelen, Rümpler, R. Gans, G. Wiegner und andere Autoren in zahlreichen Variationen ausgeführt wurden, haben immer wieder gezeigt, daß dieser Austausch zum Teil an salzsäurelösliche Aluminiumsilicate, vielfach Bodenzeolithe genannt, gebunden ist, welche tonig sind wie der Kaolin, aber nicht mit diesem identisch. Der Kaolin besitzt nicht die Salzsäurelöslichkeit und auch nicht den Basenaustausch. Bereits E. Wolff (1865) gründete auf diese Erkenntnis seine Bodenanalyse, die er einer Kommission der Landwirtschaftlichen Versuchsstationen vortrug. E. Wolff extrahierte den Boden zuerst mit verdünnter, dann mit konzentrierter

Salzsäure, dann mit konzentrierter Schwefelsäure, wobei er nach jedesmaliger Säurebehandlung den Boden mit Natronlauge oder Sodalösung aufnahm zur Lösung wiederausgeschiedener Kieselsäure. Der Rückstand wurde mit Flußsäure aufgeschlossen, so daß sich nach Addition aller Daten die Bauschanalyse ergab. Nicht alle der genannten Autoren hielten die den kristallisierten Zeolithen entsprechenden amorphen Bodenzeolithe für die Austauschsubstanzen, sondern R. Warrington (1868) und später J. M. van Bemmelen sahen sie hauptsächlich in den Kolloiden der Tonerde und des Eisenoxyds. Van Bemmelen knüpfte hieran seine bahnbrechenden Studien über die Adsorption.

Seit dem Beginn dieses Jahrhunderts ist auch für die Tonmineralien eine klare Unterscheidung nach der Löslichkeit bzw. Zersetzbarkeit eingeführt worden. E. A. Wülfing¹⁾ schloß einen Keupermergel mit Salzsäure und mit Schwefelsäure auf und fand in dem salzsäurelöslichen Anteil ein wasserhaltiges Magnesia-Alumosilicat, das chloritähnlich genannt wird, und ein toniges Mineral, das ähnlich dem Pilolith C. G. v. Gümbels zusammengesetzt war. Ein Teil des letzteren könnte jedoch auch einer fast kieselsäurefreien Tonerdeverbindung oder kolloider Tonerde angehören. Für die entsprechenden wasserhaltigen, durch Salzsäure leicht zersetzlichen Tonerde-Kieselsäure-Substanzen der Mergel und der Böden schlägt E. A. Wülfing, sofern man nicht besondere Verbindungen darin erblickt, den Namen Geolyte vor. Die Geolyte entsprechen den Bodenzeolithen. Doch schlägt E. A. Wülfing vor, die Bezeichnung Bodenzeolithe zu verwerfen, da diese sich grundsätzlich von den Zeolithen der Mineralogen unterscheiden.

In dem in Salzsäure unlöslichen Teil erkennt E. A. Wülfing unter dem Mikroskope und an der Art, wie Gewichtsverluste beim Erhitzen auf 350—500° eintraten, einen gewissen Kaolingehalt. Die Methode des Herauslösen von Kaolin aus dem Gestein durch kochende Schwefelsäure erscheint E. A. Wülfing mangelhaft, da „einerseits echter Kaolin außerordentlich schwer zersetzt wird, andererseits viele Mineralien bei diesem energischen Eingriff in Lösung gebracht werden können, so daß man also hiernach weder sichere Maximal- noch Minimalzahlen für den Kaolin erhält“. Neben Kaolin waren noch Muscovit, Orthoklas und Quarz vorhanden.

Später hat J. M. van Bemmelen²⁾ eine Zerlegung der Tone mit Hilfe von Salzsäure und Schwefelsäure in zwei Komplexe A und B vorgeschlagen, von denen der salzsäurelösliche Komplex u. a. die Wülfingschen Geolyte (Mulders Bodenzeolithe) enthält und der Komplex B als kaolinartig bezeichnet wird. J. M. van Bemmelen schloß die Tone nicht nur mit Säuren auf, sondern behandelte die Rückstände von jedem Säureaufschluß mit Natronlauge, um die infolge der Säureeinwirkung nach anfänglicher Auflösung niedergeschlagene Kieselsäure mit bestimmen zu können.

Verfasser dieses Aufsatzes³⁾ hat wiederholt versucht, zum Teil im Anschluß an J. M. van Bemmelen, die Tonmineralien in die beiden Gruppen der salzsäurezersetzlichen (Allophanoide) und der höchstens durch Schwefelsäure oder selbst durch diese nicht mehr zersetzlichen (Feldspatreste) zusammenzufassen. Die Allophanoide sind kolloide Stoffe der Zusammensetzung Al_2O_3 u. ca. $0,4SiO_2$

¹⁾ E. A. Wülfing, Jahresh. Vereins vaterl. Naturk. Württ. **56**, 1 (1900).

²⁾ J. M. van Bemmelen, Z. anorg. Chem. **62**, 221 (1909).

³⁾ H. Stremme, Z. Dtsch. geol. Ges. 1910, Monatsber. 122; Chem. Zeitung 1911, 529; Die Tonmineralien. Sprechsaal 1914.

bis Al_2O_3 u. ca. 8SiO_2 und wohl auch nach beiden Seiten diese Grenzen überschreitend. Eine Bindung zwischen Tonerde und Kieselsäure ist bei ihnen nicht nachweisbar. Sie haben hohen Wassergehalt, adsorbieren stark, sind in feuchtem Zustande plastisch und entstehen einerseits als chemischer Niederschlag aus Gewässern und im Boden, andererseits durch Verwitterung von kristallisierten salzsäurezerstörlichen Tonerde-Kieselsäuremineralien wie den entsprechenden Zeolithen, Leucit, Anorthit usw. Die Feldspatreste sind nicht-kolloide, selten deutlich kristallisierte, zumeist kristalline oder erdige Stoffe der Zusammensetzung $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Kaolin) oder $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot > 2\text{SiO}_2$ bis $< 6\text{SiO}_2 \cdot < 1(\text{K}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}, \text{MgO}) \cdot < 2\text{H}_2\text{O}$. Sie absorbieren schwach, sind plastisch oder wenig plastisch oder werden erst nach dem Zerreiben plastisch und entstehen als Rückstand bei der Zersetzung der Alkalifeldspäte oder solcher Mineralien, welche durch Salzsäure unzerstörbare Tonerde-Kieselsäure-Verbindungen enthalten. In ihnen ist die Tonerde mit der Kieselsäure zu einem sauren Komplex verbunden.

Jüngst hat G. Linck¹⁾ in moderner Form eine Zusammenfassung der Kenntnis von J. M. van Bemmelen's Verwitterungssilicaten gegeben. „Nach J. M. van Bemmelen ist der in Salzsäure lösliche Anteil der Verwitterungssilicate der Stoff, in welchem die meisten physikalischen und chemischen Bewegungen stattfinden, so die Adsorption von Wasser, Basen, Säuren und Salzen. (Die Adsorptionsfähigkeit für Salze und Säuren ist nach Art und Menge beschränkt.) Die Hauptmasse dieses . . . Anteils ist . . . zweifellos in kolloidalem Zustande vorhanden. Freilich sind es nach R. Marc lyophile Kolloide, aber sie adsorbieren aus Lösungen Metalle, und zwar am stärksten das Kalium, dann der Reihe nach Magnesium, Calcium und Natrium, von Säuren hauptsächlich die Phosphorsäure. Die Adsorption der Metalle scheint sich nach J. M. van Bemmelen in manchen Fällen hervorzutun als ein Vorläufer der chemischen Verbindung; in ähnlicher Weise verhält sich aber auch das Tonerdehydrat, denn nach W. Crum adsorbiert es, aus verdünnter Alaunlösung abgeschieden und durch etwas Schwefelsäure zur Gerinnung gebracht, alles Kali der Lösung. Die adsorbierten Salze können in äquimolekularem Verhältnis ausgetauscht werden, doch verschwindet das Kali am schwersten. Das Adsorptionsvermögen für ganze Salze ist ein geringes (J. M. van Bemmelen). Auch der Vorgang der Krümelbildung des Ackerbodens hängt mit diesen Eigenschaften nach G. Wiegner auf das innigste zusammen.

Der in Schwefelsäure, nicht aber in Salzsäure lösliche Anteil wird, wie ich schon oben hervorhob, gewöhnlich als Kaolin betrachtet, der entweder als amorph oder als kristallinisch angesehen wird, in jedem Falle aber von außerordentlicher Feinheit des Kornes ist. Diese Feinheit des Kornes bedeutet eine gewaltige Oberflächenvergrößerung, denn ein Würfelchen einer Masse von einem Kubikzentimeter hat eine Oberfläche von 6 qcm. Dieses Würfelchen in solche geteilt, die nur 1μ Kantenlänge besitzen, bedeutet bereits eine Oberfläche von 6 qcm (W. Ostwald). So nähert man sich kolloiden Dimensionen, und es werden damit wohl auch mehr oder weniger kolloide Eigenschaften eintreten (G. Wiegner). Dann hat auch J. M. van Bemmelen von den feinsten in Wasser suspendierten Kaolinteilchen nachweisen können, daß sie mit Salzen koagulierten.

Dazu kommt nun noch, daß in den Tönen nicht selten kolloide Kiesel-

¹⁾ G. Linck, Geologische Rundschau 4, 289 (1913).

säure auftritt, die ebenfalls adsorptive Eigenschaften besitzt, wenn sie auch im Gegensatz zu dem eigentlichen Ton das Calcium bevorzugt (J. M. van Bemmelen), ja das Calcium aus in der Lösung suspendiertem kohlensauren Kalk so stark adsorbiert, daß in der Lösung Calciumcarbonat entsteht. Bis zu einem gewissen Grade verhält es sich übrigens auch ähnlich mit den Carbonaten der Alkalien (J. M. van Bemmelen).

Dem feinverteilten Kaolin ähnlich verhalten sich übrigens auch andere äußerst feinkörnige kristalloide Stoffe, so z. B. Sand. Sandkörner von $1,5 \mu$ Durchmesser brauchen nach A. Atterberg in einer 10 cm hohen Säule reinen Wassers zum Absatz 8 Stunden, solche von $1,5 \mu$ Durchmesser nur 30 Minuten. Beim Zusatz von Elektrolyten wurde die Dauer des Absatzes außerordentlich verkürzt. Daher soll es auch kommen, daß im süßen Wasser Tone und Sande gewöhnlich getrennt zur Ablagerung kommen, daß im Meerwasser hingegen sandig-tonige Sedimente verbreitet sind. Nach den Untersuchungen R. Marcs haben aber die feinverteilten Kristalloide auch eine starke Adsorptionsfähigkeit für Kolloide, so daß sie auf die letzteren wirken, wie die Elektrolyte, d. h. ausfällend oder koagulierend.“

T. Seki¹⁾ hat in der tonigen Substanz eines vulkanogenen Lehmes von Morioka drei verschiedene wasserhaltige Tonerdesilicate gefunden:

1. ein allophanähnliches Tonerdesilicat, löslich in Salzsäure,
2. ein kaolinähnliches Tonerdesilicat, löslich in Schwefelsäure und
3. ein anauxitähnliches Tonerdesilicat, unlöslich in Schwefelsäure.

Auf die von diesen Autoren hervorgehobene „Löslichkeit“ in Salz- und Schwefelsäure kommt es bei der Einteilung der wasserhaltigen Aluminiumsilicate streng genommen nicht an, sondern auf die Zersetzlichkeit. Bei den kieselsäurereichereren tritt selbst bei leicht zersetzlichen eine völlige Auflösung zumeist nicht ein, da auch anfangs gelöste Kieselsäure infolge der koagulierenden Einwirkung der Salzsäure bald wieder ausgeschieden wird. Aber auch die „Zersetzlichkeit“ ist nicht absolut zu verstehen. Bekanntlich konnte G. v. Tschermak den im allgemeinen als (selbst durch Schwefelsäure) unzersetzlich geltenden Kalifeldspat durch mehrmonatliches Digerieren mit Salzsäure vollständig zersetzen oder gar auflösen. Noch jüngst hat A. v. Sigmund²⁾ gezeigt, daß konzentrierte Salzsäure je nach der Dauer der Einwirkung verschiedene Mengen aus einem Boden herauslöst.

Unter Berücksichtigung dieses Umstandes scheint mir die folgende Einteilung der wasserhaltigen Aluminiumsilicate die beste:

1. Die durch Salzsäure leicht zersetzlichen oder aufschließbaren.

Besondere Formeln für den Grad der Zersetzlichkeit können zurzeit nicht angegeben werden.

Ihrer Entstehung nach sind zu unterscheiden:

- a) die aus Lösungen ausgefallenen,
- b) die durch Abbau oder Auslaugung von kristallisierten salzsäurelöslichen Tonerdesilicaten oder von Gesteinen entstandenen.

¹⁾ T. Seki, Zwei vulkanogene Lehme aus Japan. Die landwirtsch. Versuchsstationen, 80, 871—890, (1913).

²⁾ A. von Sigmund, Intern. Mitt. Bodenk., 1914, 44.

Diese beiden Unterabteilungen sind jedoch schwer auseinanderzuhalten. In vielen Fällen kann man nur das Vorkommen angeben, ohne daß die Entstehung festzustellen ist. Infolgedessen mögen beide Gruppen gemeinsam besprochen werden.

2. Die durch Salzsäure schwer oder kaum zersetzlichen oder aufschließbaren.

Vielfach werden diese durch Schwefelsäure leichter aufgeschlossen.

Ihrer Entstehung nach kennt man hier bisher nur Abbau- oder Auslaugungsprodukte von schwerzersetzlichen kristallisierten Tonerdesilicaten, überwiegend von den Alkalifeldspäten. Diese sind auch am besten untersucht.

1. Die durch Salzsäure leicht aufschließbaren wasserhaltigen Aluminiumsilicate.

Zusammensetzung und Löslichkeit.

A. Ältere Analysen.

Die erste ausführliche Zusammenstellung älterer Analysen findet sich unter A. Breithaupts Porodinen oder Gutren. Sie ist zugleich die einheitlichste sowohl in chemischer wie in physikalischer Hinsicht. Die späteren der Hand- und Lehrbücher, auch die von mir veröffentlichte¹⁾, bringt mehr Heterogenes zusammen als die A. Breithauptsche. Da diese zudem über den Umfang der ganzen Gruppe gut unterrichtet, so gebe ich die Analysen nachstehend wieder. Hinter jeder Analyse folgen (mit a bezeichnet) die Molekularquotienten auf $\text{Al}_2\text{O}_3 = 1$ umgerechnet.

	1.	1a.	2.	2a.	3.	3a.
K_2O	—	—	0,50	0,03	—	—
MgO	—	—	2,01	0,25	Spur	—
CaO	—	—	2,81	0,25	3,90	0,32
Fe_2O_3	1,2	0,02	8,53	0,27	Spur	—
Al_2O_3	43,0	1	20,13	1	22,15	1
SiO_2	31,8	1,25	42,00	3,54	45,92	3,51
Borsäure	Spur	—	—	—	—	—
H_2O	21,0	2,78	24,00	6,77	25,86	7,27
	97,0		99,98		97,83	
	4.	4a.	5.	5a.	6.	6a.
CaO	0,25	0,43	0,73	0,41	—	—
CaCO_3	—	—	—	—	2,82	—
CaSO_4	—	—	0,52	—	0,78	—
CuCO_3	—	—	3,06	—	2,58	—
Fe_2O_3	—	—	0,27	0,05	0,30	0,01
Fe_3O_4	3,15	—	—	—	—	—
Al_2O_3	10,66	1	32,20	1	32,78	1
SiO_2	50,17	7,98	21,92	1,15	19,85	1,03
H_2O	35,83	19,08	41,80	7,37	40,23	6,97
	100,06		100,50		99,34	

¹⁾ H. Stremme, ZB. Min. 1908, 662.

	7.	7a.	8.	8a.	9.	9a.
CaO	Spur	—	—	—	—	—
CaSO ₃	0,75	—	—	—	—	—
CuCO ₃	Spur	—	2,83	—	—	—
Al ₂ O ₃	35,00	1	38,76	1	32,18	1
Fe ₂ O ₃	Spur	—	—	—	2,90	0,06
SiO ₂	22,00	1,07	24,11	1,05	22,30	1,16
H ₂ O	42,00	6,81	35,75	5,24	42,62	8,44
	99,75		101,45		100,00	
	10.	10a.	11.	11a.	12.	12a.
CaO	—	—	1,80	0,07	—	—
CuO	—	—	0,25	0,007	—	—
Al ₂ O ₃	44,5	1	46,20	1	34,0	1
Fe ₂ O ₃	—	—	2,95	0,04	—	—
SiO ₂	15,0	0,51	11,95	0,38	39,5	1,96
SO ₃	—	—	0,78	—	—	—
H ₂ O	40,5	5,17	36,30	4,44	26,5	4,43
	100,0		100,23		100,0	
	13.	13a.	14.	14a.	15.	15a.
MgO	—	—	—	—	1,70	0,13
Al ₂ O ₃	35,0	1	33,66	1	32,45	1
SiO ₂	40,0	1,94	40,66	2,03	43,10	2,25
H ₂ O	25,0	4,06	24,38	4,11	22,30	3,90
	100,0		98,70		99,55	
	16.	16a.	17.	17a.	18.	18a.
MgO	0,80	0,05	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	60,50	1	36,50	1	45,0	1
Mn ₂ O ₃	0,63	0,01	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—	—	2,95	0,07	—	—
SiO ₂	37,62	1,67	45,25	2,10	14,0	0,63
H ₂ O	—	—	14,00	2,18	42,0	6,23
	99,55		100,50		101,0	
	19.	19a.	20.	20a.		
Al ₂ O ₃	44,5	1	42,8	1		
SiO ₂	15,0	0,57	23,3	3,81		
H ₂ O	40,5	5,17	34,7	4,03		
	100,0		100,8			

1.—3. Bolus aluminicus oder Ochran. Spez. Gew. 2,460—2,501. Fundorte von 1. Orawitz in Kalk; anal. C. Kersten. 2. Striegau auf Klüften vulkanischer Gesteine; anal. J. Zellner. 3. Stolpen auf Klüften vulkanischer Gesteine; anal. G. F. Rammelsberg.

4. Sialus aluminicus oder Malthazit. Spez. Gew. 1,996—2,010. Steindörfel in der Lausitz, unter Blöcken verwitterten Basalts; anal. O. Meißner.

5.—8. Argillus opaloides oder Schrötterit. Spez. Gew. 1,98—2,01. Fundorte von 5. Gebersdorf bei Saalfeld; anal. F. Stromeyer. 6. Bleiberg in der Eifel; anal. C. Bergemann. 7. Firmi Dpt. Aveyron; anal. J. Guillemin. 8. unbekannt; anal. Walchner.

9. Argillus Allophanus oder Allophan. Spez. Gew. 1,88—1,90. Friesdorfer Braunkohle; anal. R. Bunsen. Enth. nicht bestimmte bituminöse Teile.

10. Argillus Gummites oder Gummit (Kollyrit; Halloysit z. T.). Spez. Gew. 1,922. Angleur; anal. P. Berthier.

11. Schrötterit von Freienstein; anal. V. Schumann.

12.—15. Galapectites Hallovii („einiger Halloysit oder Halloyit“). Spez. Gew. 2,188—2,185. Fundorte von 12. Angleur; anal. P. Berthier. 13. Guataque; anal. J. B. Boussingault. 14. La Vouth; anal. P. A. Dufrénoy. 15. Thieviere; anal. P. A. Dufrénoy.

16. u. 17. Steinmark. 16. Myelin von Rochlitz aus dem Quarzporphyr; anal. C. Kersten; außerdem nach A. Breithaupt 5% Wasser durch Erhitzen im Glaskolben. 17. Karnat von Rochlitz aus dem Quarzporphyr; anal. M. Klaproth.

18—20. Kollyrit. Von diesem wird nur die Löslichkeit in Schwefelsäure angegeben, ohne daß die in Salzsäure ausgeschlossen wird. Spez. Gew. 2,0—2,1. Fundorte von 18. Schemnitz; anal. M. Klaproth. 19. Ezquerria; anal. P. Berthier. 20. Weifenfels; anal. C. Kersten.

Außer diesen Stoffen werden von Aluminiumsilicaten ohne Analysen bei Lythocolla ein Glagerit oder Kollyrit und ein Melopsit erwähnt.

Diese Porodine A. Breithaupts, die wesentlich aus Kieselsäure, Tonerde und Wasser bestehen, zeichnen sich durch die leichte Zersetzlichkeit in Salzsäure, den zumeist hohen Wassergehalt und die geringe Menge von Bestandteilen aus, die an Kieselsäure und Tonerde gebunden sein könnten. Abweichend im Wassergehalt sind in der Hauptsache die beiden Steinmarkarten von Rochlitz, die nesterweise im rotliegenden Quarzporphyr des Rochlitzer Waldes vorkommen. Falls die Zersetzbarkeit in Salzsäure in der Tat zutrifft, wäre der niedrige Wassergehalt recht auffallend und vielleicht auf das hohe geologische Alter des Steinmarks zurückzuführen.

Das Verhältnis der drei Hauptbestandteile schwankt in diesen Analysen zwischen $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 0,38 \text{ SiO}_2 : 4,44 \text{ H}_2\text{O}$ im Schrötterit (A. v. Schrötter) bis $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 7,9 \text{ SiO}_2 : 18,9 \text{ H}_2\text{O}$ im Malthazit.

Aus A. Breithaupts Zusammenstellung der Porodine ist auch zu ersehen, welche Stoffe unter Umständen die Kieselsäure oder die Tonerde vertreten können. Schon in den mitgeteilten Analysen finden sich Eisenoxyd, Manganoxyd und Kupferoxyd in nennenswerten Mengen, welche ebenfalls vielfach in porodiner bzw. kolloider Form vorkommen. In A. Breithaupts Bolus ferricus ist ein Eisenoxydgehalt von 23,50% gegenüber einem Tonerdegehalt von 3,01% angegeben, im Chloropal ein solcher von 35,2 bzw. 1,0% neben 2,0% Manganoxyd. Eisenoxyd überwiegt auch im Pinguet (Sialus ferricus), Nontronit, Plinthit. In einer Analyse vom grünen Chromophan (Wolchonskoit) tritt neben Tonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd eine beträchtliche Menge von Chromoxyd in den Vordergrund, auch etwas Bleioxyd ist vorhanden. Auch dieses Mineral wird von Salzsäure aufgeschlossen. Im Chalcophan überwiegt das Kupferoxyd, im Pimelith das Nickeloxyd, im Kerolith die Magnesia, im Pyrorthit Ceroxydul und Yttererde, im Oravit Zinkoxyd. Nur bei Pyrorthit, Nontronit, Plinthit wird die Löslichkeit in Salzsäure nicht ausdrücklich angegeben, aber auch nicht ausgeschlossen. Alle diese Stoffe verhalten sich bei der Ausfällung aus Lösungen ebenso wie Tonerde und Kieselsäure, sie scheiden sich in kolloider Form ab und behalten diese zumeist längere Zeit hindurch bei. Man kann unter solchen Umständen streng genommen alle Stoffe, die sich in kolloider Form abscheiden und diese längere Zeit hindurch beibehalten, als Vertreter von Tonerde und Kieselsäure ansehen, ja selbst solche Stoffe, die sich nach ihrer Abscheidung leicht aus den kolloiden in die

kristalline Form umwandeln, aber in Gegenwart von solchen, die in der kolloiden Form lange verharren, ebenfalls lange kolloid bleiben. Dafür ein Beispiel aus dem Laboratorium. Bei der Umsetzung von Chlorcalcium mit Natriumcarbonat in Lösung fällt Calciumcarbonat in kolloider Form aus. Nach wenigen Minuten (höchstens einer halben Stunde) geht der voluminöse Niederschlag unter lebhafter Kohlensäureentwicklung in den kristallinen Zustand über, der ein wesentlich geringeres Volumen aufweist. Wenn man dagegen eine Mischung von Natriumcarbonat- und -silicatlösungen mit Chlorcalciumlösung versetzt, dann fällt ein voluminöser Niederschlag, der noch nach Monaten nicht kristallin geworden ist, auch keine Beimengung von kristallinem Material aufweist, obwohl er Calciumcarbonat enthält.

Seit dem Erscheinen von A. Breithaupts Zusammenstellung ist noch eine große Zahl von Mineralien beschrieben worden, die in die Verwandtschaft der vorstehend aufgezählten gestellt wurde. Doch sind oft mit dem gleichen Namen Stoffe von anderen Eigenschaften belegt worden. So beschrieb Fr. Kovář¹⁾ eine halloysitähnliche Erde von Wür in Mähren mit der Zusammensetzung 45,72 SiO₂, 38,80 Al₂O₃, 0,29 Fe₂O₃, 0,90 CaO, 0,18 MgO, 14,36 H₂O. Summa 100,25. Für einen Halloysit ist der Wassergehalt zu gering; dieser stimmt mit dem des Kaolins überein. Da keine Löslichkeitsbestimmung gemacht zu sein scheint, so ist kein Grund zur Annahme eines Halloysits vorhanden.

Irrtümlich wurden auch Mineralien hierhergestellt, die in Salzsäure schwer zersetzlich sind: z. B. von mir²⁾ der von A. Breithaupt mit Recht zu den Glimmern gestellte Anauxit. Unter Montmorillonit und Razoumoffskin sind Mineralien mit hohem Wassergehalt neben solchen mit niedrigem beschrieben, diese sind wahrscheinlich salzsäureunlöslich. M. Klaproths Cimolit stellt eine Tonablagerung von der Vulkaninsel Kimolos oder Argentiera dar. Sie ist in Salzsäure nicht unbeträchtlich löslich, besteht aber wahrscheinlich nur zum Teil aus salzsäurelöslichem Material. Vielleicht handelt es sich bei diesem Cimolit, welcher vor dem Lötrohre zu weißem Glase schmilzt, um ein Gemenge verschiedener Aluminiumsilicate. Als Cimolit wird aber von C. F. Rammelsberg, K. v. Hauer, A. Knop, K. Glinka, W. Smirnoff, St. J. Thugutt auch ein Zersetzungsprodukt von Augiten bezeichnet, das in Pseudomorphosen nach Augit häufig vorkommt. Zum Unterschiede von M. Klaproths Cimolit vermochte ich nur etwas Eisenoxyd aus diesem Mineral zu lösen. Vor dem Lötrohre ist er nach K. v. Haushofer³⁾ unschmelzbar. Schon K. v. Haushofer³⁾ erkennt diesen sog. Cimolit als „etwas ganz anderes“ als den M. Klaprothschen.

Von Halloysit gibt K. v. Haushofer an, daß er von Salzsäure nicht, von konzentrierter Schwefelsäure vollständig zersetzt würde, während A. Breithaupt die Salzsäurelöslichkeit bestimmt feststellt. Bol wird von A. Breithaupt ebenfalls als salzsäurelöslich bezeichnet. A. Breithaupt erwähnt ein Vorkommen von „trappischem Bol“ im Basalt von Stolpen. Nach C. F. Rammelsberg⁴⁾ wäre dieser Bol nur teilweise in Salzsäure löslich. Es ist also die Verschiedenheit in der Benennung und der Angabe der Löslichkeit groß. Es hilft hier lediglich eine systematisch durchgeführte Untersuchung dieser Stoffe

¹⁾ Fr. Kovář, Chem. Blätter, Prag 1899. Ref. N. JB. Min. etc. 1900 I, 23.

²⁾ H. Stremme, ZB. Min. etc. 1908, 667.

³⁾ K. v. Haushofer, Leitfaden für die Mineralbestimmung 1892, 212.

⁴⁾ C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. 37, 180 (1839).

auf ihre Eigenschaften, wie sie vor einigen Jahren durch R. van der Leeden¹⁾ begonnen und durch B. Aarnio fortgesetzt wurde. Bei der Auswahl der Stoffe für die Analyse ist zu berücksichtigen, daß Hydrogele charakteristische Eigenschaften einbüßen, wenn sie austrocknen und lange in trockenem Zustande verharren. Auch die Löslichkeit wird beeinflußt. Während frisch gefällte Tonerde leicht löslich ist, wird jahrealte, ausgetrocknete schwieriger in Lösung gebracht. Das gleiche gilt für die Allophanoide. Von einem alten, ausgetrockneten Allophan von Visé brachte R. van der Leeden durch 96stündiges Schütteln mit Normallessigsäure etwa 11% der festen Substanz in Lösung, während die gleiche Behandlung einen frischen Allophan von Unterdorf bis auf einige Braunsteinkörner vollständig auflöste.²⁾ Da mir ähnliche Unterschiede aus mehrjähriger Arbeit mit künstlichen Fällungen von Tonerde-Kieselsäuregemischen bekannt waren,³⁾ so glaubte ich bei der Zusammenstellung der in genannter Arbeit stehenden Tabelle der Allophanoide von der eingehenden Berücksichtigung der Säurelöslichkeit dieser Stoffe Abstand nehmen zu sollen. Doch dürfte das Altern der Allophanoide kaum bis zum völligen Unzersetzlichwerden durch Salzsäure führen.

An genauen Löslichkeitsversuchen liegen bis jetzt die durch R. van der Leeden mit Essigsäure und durch B. Aarnio mit Salzsäure und Essigsäure unternommenen vor. R. van der Leedens Ergebnisse (1 g Substanz mit 100 ccm Normallessigsäure bei 96 stündigem Schütteln in der Schüttelmaschine, Zimmertemperatur) lassen sich zu folgender Tabelle zusammenstellen:

B. Neuere Analysen.

	21.	21a.	22.	22a.	23.	23a.
Na ₂ O . . . }	1,77	0,34	0,82?	0,19?	0,60	0,07
K ₂ O . . . }					Spur	—
MgO . . .	0,91	0,07	0,25	0,23	0,57	0,10
CaO . . .	1,91	0,10	1,22	0,80	1,07	0,14
CuO . . .	0,69	0,02	—	—	—	—
MnO ₂ . . .	—	—	—	—	0,50	—
Fe ₂ O ₃ . . .	0,81	0,015	0,31	0,07	1,60	0,07
Al ₂ O ₃ . . .	32,89	1	2,74	1	13,91	1
SiO ₂ . . .	21,37	1,58	1,31	0,85	7,80	0,95
Glühverlust .	39,67	—	—	—	74,22	—
	100,02		6,65		100,27	
	24.	24a.	25.	25a.	26.	26a.
Na ₂ O . . .	0,80	0,09 }	0,72	0,013	0,82?	0,25
K ₂ O . . .	0,035	0,003 }				
MgO . . .	0,50		0,17	0,011	—	—
CaO . . .	0,60	0,08	0,48	0,023	0,20	0,16
MnO ₂ . . .	ungelöst	—	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃ . . .	1,60	0,07	0,38	0,007	0,16	0,05
Al ₂ O ₃ . . .	14,00	1	35,37	1	2,15	1
SiO ₂ . . .	7,00	0,85	40,12	1,92	0,47	0,37
Glühverlust .	—	—	22,70	—	—	—
	24,535		99,94		3,80	

¹⁾ R. van der Leeden, ZB. Min. etc. 1911, 173.

²⁾ H. Stremme u. B. Aarnio, Z. prakt. Geol. 1911, 340.

³⁾ H. Stremme, a. a. O. 1908, 625.

21. u. 21a. Allophan von Visé, ausgetrocknetes Sammlungsmaterial; 22. u. 22a. dessen Löslichkeit in Normalessigsäure s. o.; 23. u. 23a. Allophan von Unterdorf durch Hofrat R. Canaval gesammelt, frisch, bergfeucht; 24. u. 24a. dessen Löslichkeit in Normalessigsäure; 25. u. 25a. Halloysit von Herrnberg, ausgetrocknetes Sammlungsmaterial; 26. u. 26a. dessen Löslichkeit in Normalessigsäure.

Bei diesen Versuchen zeigt sich eine Erscheinung, die für die Löslichkeitsversuche mit Säuren charakteristisch ist. Die Kieselsäure scheint in relativ geringerem Grade in Lösung zu gehen als die übrigen Bestandteile, namentlich die Tonerde. Tatsächlich dürfte ein größerer Teil ursprünglich gelöst gewesen, aber bald wieder durch die Säure koaguliert sein. Stärker als Essigsäure wirken Salz- und Schwefelsäure. J. M. van Bemmelen empfiehlt bei deren Anwendung die nachträgliche Behandlung des ungelösten Rückstandes mit Natronlauge, wodurch die koagulierte Kieselsäure gelöst wird. Auf diese Weise ist die Zersetzung mit Hilfe der Säure vollständig kontrolliert. Im Vergleich zur wasserfreien festen Substanz waren gelöst beim Allophan von Visé fast 11%, beim Halloysit von Herrnberg fast 5%, der frische Allophan von Unterdorf nahezu vollständig. Die Lösung des letzteren war trübe und ließ sich nicht klar durch Papier filtrieren. Relativ am größten ist bei den wenig gelösten Stoffen die Löslichkeit der Basen.

Die Versuche von B. Aarnio¹⁾ mit Salzsäure und Essigsäure sind weniger eingehend. Doch untersuchte B. Aarnio kein Sammlungsmaterial, sondern drei frische, zum Teil bergfeuchte Mineralien, einen Tonerdesifenstein (27) von Mühlbach-Szászebes in Siebenbürgen, ein braunrotgeflecktes Material, Malthazit (28), von Zadebra in Galizien und einen Allophan (29) von Canezza, Südtirol. Die Zusammensetzung dieser drei Stoffe war:

	27.	27a.	28.	28a.	29.	29a.
Na ₂ O . . .	0,96	0,12	0,16	0,02	0,35	0,05
K ₂ O . . .	1,69	0,13	0,96	0,06	0,11	0,01
MgO . . .	2,95	0,51	3,95	0,65	0,48	0,11
CaO . . .	2,60	0,33	2,51	0,29	0,20	0,03
Fe ₂ O ₃ . . .	2,65	0,12	2,18	0,09	1,96 (kein FeO)	0,12
Al ₂ O ₃ . . .	14,01	1	15,58	1	10,86	1
TiO ₂ . . .	Spur	—	Spur	—	—	—
SiO ₂ . . .	57,58	7	50,17	5,47	7,48	1,17
P ₂ O ₅ . . .	0,12	0,06	0,16	0,08	Spur	—
SO ₃ . . .	—	—	—	—	0,44	0,05
H ₂ O (bei 105°)	14,60	5,92	19,13	6,95	71,93	37,66
Glühverlust .	3,29	1,19	4,75	1,72	5,94	3,11
	100,45		99,55		99,75	
Hygroskopizität	26,05		33,47		28,27	

Mit den drei Tonen wurden die folgenden Löslichkeitsversuche angestellt. Es wurden von 27. und 28. je 2 g Substanz, von 29. 5,1985 g mit je 200 ccm Salzsäure (spez. Gew. 1,19) bzw. Normalessigsäure 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur in der Schüttelmaschine geschüttelt. Es lösten sich von

- 27. in der Salzsäure 21,95%, unlöslich blieben 78,05%, davon waren 64,02% SiO₂; in der Essigsäure 19,51%;
- 28. in der Salzsäure 27,81; in der Essigsäure 23,95%;

¹⁾ B. Aarnio, Allophanartige Tone, ZB. Min. etc. 1914.

29. in der Salzsäure 92,89%, unlöslich blieben 7,11%, davon waren nur 0,08% nicht Kieselsäure; in der Essigsäure 84,39%, doch lief die Flüssigkeit trübe durch Papierfilter, erst durch Anwendung eines Tonerdetiegels vor der Saugpumpe war eine klare, aber noch opalisierende Lösung zu erhalten. Auf diesem Tiegel blieben 15,61% der Substanz.

Wie beim Allophan von Unterdorf entstand also auch bei frischem Material aus Kärnten, das ebenfalls von R. Canaval aufgefunden war, infolge der Behandlung mit Essigsäure ein Hydrosol, während die Salzsäure alles mit Ausnahme der Kieselsäure löste und diese wahrscheinlich auch erst wieder aus der Lösung abschied. Worauf die geringere Löslichkeit in der Salzsäure bei 27 und 28 zurückzuführen ist, muß dahingestellt bleiben. Der Seifenstein 27 zeigt im Rückstande eine wesentliche Anreicherung der Kieselsäure von 70 (im wasserfreien Seifenstein) auf 82%. Die Hygroskopizität ist bei 27 und 28 ebenso hoch wie bei dem Gel 29.

Verhalten beim Erhitzen und Verhalten des Wassers.

Das auffällige Verhalten des Wassers ist häufig studiert worden, so von R. Helmhacker¹⁾ dasjenige eines Halloysits von der Grube Kozla bei Drenkova im Banat. Dieser bildete eine Platte in einem Steinkohlenflöz des unteren Lias und war unvollkommen schalig, stark glasglänzend, licht wachsgelb. In Säuren löslich. Härte 2,5, nach dem Glühen 4. Spez. Gew. 1,962 u. 1,985. Das spezifische Gewicht änderte sich mit der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft. Der Halloysit war in hohem Maße hygroskopisch. Er verlor über H_2SO_4 im Exsiccator 10%, beim Erwärmen auf 220° 18%, beim Glühen 28,9% H_2O . Zwei Analysen des über H_2SO_4 getrockneten Materials ergaben:

	(A. Hoffmann)	(R. Helmhacker)
MgO	Spur	Spur
CaO als Calcit	2,55	2,31
Fe ₂ O ₃	} 34,84 (1)	0,27 (1)
Al ₂ O ₃		32,07
SiO ₂	40,19 (1,95)	36,34 (1,93)
H ₂ O bei 100°	8,08	10,59
Glühverlust über 100° (incl. CO ₂ , org. Subst.)	15,27	18,29
	100,93	99,87

Einen Schrötterit von einer alten Halde bei Freienstein (Leoben) fand R. Helmhacker zusammengesetzt aus glasglänzendem Halloysit und kreideweißem Variscit. Ersterer verlor über Schwefelsäure im Exsiccator 3,93, bei 100° 10,9 und beim Glühen 28,5%.

Razumoffskyn aus dem Lavanttal, der nach dem Herauslösen der färbenden Kupfercarbonate durch kalte Salzsäure als ein weiß durchscheinender Ton zurückblieb, welcher erst später angegriffen wurde, gab an H_2SO_4 im Exsiccator 6,5—10% H_2O ab, durch Erhitzen auf 160° 15,4%. Beim Stehen an der Luft wurde Wasser wieder angezogen, das aufgenommene entwich beim Erhitzen schneller wieder als das ursprünglich vorhanden gewesene. Zwei Analysen ergaben:

¹⁾ R. Helmhacker, Tsch. min. Mit. 2, 229.

	(R. Helmhacker)	(A. Hoffmann)
MgO	Spur	Spur
CaO als Calcit	0,83	1,80
CuO als Kupferlasur	3,25	5,77
Al ₂ O ₃	25,26 (1)	25,55 (1)
SiO ₂	43,06 (2,90)	41,94 (2,70)
H ₂ O bei 100°	8,44	9,35
Glühverlust über 100°	20,10	15,16
	100,94	99,57

Ähnliche Erfahrungen wie R. Helmhacker hat K. John¹⁾ mit einem anderen Halloysit gemacht, welcher bei Tüffer gangförmig in einem Hornfelstrachyt vorkam und unregelmäßige Knollen bildete. Drei verschiedene Proben ergaben:

	I halbdurchsichtig	II weiß, kompakt	III weiß durchscheinend
H ₂ O bei 100°	15,75	14,97	12,30
über 100°	13,05	13,23	13,50

Ein Teil des Wassers trat sehr leicht aus, schon beim Stehen an der Luft sank der Wassergehalt des Pulvers von I auf 21,5%.

Besonders eingehende Untersuchungen über das Verhalten hierhergehöriger Mineralien beim Erhitzen hat H. Le Chatelier²⁾ angestellt. Allophane von St. Antoine, Visé, Utah, ein Kollyrit aus den Pyrenäen zeigten beim Erhitzen eine deutliche Verlangsamung der Temperatursteigerung zwischen 150 und 220°; bei 1000° erfolgte plötzliche Beschleunigung. Bei Halloysiten von Angleur, Miglos, Laumède, Huelgoat, Breteuil und Rußland, und einem Severit von St. Severs, bemerkte H. Le Chatelier eine erste sehr bedeutende Verlangsamung, die bei 900° endete und von 1000° ab eine plötzliche Beschleunigung. Sämtliche von H. Le Chatelier untersuchten sedimentären Tone und die meisten „chemischen“ zeigten dieses Bild. Die möglicherweise auch zum Teil hierherzustellenden Mineralien Montmorillonit von St. Jean de Côte und Confolens, Confolensit von Confolens, Steargylit von Poitiers, Cimolit von Kimolos zeigten einen ersten sehr bedeutenden Anhalt gegen 200°, einen zweiten weniger scharfen bei 770°, einen dritten zweifelhaften bei 950°. Der Steargylit von Poitiers war mit schwach angesäuertem Wasser kalkfrei gemacht worden, wobei gleichzeitig ein feiner roter Ton in der Suspension fortgeführt wurde. Als Rückstand blieb ein weißer homogener Ton der Zusammensetzung: SiO₂ 49; Al₂O₃ 23,1; Fe₂O₃ 2,4; CaO 0,5; H₂O (250°) 16,7; H₂O (bei Rotglut) 7; Summe 98,7.

Die zahlreichen Halloysite, die H. Le Chatelier untersuchte, zeigten ein anderes Verhalten des Wassers als der Steargylit und die Halloysite, welche R. Helmhacker und K. John untersucht hatten. Es wurde durchgehends der kleinere Teil des Wassers beim Erhitzen bis 250° ausgetrieben, der zu meist wesentlich größere entwich erst bei über 400°. Die Wassermengen verhielten sich bei den verschiedenen Halloysiten:

	Angleur	Miglos	Huelgoat	Breteuil	Laumède	Rußland
oder 24 Stdn. bei 150°	8,5	6,5	5,4	12,5	4	7
1/4 Stunde bei 250°						
über 250°						
	(in 100° 14,3)	(14)	(14,3)	(14,3)	(13,6)	(14)

¹⁾ K. John, Halloysit von Tüffer, zit. nach N. JB. Min. etc. 1879, 614.

²⁾ H. Le Chatelier, Bull. Soc. min. 1887, 204; Z. f. phys. Chem. 1887, 396.

Eine Anzahl der hierhergehörigen Mineralien studierte auch E. Löwenstein¹⁾ auf das Verhalten des Wassers beim Erhitzen, wobei zum Teil Unterschiede gegenüber den Resultaten H. Le Chateliers und Übereinstimmung mit denen R. Helmhackers und K. Johns zutage traten. Ein Halloysit von Laurion mit 32,79 Al₂O₃; 38,41 SiO₂; 27,58—27,62 H₂O; Summe 98,78—98,82; (1Al₂O₃:1,98 SiO₂) verlor beim Erhitzen auf 110—130° sowie kontinuierlich über einer 97%igen Schwefelsäure 21,4% H₂O. Der Rest von 6,2% entsprach etwa einem Molekül H₂O auf Al₂O₃·2SiO₂ (berechnet 5,9%). Ein Collyrit von Laubach mit 45,14 Al₂O₃; 27,03 SiO₂; 25,21—25,39 H₂O; Summe 97,38—97,56; (1Al₂O₃:1,01 SiO₂) verlor beim Erhitzen auf 110—130° 9,9—10,1% H₂O, desgleichen über Schwefelsäure, während 15,2%, also 3% weniger als 2 Molekül H₂O entspricht, zurückblieben. Ein Montmorillonit von Montmorillon verlor beim Glühen 25,68—25,81 H₂O, beim Erhitzen auf 110—130° und kontinuierlich über 97% iger Schwefelsäure 21,75—22,04, so daß nur 4% zurückblieben.

K. Glinka²⁾ untersuchte einen Halloysit von Tschakwa, welcher die Zusammensetzung hatte:

CaO . . .	0,56	0,03
Fe ₂ O ₃ . . .	0,47	0,01
Al ₂ O ₃ . . .	34,35	1,00
SiO ₂ . . .	37,77	1,83
H ₂ O . . .	26,97	4,10
	100,12	

Dieser wurde fortlaufend, zuerst im Sandexsiccator, dann über Schwefelsäure und zuletzt im Trockenschrank bei 100—405° getrocknet. Die einzelnen Daten sind:

Verlust im Sandexsiccator in 1 mal 24 Stunden	1,11% H ₂ O
" 2 " 24 " "	1,33
" 2,5 " 24 " "	1,42
" 3 " 24 " "	1,5
Verlust über Schwefelsäure " 1 " 24 " "	8,7
" 2 " 24 " "	11,14
" 3 " 24 " "	11,63
" 4 " 24 " "	11,76
" 5 " 24 " "	11,89
" 6 " 24 " "	11,93
Gesamtverlust im Sandexsiccator über die Schwefelsäure . . . " 9 " 24 " "	13,43
Späterer Verlust bei 100°	2,44
" " " 180°	0,08
" " " 200°	0,01
" " " 300°	0,005
" " " 405°	1,41

Anzufügen sind weiter noch die von B. Aarnio untersuchten und im vorigen Kapitel mitgeteilten Stoffe: der Tonerde-Seifenstein von Mühlbach, der Malthazit von Zadebra und der Allophan von Canezza. Diese zeigten einen Wasserverlust bei 105° von 14,60 bzw. 19,13 bzw. 71,93% und einen Glühverlust von 3,29 bzw. 4,75 bzw. 5,94%.

¹⁾ E. Löwenstein, Z. anorg. Chem. **63**, 95 (1909).

²⁾ K. Glinka, Studien im Gebiete der Verwitterungsprozesse, (St. Petersburg 1906), 57.

Bei allen diesen Untersuchungen zeigten die Halloysite von Kozla, Freienstein, Tüffer, Laurion und Tschakwa, der Steargylit von Poitiers, der Razumovskyn aus dem Lavanttal, der Montmorillonit von Montmorillon, der Tonerde-Seifenstein von Mühlbach, der Malthazit von Zadebra und der Allophan von Canezza den Hauptverlust des Wassers bei 100—250°, während die Halloysite H. Le Chateliers und der Collyrit von Laubach eine beträchtlichere, zu meist sogar erheblich überwiegende Wassermenge erst beim Glühen abgaben. Diese Erscheinung wird beim Kaolin stets beobachtet. Es liegt daher nahe, anzunehmen, daß die Halloysite H. Le Chateliers und der Laubacher

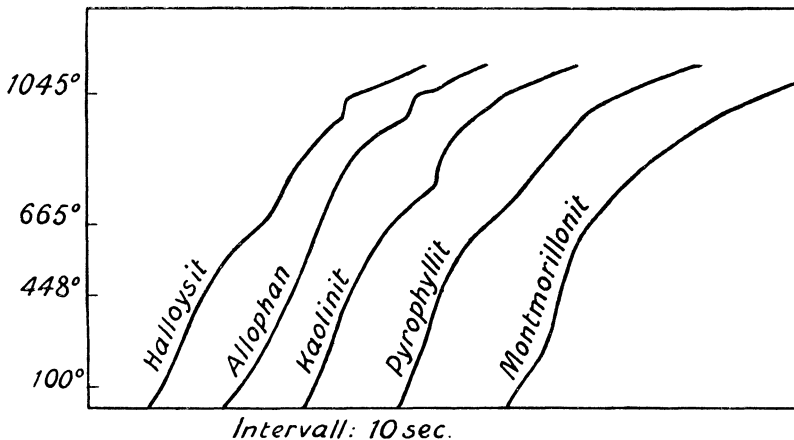


Fig. 1. H. Le Chateliers Ergebnisse, von G. Keppeler in Kurven umgezeichnet.

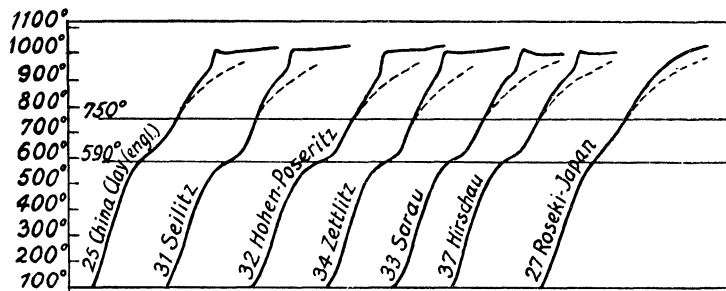


Fig. 2. Erhitzungskurven von Kaolinen nach G. Keppeler.

Collyrit eine erhebliche Beimengung von Kaolin hatten. Im umgekehrten Falle zeigten weiße Basalttone, welche die Zusammensetzung des Kaolins hatten, bei zu hohem Wassergehalte eine beträchtliche Menge an salzsäurelöslicher Substanz, während jedoch der Kaolingehalt überwog.¹⁾ Vergleiche, die G. Keppeler²⁾ mit Kaolinen verschiedener Herkunft anstellte, lassen den gleichen Schluß zu. G. Keppeler hat H. Le Chateliers Angaben in Kurven umgezeichnet und diese Kurven, die ich nachstehend wiedergebe, mit solchen verglichen, welche er mit Kaolinen, Tonerde, Kieselsäure und Gemengen

¹⁾ O. Grupe u. H. Stremme, J. preuß. geol. L.A. 1911, Teil I, 294.

²⁾ G. Keppeler, Sprechsaal 1913, 447.

mit basischen Farbstoffen sehr stark und mit sauren schwach, aber deutlich. Ich selbst konnte feststellen, daß hierhergehörige Mineralien die Farbstoffe zwar aufnahmen, diese aber durch die vorhandenen basischen Bestandteile entfärbt wurden, falls die Salze der Farbstoffsäuren farblos waren. Bei alten ausgetrockneten Sammlungsstücken ging die Entfärbung langsam, bei frischen bergfeuchten schnell vor sich.

Ein quantitativer Versuch der Farbstoffadsorption wurde von H. Stremme und B. Aarnio¹⁾ mit dem oben erwähnten bergfeuchten, frischen Allophan von Unterdorf angestellt. 2,5 g Allophan entfärbten 0,2447 g Fuchsin S einer Lösung, die 0,5 g im Liter enthielt. Ein beträchtlicher Anteil an dieser Entfärbung dürfte auch hier durch die Basen des Allophans hervorgerufen sein.

Verhalten gegen Lösungen anorganischer Stoffe.

R. van der Leeden²⁾ behandelte einen alten ausgetrockneten Allophan von Ohio mit Knopscher Chlorammoniumlösung und fand eine Abgabe von 0,8 % CaO aus dem Allophan, welcher im ganzen 1,62 % enthielt, an die Lösung, während Ammoniak aufgenommen wurde.

B. Aarnio³⁾ schüttelte je 5 g des mehrfach erwähnten Tonerde-Seifensteins von Mühlbach und des Malthazits von Zadebra 3 Stunden lang mit je 250 ccm Knopscher Chlorammoniumlösung, welche 5 g NH_4Cl in 1000 g enthielt. Der Seifenstein nahm 0,163 g Cl und 0,06087 g NH_4 , der Malthazit 0,0274 g Cl und 0,06215 g NH_4 auf. Nach dem Abgießen der Flüssigkeit wurden die gleichen Substanzen nochmals mit je 250 ccm der frischen Lösung geschüttelt. Es wurden aufgenommen 0,0278 g Cl und 0,01511 g NH_4 bzw. 0,0207 g Cl und 0,02557 g NH_4 . Insgesamt 0,0441 g Cl und 0,07598 g NH_4 bzw. 0,0481 g Cl und 0,08772 g NH_4 . Diese Mengen entsprechen einer Aufnahme von 0,18 Mol. Cl und 0,62 Mol. NH_4 bzw. 0,18 Mol. Cl und 0,64 Mol. NH_4 auf 1 Mol. Al_2O_3 . Da die Menge von NH_4 weit über die von Cl überwiegt, so muß ein Austausch von NH_4 gegen die äquivalente Menge K, Na, Ca, Mg stattgefunden haben. Außer diesem Austausch hat jedoch eine Adsorption von unzersetztem Salz aus der Lösung stattgefunden. Diese Adsorption beträgt bei dem Seifenstein 0,032 g bzw. 0,055 g NH_4Cl , insgesamt 0,088 g, d. h. 3,5 % des in Lösung befindlichen Salzes; bei dem Malthazit 0,054 g bzw. 0,041 g NH_4Cl , insgesamt 0,095 g, d. h. 3,8 % des in Lösung befindlichen Salzes.

Bei aller Verschiedenheit der Zusammensetzung ist die Absorption der beiden Mineralien fast die gleiche. Bei dem festeren Seifenstein, welcher auch den geringeren Wassergehalt, die geringere Hygroskopizität und die geringere Löslichkeit aufweist, ist sie etwas geringer. Es dürfte zwischen diesen Eigenschaften eine Beziehung bestehen.

Im März 1914, nachdem die beiden Stoffe 2 Jahre lang in verschlossener Stöpselflasche aufbewahrt waren, wurden sie von B. Aarnio nochmals mit verschiedenen Lösungen und zwar mit Zehntelnormallösungen von Schwefelsäure, Kalilauge, Bariumhydrat und Chlorcalcium untersucht. Je 1 g der Mineralien wurden mit je 5 bzw. 10 ccm der Lösung in einem Reagenrohr

¹⁾ H. Stremme u. B. Aarnio, Z. prakt. Geol. 1911, 329.

²⁾ Mitgeteilt von H. Stremme, Z. Dtsch. geol. Ges. Monatsb. 1910, 122.

³⁾ B. Aarnio, ZB. Min. etc. 1914.

24 Stunden stehen gelassen und dann die klare Flüssigkeit auf ihren Gehalt an Säure, Lauge oder Cl titriert. In gleicher Weise wurde der obenerwähnte Allophan von Canezza (Samml. R. Canaval) behandelt. Bei allen drei Mineralien war der Glühverlust gegenüber der ersten Bestimmung verändert, bei dem Seifenstein auf 13,24 ‰, bei dem Malthazit auf 27,77 ‰, bei dem Allophan auf 68,94 ‰.

Adsorbiert (in ihrem Verhalten geändert) wurden

		von je 1 g Seifenstein		Malthazit	Allophan
aus 5 ccm	n/10	H ₂ SO ₄	2,3 ccm	1,2 ccm	— ccm
" 10 "	" "	" "	3,0 "	1,1 "	1,8 "
" 5 "	" "	KOH	1,3 "	2,5 "	3,8 "
" 10 "	" "	" "	1,9 "	2,8 "	5,0 "
" 5 "	" "	Ba(OH) ₂	2,0 "	2,5 "	4,6 "
" 10 "	" "	" "	2,9 "	3,4 "	9,3 "
" 10 "	" "	CaCl ₂	— "	— "	— "

Gleichmäßig erscheint das Verhalten der Lösungen von KOH und Ba(OH)₂. Am stärksten ist die Aufnahme bei dem Allophan gewesen, am schwächsten bei dem Seifenstein. Im allgemeinen ist die Aufnahme aus 10 ccm nicht die doppelte der aus 5 ccm, doch ist die Vermehrung nicht ganz regelmäßig. Merkwürdig kontrastiert gegen das Verhalten der Laugen das der Schwefelsäure. Hier war die stärkste Aufnahme beim Seifenstein; beim Malthazit keine Vermehrung der Aufnahme mit steigender Menge. Vielleicht hat die Schwefelsäure die Mineralien bereits mehr oder weniger zersetzt. Bei Chlorcalcium ist keine Aufnahme von Cl konstatiert worden.

Die Aufnahme des KOH entspricht auf je 1 Mol. Al₂O₃ (14,80 bzw. 14,48 bzw. 15,24 ‰)

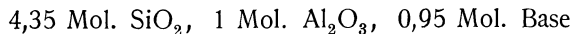
des Seifensteins	des Malthazits	des Allophans
0,050 Mol. K ₂ O	0,088 Mol. K ₂ O	0,13 Mol. K ₂ O
0,065 " "	0,098 " "	0,17 " "

Je höher der Wassergehalt, desto größer die Aufnahme. Doch ist diese Proportionalität nicht ganz streng. Die Glühverluste verhalten sich wie 1 : 2,09 : 5,20, die K₂O-Aufnahme wie 1 : 1,76 : 2,6. Die übrigen Unterschiede der drei Mineralien untereinander, wie Gehalt an Basen, Eisenoxyd, Kieselsäure, verlaufen in entgegengesetzter Reihenfolge.

Eine Umwandlung von Allophan in der Hitze führte J. Lemberg aus. Hierüber berichtet R. Gans¹⁾: „J. Lemberg führte einen Allophan von Woolwich, ein natürliches, kolloides Silicat von der Zusammensetzung



durch Einwirkung von Natriumsilicat bei 100° C in ein Silicat mit



über.“

Vorkommen und Entstehung.

Ein häufig beschriebenes Vorkommen der hierhergehörigen Mineralien ist das in Erz- und Kohlegruben, in denen sich aus sauren Wässern häufig Niederschläge von Allophan und Verwandten bilden. Ein genau studierter

¹⁾ R. Gans, ZB. Min. etc., 1913, 703.

Niederschlag ist der des Allophans von Canezza, welchen B. Aarnio¹⁾ analysiert hat. R. Canaval¹⁾ fand dieses Mineral im alten Mann einer verlassenen Erzgrube, welcher aus Stücken von pyrrhaltigem Chlorschiefer bestand. Das weiße bis gelbliche Gel ist durch Einwirkung saurer Tropfwässer auf den Chloritschiefer entstanden. Von diesen wurden 4 untersucht.

- Nr. 1: Reaktion sehr stark,
 CO₂ nicht nachweisbar,
 Cl geringe Spuren,
 H₂SO₄ sehr große Mengen,
 Die Reaktion ist hier am stärksten,
 Trockenrückstand 5,3120 g in 1 Liter,
 Glühverlust . . 0,6520 g,
 Cu 0,4808 g,
- Nr. 2: Reaktion sehr stark,
 CO₂ nicht nachweisbar,
 Cl geringe Spuren,
 H₂SO₄ sehr große Menge,
 Die Reaktion ist schwächer als bei 1, stärker als bei 3,
 Trockenrückstand 3,2236 g in 1 Liter,
 Glühverlust . . 0,2440 g,
 Cu 0,3260 g,
- Nr. 3: Reaktion schwach sauer,
 CO₂ nicht nachweisbar,
 Cl geringe Spuren,
 H₂SO₄ erhebliche Menge,
 Trockenrückstand 1,1862 g in 1 Liter,
 Glühverlust . . 0,2252 g,
 Fe₂O₃ + Al₂O₃ . 0,2112 g.
- Nr. 4: Reaktion schwach sauer,
 CO₂ nicht nachweisbar,
 Cl geringe Spuren,
 H₂SO₄ deutlich nachweisbar, aber weniger als bei 3,
 Trockenrückstand 0,5204 g in 1 Liter,
 Glühverlust . . 0,2740 g.

Da B. Aarnio in dem Gel kein Cu fand, so dürfte das analysierte Material dem Wasser 3 (vielleicht auch 4?) seine Entstehung verdanken. Das Gel selbst ist von dem Seifenstein von Zadebra und dem Malthazit von Mühlbach unterschieden auch im Basengehalt, 0,2 Mol. auf 1 Al₂O₃ gegenüber 1,09 bzw. 1,02 Mol. Die Ursache dieser Erscheinung wird in der sauren Beschaffenheit des Grubenwassers liegen.

Häufig ist das Vorkommen hierhergehöriger Mineralien auf Klüften und Spalten in Eruptiv- und Sedimentgesteinen. Der von B. Aarnio analysierte Malthazit von Zadebra wurde von C. Gäbert aufgefunden, welcher Autor sein Vorkommen folgendermaßen beschreibt: „Bei den Häusern von Zadebra und in der weiteren Umgebung steht ein vorwiegend horizontal lagernder, in Bänke geordneter, feinkörniger Sandstein an. Auf Klüften, die diesen Sandstein vorwiegend vertikal, aber auch horizontal durchsetzen, und die bis zu 10 cm mächtig werden, fand ich an einigen Stellen die braune Masse ausgeschieden, mitunter die ganze Kluft erfüllend. Nach der ganzen Art des Auftretens ist dieselbe auf Sickerwässer zurückzuführen, die im Sandstein zirkuliert haben. Wahrscheinlich ist also das Zement der winzigen Sand-

¹⁾ B. Aarnio, a. a. O.

steinkörnchen (tonige Substanzen, Spuren von Eisen und löslicher Kieselsäure, Spuren von Kalk usw.) durch Sickerwässer gelöst und auf den Klüften abgesetzt worden. Bei Zadebra schneidet sich ein kleiner Bachlauf tief und steil in die Sandsteinformation ein, an der linken Steilwand sind die Sandsteinbänke entblößt, aus deren Klüften ich die braune Masse entnommen habe. Steigt man von dem Steilufer hinauf auf das mindestens 50 m höher gelegene Plateau, so bemerkt man, daß der hier anstehende, einen höheren Horizont repräsentierende Sandstein schwach kalkig wird und außerdem zahlreiche, etwa faustgroße lithothamniumartige Knollen enthält.“

Vielfach sind Zersetzungsprodukte von Mineralien mit Namen belegt worden, welche die Zugehörigkeit der entstandenen Gebilde zu der hier besprochenen Gruppe ausdrücken sollen. Generell wird man annehmen dürfen, daß die salzsäurezersetzlichen, kristallisierten Tonerdekieselsäureminerale, Nephelin, Anorthit, Leucit, Gehlenit, Melilith, Hauyn-Nosean, die Sodalithe, die Zeolithe usw., zu salzsäurelöslichen Stoffen verwittern, welche oft amorph sein dürften.

Zeolithe sind bisweilen in Speckstein, „Grünerde“, Bol, Halloysit umgewandelt, die wohl auch als kaolinartige Massen bezeichnet werden. Nach J. Lemberg¹⁾, F. Cornu und K. Schuster²⁾ verwittert der Natrolith des Natrolithphonoliths vom Marienberg bei Außig zu einem in Salzsäure löslichen, bröckligen Material, welches F. Cornu als Halloysit bezeichnet.

Den Anorthitgehalt eines Basalts von der Bramburg fanden O. Grupe und H. Stremme³⁾ als salzsäurelöslichen Ton im zersetzten Gestein.

J. Janovsky⁴⁾ fand als Zersetzungsprodukt eines Gehlenits von Orawitza

MgCO ₃	. . . . .	0,55	—
CaCO ₃	. . . . .	3,76	—
Fe ₂ O ₃	. . . . .	8,51	0,18
Al ₂ O ₃	. . . . .	30,23	1
SiO ₂	. . . . .	27,98	1,57
H ₂ O	. . . . .	29,36	5,48
		100,39	

V. v. Zepharovich berechnete die Formel 8SiO₂ · 8R₂O₃ · 36 aq. Er hielt das Material für ein Gemenge und bestimmte es als Samoit.

Einen Leucit der Roccamonfina fand C. F. Rammelsberg⁵⁾ vorwiegend in weiche kaolinähnliche Masse umgewandelt (I):

	I	a		II	a		IIb	c		IIc	e	
Na ₂ O	11,94	0,78	}	0,45	0,03	}	0,13	0,01	}	0,32	—	
K ₂ O	0,64	0,03		6,10	0,24		6,10	0,34		—	0,28	—
MgO	—	—		0,25	0,02		0,12	0,01		0,13	—	
CaO	0,28	0,02		1,31	0,09		0,64	0,05		0,67	—	
Al ₂ O ₃	25,07	1	}	28,22	1	}	21,10	1	}	7,22	1	
Fe ₂ O ₃	—	—		0,69	0,02		0,68	0,02		0,01	—	
SiO ₂	53,39	3,62		49,56	2,97		17,50	1,41		32,06	6,8	
H ₂ O	9,26	2,09	Glühverl.	13,06	2,61	H ₂ O	—	—		—	—	
	100,58			99,64			46,27			40,41		

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 1883, 359.

²⁾ F. Cornu u. K. Schuster, Tsch. min. Mit. 26, 321 (1907).

³⁾ Vgl. H. Stremme, Die Chemie des Kaolins. Fortschr. Min. 1912, 111.

⁴⁾ J. Janovsky, Z. Dtsch. geol. Ges. 24, 212.

⁵⁾ C. F. Rammelsberg, Handb. Mineralchem. 1875, 444.

Nach freundlicher Mitteilung von F. Heber-Berlin finden sich an der Straße von Roccamonfina nach Conca, an der Gabelung des Weges nach Orchi, in einem völlig zersetzten Gestein (Leucitophylava oder -tuff) gelblich-graue, leicht zerbröckelnde und zerfallende Knollen von 1—3 cm Durchmesser in Form der Leucitoeder. Das bei 105° getrocknete Material ergab II, davon wurde durch Salzsäure aufgeschlossen IIb. Als Rest berechnet sich II d. „Die Stickstoffadsorption des gepulverten Materials betrug p. 5 g nach 15 Minuten: 35,2 mg N, die Kalkadsorption auf 5 g Substanz 36 mg, entsprechend einem Gesamtaustausch von 8,72 % CaO.“ D. h. also 55 % des CaO. Falls der ursprünglich vorhanden gewesene Leucit durch Salzsäure völlig zersetzbar gewesen wäre, würde hier eine Umwandlung von salzsäurezersetzlichen in unzersetzliches Tonerdesilicat vorliegen. Eine solche hat A. Sauer vom Leucit des Oberwiesenthaler Leucitophyrs beschrieben; hier war das Mineral anscheinend durch gewöhnliche Verwitterung in Orthoklas und Glimmer umgewandelt worden. Kaolin ist bei der von F. Heber aufgefundenen Zersetzung nicht entstanden. Doch ist das Zersetzungsprodukt nicht unter die hierhergehörigen Mineralien einzureihen. Obwohl das durch C. F. Rammelsberg analysierte Zersetzungsprodukt ganz andere Zusammensetzung hat als das von F. Heber aufgefundenene und einem Analcim entspricht, wird man angesichts der unvollständigen Zersetzlichkeit des Heberschen Materials seiner Zurechnung zu den hierhergehörigen Mineralien abwartend gegenüberstehen müssen. Wenn es salzsäurezersetzlich wäre, würde es jedenfalls nicht kolloid, sondern erdig sein.

Künstliche Darstellung.

Entsprechend der verschiedenen Entstehung in der Natur sind zwei Möglichkeiten der künstlichen Darstellung gegeben:

1. durch Ausfällung aus Lösungen,
2. durch Zersetzung oder Abbau (im Sinne F. Rinnes) von Mineralien.

1. Ausfällung aus Lösungen.

W. Gottwald¹⁾ hat in einer neueren Arbeit eine ausführliche Zusammenstellung der bisherigen Literatur gegeben. B. von Ammon, Scheurer-Kestner, H. Le Chatelier, Becquerel machten gelegentliche Einzelbeobachtungen über Ausfällung von Tonerdesilicaten aus Lösungen. Genaue Studien sind auf verschiedenen Wegen vor sich gegangen.

A. Ausfällung von Hydrosolen.

Sh. Kasai²⁾ ging systematisch vor. Durch Dialyse stellte er Kieselsäurehydrosol und durch trübes Durchlaufenlassen durch ein Filter Aluminiumsol her und ließ beide aufeinanderwirken. Dabei fand er vollständige Fällung, wenn das Mengenverhältnis der Tonerde zur Kieselsäure 1:3 war. Bei einem Überschuß blieb einer der beiden Komponenten in Lösung, jedoch nur zum Teil, während ein Teil ausgefällt wird, so daß das angegebene Verhältnis sich zugunsten der überschüssigen Komponente verschiebt. Er spricht deshalb seinen Stoff $(\text{SiO}_2)_3 \cdot (\text{Al}_2\text{O}_3)_1 \cdot \text{H}_2\text{O}_x$ als eine „lockere kolloidale Verbindung“ an. Gegen die Arbeit Sh. Kasais wird von W. Gottwald¹⁾ eingewendet,

¹⁾ W. Gottwald, Über die Umsetzungen zwischen Lösungen von Natriumsilicat und Aluminiumsulfat oder -chlorid. Inaug.-Diss. Erlangen 1913.

²⁾ Sh. Kasai, Die wasserhaltigen Aluminiumsilicate. Inaug.-Diss. (München 1896).

daß das trübe Filtrat des Aluminiumsols wahrscheinlich nicht chlorfrei und das Kieselsäuresol nicht alkalifrei war. In Wirklichkeit dürfte danach Sh. Kasai nicht mit reinen Solen gearbeitet haben, die Ausfällung also nicht auf die chemische Affinität von Al_2O_3 und SiO_2 zurückzuführen sein.

Später, W. Gottwald noch unbekannt, hat B. Aarnio¹⁾ Versuche mit reinen Hydrosolen von Tonerde und Kieselsäure angestellt. Beide waren gewonnen mit Hilfe der Dialyse durch Fischblase aus Aluminiumacetatlösung nach Verjagen der Essigsäure und aus Natriumsilicatlösung. Die Hydrosole fällten sich vollständig im Verhältnis von $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 0,73 \text{ SiO}_2$ bis $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 14,63 \text{ SiO}_2$. Von der Sh. Kasaischen Verbindung war nichts zu bemerken.

B. Ausfällungen aus Alkalisilicat und Aluminiumsalzen.

H. Stremme²⁾ nahm zu seinen durch O. Ruff veranlaßten Versuchen Aluminiumacetat und käufliche alkalische Wasserglaslösung (spätere Untersuchungen von E. Jordis haben gezeigt, daß Wasserglaslösungen nicht rein aus Natronlauge und Kieselsäure bestehen). Diese Lösungen ließ er unter bestimmter Verdünnung zur Erzielung bestimmter Konzentrationen an Säure und Alkali bei Zimmertemperatur so aufeinander einwirken, daß jeweils 1 Mol. Al_2O_3 auf 1, 2, 3 Mol. SiO_2 traf. Bei einem Verhältnis von $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 1 \text{ SiO}_2$ in der Lösung zeigte eine größere Versuchsreihe, daß bei der schwachen Säurekonzentration von 0,02 und 0,06facher Normalität kein Niederschlag fiel, sondern nur eine Trübung der Lösungen eintrat. Bei Neutralisation mittels Natronlauge trat völlige Ausfällung des gesamten Tonerde- und Kieselsäuregehaltes ein. Von 0,08 bis 0,3facher Normalität entstanden bleibende Fällungen mit geringerem Tonerdegehalt als bei Neutralisation; in der Lösung war Kieselsäure und Tonerde vorhanden. Bei noch stärkerer Säurekonzentration entstanden zunächst Flocken, die sich jedoch bald auflösten. Bei Anwendung von Schwefelsäure an Stelle der Essigsäure entstanden zwischen 0,03 und 0,06fach normalem Säuregehalt Niederschläge, über 0,075 normal blieb jedoch die Flüssigkeit klar. Auch bei einem Verhältnis von $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 2 \text{ SiO}_2$ und $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 3 \text{ SiO}_2$ in den Lösungen fiel die Gesamtmenge der vorhandenen Tonerde und Kieselsäure, sobald die Endflüssigkeit neutral wurde. Aus sauren Lösungen fielen wieder Niederschläge; die relativ reicher an Kieselsäure waren als die in Lösung befindlichen Stoffe. Diese Fällungen traten auch bei höheren Säurekonzentrationen ein als bei dem Verhältnis $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 1 \text{ SiO}_2$. Der Fällungsbereich wurde mit der Kieselsäuremenge größer. Auch bei Verwendung anderer Auflösungen von Tonerde und Kieselsäure treten Fällungen ein, die beide Stoffe in allen nur denkbaren Mengenverhältnissen aufweisen können. Fällungen mit bestimmtem Mengenverhältnis lassen sich herstellen, wenn man für Neutralisation der Endlösung sorgt. In den aus sauren Lösungen gefallenen Niederschlägen schwankte die Zusammensetzung zwischen $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 2,06 \text{ SiO}_2$ und $1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 7,64 \text{ SiO}_2$. In den Niederschlägen fanden sich in wechselnder Menge Natrium und Essigsäure. Diese wurden nicht mitbestimmt, nachdem eine Versuchsreihe gezeigt hatte, daß sie sich auswaschen ließen, ohne daß hierbei die Zusammensetzung hinsichtlich Al_2O_3 und SiO_2 eine wesentliche Änderung erlitten hätte.

W. Gottwald³⁾ wendet gegen diese Arbeit ein, daß die erhaltenen Nieder-

¹⁾ Mitgeteilt von H. Stremme, ZB. Min. etc. 1914.

²⁾ H. Stremme, Zur Kenntnis der wasserhaltigen Aluminiumsilicate. Inaug.-Diss. (Berlin 1903).

³⁾ W. Gottwald, l. c.

schläge nicht mit Wasser hätten ausgewaschen werden dürfen, da nach E. Jordis außer den adsorbierten Bestandteilen auch Teile der Niederschläge aufgelöst und in der Zusammensetzung verändert würden (W. Gottwald irrt hier, ich habe meine Niederschläge nicht ausgewaschen). Es müßten stets auch die übrigen Komponenten mitbestimmt und die gleiche Verdünnung innegehalten werden. (Letzteres ist mit Bezug auf Al_2O_3 und SiO_2 stets genauestens geschehen; ersteres war für die Fragestellung meiner Arbeit irrelevant.)

Später ließ E. Pukall¹⁾ in starker Verdünnung Metallsalzlösungen auf Natriummetasilicatlösungen einwirken, welche auf 1 Liter nur 1,625 g Silicat enthielten. Aus einer solchen Kombination von Natriumsilicat und Ammoniumalaun gewann er ein Produkt, welchem er die Formel $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ gab.

	Berechnet	Gefunden	Molekularverhältnis
Al_2O_3	41,46	40,22	1
SiO_2	36,59	38,77	1,63
H_2O	21,95	21,01	2,96

Dieser Stoff wie auch ein aus 2 Mol. Natriumsilicat und 1 Mol. Natriumaluminat in alkalischer Lösung gewonnener, stark alkalihaltiger lösten sich leicht in einem Überschuß von Natronlauge. Erwärmte man die klare Lösung auf dem Wasserbade, so fiel ein weißer kristallinischer Niederschlag, welchem E. Pukall die Formel $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gab.

	Berechnet	Gefunden	Molekularverhältnis
Na_2O	19,37	19,80	1,02
Al_2O_3	31,88	32,01	1
SiO_2	37,50	36,96	1,96
H_2O	11,21	10,83	1,92

W. Gottwald selbst nahm als Ausgangsmaterial für seine Versuche Lösungen von kristallisiertem reinem Natriumsilicat und von Aluminiumsulfat bzw. -chlorid. Diese Lösungen ließ W. Gottwald in ähnlicher Weise aufeinander einwirken, wie ich selbst mit den Lösungen von Wasserglas und essigsaurer Tonerde vorgenommen hatte. Angesetzt wurden Reaktionsgemische, welche enthielten:

- A. $2\text{Al} : 3\text{SiO}_2 : 3\text{SO}_4 : 1,5 \text{ Na}$,
- B. $2\text{Al} : 3\text{SiO}_2 : 3\text{SO}_4 : 6 \text{ Na}$,
- C. $2\text{Al} : 3\text{SiO}_2 : 6\text{Cl} : 6 \text{ Na}$ } mit verschiedenen Lösungen.
- D. $2\text{Al} : 3\text{SiO}_2 : 6\text{Cl} : 6 \text{ Na}$ }
- E. $2\text{Al} : 3\text{SiO}_2 : 6\text{Cl} : 6 \text{ Na}$ }

Aus diesen Reaktionsgemischen erfolgten Niederschläge nach einigen Minuten, in der Regel schneller bei Anwendung des Chlorids als bei der des Sulfats, während die überstehende Flüssigkeit oft leicht opalisierte. Gele wie Flüssigkeiten waren neutral, nur hin und wieder die Flüssigkeit schwach sauer. Die Zusammensetzung der Niederschläge war in Molekularzahlen:

¹⁾ H. Pukall, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **48**, II, 2095 (1910).

Natriumsilicat + Aluminiumsulfat.

Angesetzt nach	Dauer des Versuches einschl. Filtration	SiO ₂	Al	(Al ₂ O ₃)	SO ₄	Na
B	1 Stunde	1,0	0,8720	1,647	0,0469	—
A	1 Stde. 25 Min.	1,0	0,7633	1,475	0,0358	0,1899
A	4 Stdn.	1,0	0,7205	1,361	0,0124	0,3695
A	8 Tage	1,0	0,6786	1,282	0,0665	0,2770
A	14 Tage	1,0	0,6421	1,213	0,0940	0,4120

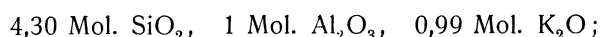
Natriumsilicat + Aluminiumchlorid.

Angesetzt nach	Dauer des Versuches einschl. Filtration	SiO ₂	Al	(Al ₂ O ₃)	Cl	Na
D	45 Min.	1,0	0,9341	1,764	0,1078	0,1352
C	48 Min.	1,0	0,8328	1,573	0,0927	0,2015
E	3 Stdn. 45 Min.	1,0	0,9849	1,860	0,0764	0,1359
E	1 Tag	1,0	0,9072	1,714	0,0650	0,1376
E	8 Tage	1,0	0,7526	1,421	0,0627	0,1210
D	10 Tage	1,0	0,6735	1,272	0,1179	0,1753
E	14 Tage	1,0	0,7280	1,375	0,0733	0,1195
D	4 Mon.	1,0	0,6813	1,287	0,0656	0,1954

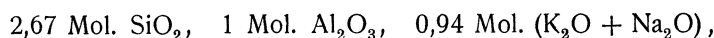
Hieraus ergibt sich, daß die schnell abfiltrierten, also jüngeren Produkte relativ reicher an Tonerde waren als die lange stehen gebliebenen. Anfangs war bedeutend mehr Aluminium relativ zum Kieseldioxyd im Niederschlag als im Reaktionsgemisch. Allmählich wurde das Verhältnis das gleiche. Stets war mehr Na als SO₄ oder Cl im Niederschlag, bei SO₄ sogar stets nur ein Vielfaches, bei Cl meist unterhalb des Zweifachen. SO₄ steigt mit der Versuchsdauer langsam an, Cl geht dem Na-Gehalte parallel.

C. Aus Alkalisilicat und Alkalialuminat.

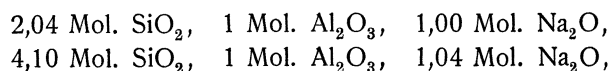
R. Gans¹⁾ hat eine Zusammenstellung älterer Versuche gegeben: J. Lemberg²⁾ erhielt „durch 6 tägige Digestion bei 100° von Tonerdehydrat mit wäßrigem Kaliumsilicat ein Silicat von der Zusammensetzung



H. St. Claire Deville³⁾ durch Kochen der gemischten Lösungen von Kaliumaluminat und -silicat ein Silicat:



B. v. Ammon⁴⁾ durch Einwirkung von kristallisiertem Natriumsilicat auf Alaun, wobei die Tonerde zuvor durch überschüssiges Na₂O in Natriumaluminat verwandelt wurde, zwei Silicate:



¹⁾ R. Gans, ZB. Min. etc. 1913, 702/3.

²⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 577, 579 und 28, 569, 570.

³⁾ H. St. Claire Deville, C. R. **53**, 324.

⁴⁾ B. v. Ammon, Diss. (Göttingen 1862).

H. P. Armsby¹⁾ ein Silicat:

3,54 Mol. SiO_2 , 1 Mol. Al_2O_3 , 1,01 Mol. Na_2O usw.“

K. Glinka²⁾ löste Hydrargillit in $33\frac{1}{3}\%$ iger Kalilauge, desgleichen amorphe Kieselsäure. Beim Vermischen beider Lösungen fiel kein Niederschlag. Erst durch Salzsäure ließ sich ein Niederschlag erhalten. Desgleichen konnte mit Auflösung von Halloysit (von Sirmium) und Kaolin (von Cornwall) in Kalilauge und Versetzen dieser mit der Auflösung von Kieselsäure keine Fällung erzielt werden. Auch hier erst beim Versetzen mit Salzsäure. Es fielen dann Gele, in denen Al_2O_3 sich zu SiO_2 verhielt wie 1:2,29; 1:2,39; 1:2,46; 1:2,37; 1:2,34. K. Glinka sprach diese Produkte als eine Verbindung $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ an.

Ich selbst konnte einen Niederschlag erst erhalten, nachdem ich in die Mischung der Lösungen von Natriumsilicat und Natriumaluminat Kohlensäure einleitete. Wenn die Konzentration des Alkalis in den Lösungen die gleiche war, so traten keine Fällungen ein. War dagegen die Konzentration des Alkalis in beiden verschieden, so fielen Gallerten und zwar zuerst in der verdünnteren Lösung.

R. Gans³⁾ schreibt über seine eigenen Erfahrungen mit Natriumsilicat und Natriumaluminat: „R. Gans erhielt durch Hydratation einer alkalischen Schmelze von 3 Gewichtsteilen Kaolin, 6 Gewichtsteilen Quarz und 12 Gewichtsteilen Natriumcarbonat ein Silicat 4SiO_2 , $1\text{Al}_2\text{O}_3$ und $1\text{Na}_2\text{O}$ Eine Konstanz zwischen SiO_2 und Al_2O_3 besteht bei diesen Versuchen nicht. Das erklärt sich daraus, daß die restierende Alkalität nicht genügend groß war, um die über die stöchiometrischen Verhältnisse hinaus vorhandene Kieselsäure in kristalloider Lösung zu erhalten. Die überschüssige Kieselsäure bleibt dann in kolloidaler Form im Reaktionsgemisch und ist als Verunreinigung des Aluminatsilicats aufzufassen. Arbeitet man jedoch mit größeren Überschüssen freier fixer Alkalien, so erhält man auch eine Konstanz des Verhältnisses $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3$. (Anm.: In der Natur ist der Überschuß an freiem Alkali ein ständig wechselnder und niemals gleichmäßiger, so daß ein konstantes Verhältnis von $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ nicht zu erwarten ist; die natürlichen Aluminatsilicate zeigen dementsprechend auch nicht das konstante Verhältnis von $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$.) So resultiert bei Anwendung gewisser Mengen Natriumsilicat und Natriumaluminat immer auf 3 Mol. SiO_2 je 1 Mol. Al_2O_3 und 1 Mol. Base; erhöht man aber den Gehalt an Natriumsilicat, so ergab sich die Zusammensetzung 4 Mol. SiO_2 , 1 Mol. Al_2O_3 , 1 Mol. Base. Den Gehalt an Mol. SiO_2 wird man vermutlich durch weiteren Zusatz von Natriumsilicat noch erhöhen können. Jedenfalls erhält man unter Innehaltung derselben Bedingungen immer die gleichen Molekularverhältnisse. Grundbedingung für das Zustandekommen dieser Konstanz der SiO_2 ist, daß im Reaktionsgemisch eine genügende Menge freien Alkalihydrats verbleibt, welches die überschüssige Kieselsäure in kristalloider Lösung erhält, die sonst als Kolloid durch die kolloide SiO_2 - Al_2O_3 -Verbindung mit zur Ausfällung gelangt und die letztere verunreinigt. Auf Grund der konstanten Molekularverhältnisse ist man jedenfalls berechtigt, die kolloidalen Aluminatsilicate als chemische Verbindungen aufzufassen.“ Diese Angaben von R. Gans sind nur summarisch. Es fehlen alle genaueren Angaben über die Lösungen und ihre Verwendung.

¹⁾ H. P. Armsby, Landw. Versuchsst. 21, 402 (1880).

²⁾ Zitiert nach W. Gottwald.

³⁾ R. Gans, ZB. Min. etc. 1913, 702/3.

	1		2		3		4		5		6		7		
	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.	
Agens	30% ige Natron- lauge	10 g Kaolin, 4,8 g Na ₂ OH, 30 g H ₂ O	auf Nr. 2 KCl- Lösung		auf Nr. 3 20% ige K ₂ CO ₃ - Lösung		20% ige Natron- lauge mit Na ₂ SO ₄ - gesättigt		8% ige Na ₂ O Lösung		1 Mol. Kaolin und 1 1/8 Mol. Na ₂ O SiO ₂ in 15% iger Lösung		1 Mol. Kaolin und 1 1/8 Mol. Na ₂ O SiO ₂ in 15% iger Lösung		
Temperatur	180—190°	210—220°	100°		220—230°		180—190°		180—190°		200—220°		200—220°		
Dauer	72 Stdn.	190 Stdn.	6 Wochen		190 Stdn.		74 Stdn.		33 Stdn.		190 Stdn.		190 Stdn.		
Form	amorph	kleine Säulen	—		—		amorph		amorph		Säulen und runde Körner		Säulen und runde Körner		
Na ₂ O	18,30	20,25	12,11	0,60	—	17,96	0,99	8,14	1,07	—	—	—	—	1	
K ₂ O	—	—	10,39	0,34	29,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
CaO	0,40	—	—	—	—	0,35	0,02	—	—	—	—	—	—	—	
Al ₂ O ₃	31,15	34,00	33,43	1	32,06	2,01	30,00	1	12,52	1	25,22	1	25,22	1	
SiO ₂	36,52	39,20	39,70	2,02	37,94	0,10	34,31	1,94	60,76	8,25	51,23	8,25	51,23	3,44	
H ₂ O	14,59	7,25	4,37	0,74	0,57	—	5,70	1,08	12,97	5,87	8,27	5,87	8,27	1,86	
Verschiedenes	—	—	—	—	—	—	11,82 Na ₂ SO ₄	—	—	—	—	—	—	—	—
In HCl unlösl.	—	—	—	—	—	—	—	—	5,90	—	—	—	—	—	
Summe	100,96	100,70	100,00	—	100,00	—	100,14	—	100,29	—	100,00	—	100,00	—	
Benennung	—	Sodalith. (Thugutt)	—	—	—	—	Sulfat- Sodalith (Thugutt)	—	—	—	—	—	—	—	

	8		9		10		11		12		13		14	
	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.	%	M.-V.
Agens.	Na ₂ CO ₃ -Lösung		25% ige Na ₂ S-Lösung		25% ige Kalklauge		15% ige K ₂ O-SiO ₂ -Lösung		1 Mol. Kaolin in 2 Mol. H ₂ O. SiO ₂	30% ige K ₂ CO ₃ -Lösung		25% ige K ₂ S-Lösung		auf Nr. 10 Lösung von 15% NaCl und 5% Na ₂ CO ₃
Temperatur	220°		100°		180—190°		210—220°		200 Stdn.	220°		100°		210—220°
Dauer.	200 Stdn.		14 Tage		72 Stdn.		100 Stdn.		100 Stdn.	200 Stdn.		14 Tage		100 Stdn.
Form	—		—		amorph		unregelm. Körner u. Säulen		amorph und hexagonale Tafeln			radial-faserige Kugeln		—
Na ₂ O	17,93	1	21,92	1,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,65
K ₂ O	—	—	—	—	28,39	0,94	19,27	0,93	27,52	0,95	21,14	0,91	—	—
CaO	—	—	—	—	0,41	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	29,51	1	27,80	1	32,49	1	22,18	1	31,43	1	25,10	1	25,24	1
SiO ₂	35,51	2,05	33,53	1,95	37,02	1,94	47,13	3,60	38,25	2,09	30,63	2,07	51,75	3,49
H ₂ O	8,49	1,63	8,12	1,65	1,76	0,31	11,42	2,89	2,23	0,40	16,16	3,48	8,36	1,88
Verschiedenes	8,60 Na ₂ CO ₃	—	4,82 S	0,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
In HCl unlösl.	—	—	3,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe	100,04	—	100,00	—	100,07	—	100,00	—	99,43	—	99,12	—	100,00	—
Benennung	—	—	—	—	—	—	—	—	Kalinenphelin	—	—	—	—	—

Den Gansschen Versuchen ähnliche hat F. Singer¹⁾ unternommen. Hierüber berichtet W. Gottwald: „F. Singer ließ bei einigen Versuchen Alkalialuminat und Kieselsäurehydrat aufeinander einwirken. Er erhielt dabei körnige Stoffe von der Zusammensetzung $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Sorgte er dafür, daß das überschüssige Alkali durch Salzsäure abgesättigt wurde, dann erhielt er ähnliche Stoffe, deren Zusammensetzung allerdings je nach den Bedingungen wechselte.

In Anlehnung an Versuche von R. Gans beschrift er zur Erzielung gleichmäßigerer Resultate einen neuen Weg. Er schmolz Tonerdesilicate oder Aluminate mit Alkalicarbonat oder Alkalisilicat unter Zusatz von Quarz zusammen. Die Mengenverhältnisse waren so reguliert, daß in dem Schmelzprodukt weder freies Alkali noch Alkalisilicat enthalten war. Die erhaltenen Schmelzen wurden durch Eingießen in Wasser rasch abgekühlt und ausgelaugt. In vielen Fällen erhielt er hierbei statt der häufig beobachteten perlmutterglänzenden Kriställchen schleimige und daher unfiltrierbare Rückstände, die er dann nicht weiter untersuchte. Die Produkte waren meist zeolithischer Natur. Jedoch schwankte nach der Zusammensetzung der Schmelze ihr Verhalten gegen Wasser, die Zusammensetzung des ausgelaugten Rückstandes und hauptsächlich der Gehalt an Kieselsäure.“

F. Singer²⁾ gelang es auch, in den „zeolithischen Silicaten“ Aluminium durch Bor, Vanadin, Mangan, Eisen, Kobalt zu ersetzen (Chrom schien sich nicht zu eignen), während das Silicium durch Titan und Zinn (nicht durch Blei und Zirkon) vertreten werden konnte. Bei Ersatz des Wassers durch Schwefelwasserstoff gingen die Doppelsilicate in Ultramarine über.

Diese Übersicht über die Ausfällungen aus Lösungen zeigt, daß hinsichtlich des Verhältnisses von Tonerde zur Kieselsäure auf keine Weise ein allein vorherrschendes Silicat zu erhalten ist. Sind gelöste Salze zugegen, so werden von kolloiden Niederschlägen gewisse Mengen von diesen absorbiert neben einem Plus an Basen (richtiger Kationen). Fehlten Salze und wurde mit Alkalialuminat gearbeitet, so enthielten die Niederschläge ungefähr 1 Mol. an Basen auf 1 Mol. Al_2O_3 .

2. Durch Zersetzung oder Abbau (im Sinne F. Rinnes) von Mineralien.

Unter den bereits mitgeteilten Ausfällungsversuchen waren solche, welche mit der Verwendung von Mineralien begannen, so die Versuche von K. Glinka und R. Gans mit Kaolin. In besonderem Umfange hat J. Lemberg³⁾ ähnliche Versuche angestellt. J. Lemberg behandelte Kaolin von Karlsbad der Zusammensetzung

K_2O	0,80	0,02
CaO	0,42	0,02
Al_2O_3	36,91	1,00
SiO_2	46,21	2,13
H_2O	13,97	2,14
In H_2O unlösl.	1,88	—
	100,19	

bei erhöhter Temperatur im Autoklaven mit verschiedenen Lösungen.

Eine Anzahl der Ergebnisse gebe ich in vorstehender Tabelle wieder.

¹⁾ F. Singer, Inaug.-Diss. Techn. Hochsch. (Berlin 1910).

²⁾ Zitiert nach G. Wiegner, Journ. f. Landwirtschaft (Berlin 1912), 121.

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 557 (1883) und **41**, 559 (1889).

Diese Auswahl zeigt, daß Kaolin durch die verschiedenen Eingriffe mehr oder weniger weit in salzsäurelösliches Material umgewandelt wurde. Bisweilen ist dieses kristallisiert, bisweilen wird es amorph genannt. Doch ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob Hydrogele oder andere amorphe Formen entstanden sind. Nur in wenigen Fällen ist der Wassergehalt so hoch, daß man Hydrogelform vermuten darf. Vielfach ist ein Teil des Salzes, welches dem Reagens beigesetzt war (Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , Na_2S , K_2S), von dem Endprodukt aufgenommen worden. Bei Gegenwart von kieselsauren Alkalien trat SiO_2 in beträchtlichem Maße in den Niederschlag ein. Sonst blieb das Verhältnis von Al_2O_3 : SiO_2 nahe das ursprüngliche des Kaolins mit geringer Veränderung. Die Summe von Na_2O , K_2O , CaO war zumeist 1 oder schwankte um 1 herum. Am stärksten war die Abweichung im Versuch 9, in welchem ein beträchtlicher Teil des „ Na_2O “ als Na_2 an S gebunden sein dürfte. Ihm folgt Versuch 13, also der ebenfalls mit einem Sulfid angestellte. Bei den übrigen schwankte das Molekularverhältnis zwischen 1:0,93 und 1:1,07, also um 14%. Dies ist immerhin mehr als bei dem bei J. Lemberg voraussetzenden exakten Arbeiten der von R. Gans angenommenen sicheren Verbindung zwischen Al_2O_3 und der Base zukommen dürfte. Nur 5 von diesen 14 Stoffen haben ziemlich genau 1:1.

J. Lembergs Versuche wurden von St. J. Thugutt¹⁾ fortgesetzt. St. J. Thugutt erhielt vielfach besser kristallisierte Körper. Nr. 2 der Tabelle wurde als Sodalith erkannt. Bei Gegenwart von gelösten Salzen entstanden Chlorid-, Bromid-, Jodid-, Fluorid-, Chlorat-, Carbonat-, Sulfat- usw. Sodalithe (entsprechend Nr. 5, 8, 9, 13 der Tabelle). Durch Behandeln von Kaolin mit 30%iger Natronlauge erhielt St. J. Thugutt Natronnephelinhydrat, mit 0,9%iger Natronlauge Analcim, mit 47%iger Kalilauge amorphen Kalinephelin, mit 1%iger Kalilauge Nadeln von Kalinatrolith, mit im Kristallwasser geschmolzenem Natriumsilicat Silicatsodalith, mit 15%iger Natronwasserglaslösung Analcim, mit 0,6%iger Kaliwasserglaslösung Nadeln von Kaliphilipsit.

K. Glinka²⁾ ist der Ansicht, daß die Endprodukte von J. Lembergs und St. J. Thugutts Versuchen Niederschläge aus den übersättigten Auflösungen des Kaolins in der Natron- bzw. Kalilauge seien. Derartige Auflösungen gehen unter völligem Aufschluß des Kaolins vor sich.

Einen künstlichen Kalinephelin hat St. J. Thugutt bei 220° im Digestor mit Carbonsäurelösung behandelt. Dabei entstand ein Gemenge des Kalinephelins mit neugebildeten „Tonflocken“, welche aber sehr wasserreich waren und von Flußsäure und konzentrierter Schwefelsäure leicht aufgelöst wurden. Die Zusammensetzung eines an den Tonflocken angereicherten Gemenges war:

Al_2O_3	. . .	33,86	1,00
SiO_2	. . .	39,03	1,96
H_2O	. . .	27,11	4,12
		100,00	

¹⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 65 (1892) und Zur Chemie einiger Aluminosilicate, N. JB. Min. etc. **9**, 554 (1894).

²⁾ K. Glinka, Zur Frage der Aluminiumhydroxide und Tone. Ref. in Z. Kryst. **32**, 79 (1900).

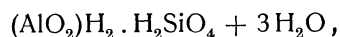
³⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 130 (1892).

Die Konstitution.

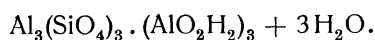
A. Hinsichtlich des Zusammenhanges zwischen Tonerde und Kieselsäure.

Für die salzsäurezersetzlichen Aluminiumhydroasilicate ist eine ganze Anzahl verschiedener Auffassungen des Zusammenhanges zwischen Tonerde und Kieselsäure vorhanden.

F. W. Clarke¹⁾ schreibt über Halloysit, Allophan usw.: Halloysit hat die Zusammensetzung des Kaolins + 1 Mol. Wasser, welches letzteres bei oder um 100° flüchtig ist. Doch wird Halloysit in Gegensatz zu Kaolin durch Salzsäure zersetzt. Daher dürften beide nicht gleiche Konstitution haben. Allophan ist vielleicht



oder in Analogie mit Andalusit



Andere Tone sind vielleicht wie folgt zu schreiben:

Samoit	$\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O},$
Cimolite	$\text{Al}_4(\text{Si}_3\text{O}_8)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O},$
Kollyrite	$(\text{AlO})_4\text{SiO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O},$
Schrötterite	$(\text{AlO}_2\text{H}_2)_4\text{SiO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}.$

Keine dieser Formeln soll etwas anderes sein als eine gelegentliche Vorstellung, welche suchen helfen mag.

W. Vernadsky, St. J. Thugutt, die Gebrüder Asch und andere Autoren nehmen komplexe Alumokieselsäuren in ihnen an, entweder eine große Zahl verschiedener oder nur eine. St. J. Thugutt glaubte eine Alumokieselsäure der Zusammensetzung $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ finden zu können. Als ein direktes Salz dieser Säure wird Natrolith angesehen,²⁾ die Sodalithe sind Vereinigungen von derartigen Salzen mit Chloriden, Sulfaten, Carbonaten, in den Nephelinen sind Alumosilicate mit Natrium- bzw. Kaliumaluminat verbunden. Kaliglimmer ist die Vereinigung eines sauren Salzes mit $\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_4$. Im Kaolin kommen $3\text{H}_2\text{O}$ zur freien Säure und $\text{H}_4\text{Al}_2\text{O}_4$. Im Sanidin wird diese Alumokieselsäure vermutet. St. J. Thugutt hat hier salzsäurelöslichen Mineralien wie Sodalith, Nephelin, Natrolith die gleiche Alumokieselsäure zugeschrieben wie salzsäureunlöslichen, Kaolin (in Schwefelsäure zersetzlich), Kaliglimmer (von Schwefelsäure schwer angreifbar), Sanidin (von Schwefelsäure schwer angreifbar). Die für Konstitutionsfragen wichtige Zersetzlichkeit der Mineralien wurde außer acht gelassen. Eine Beziehung von Kaolin zu Nephelin wurde auf Grund eines Versuches, aus einem künstlichen Kalinephelin mit Hilfe von Karbolsäure Kaolin herzustellen, angenommen. In Wirklichkeit war nicht Kaolin, sondern eher etwas Halloysitähnliches entstanden. St. J. Thugutt kommt auf seine Annahme, in diesen verschiedenen Mineralien die gleiche Alumokieselsäure zu sehen, weil durch Erhitzen einer gewissen Menge der Mineralien mit einer gewissen Menge Kalium- oder Natriumcarbonatlösung bei gewisser Tem-

¹⁾ F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. 1895, 125.

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 554.

Verbindungen von Kieselsäure mit anderen Kolloiden, z. B. mit Alaunerde (mit einer Lösung von kieselurem Alkali und von Aluminiumchlorür) eine unbestimmte Zusammensetzung haben, ist noch nicht genügend untersucht. Ich erwarte, daß die Zusammensetzung sehr variieren kann, je nachdem die Konzentrationen, das Verhältnis der Massen und die Temperatur verschieden sind.“

E. Blanck, D. J. Hissink, R. van der Leeden, G. Linck, R. Marc, H. Stremme, F. Tučan, G. Wiegner und andere Autoren haben sich später auf den Standpunkt gestellt, daß in den Niederschlägen von Tonerde-Kieselsäure aus Lösungen wie auch in den entsprechenden Anteilen der Tone und der Ackererde keine chemischen Verbindungen vorliegen, sondern Gemische oder Gemenge von kolloider Tonerde und kolloider Kieselsäure.

Ausführlich begründet ist diese Ansicht durch H. Stremme¹⁾ mit Hilfe der oben wiedergegebenen Versuche. Für die Richtigkeit dieser Ansicht lassen sich die folgenden prinzipiellen Gründe anführen.

1. Die Fällungen bei Gegenwart von Säuren, Laugen oder Salzen lassen eine Abhängigkeit der Niederschläge vom chemischen Gleichgewicht der Lösungen, nicht von der Affinität der Tonerde zur Kieselsäure erkennen. In bestimmten stöchiometrischen Verhältnissen zusammengesetzte Niederschläge werden unter Einhalten der gleichen Bedingungen immer wieder erhalten. Jede Variation bringt jedoch Änderungen hervor.

2. Die Fällungen der reinen Hydrosole ergeben Niederschläge von so weiter Schwankung im Molekularverhältnis, daß hieraus ebensowenig auf eine Affinität zwischen Tonerde und Kieselsäure geschlossen werden kann. Nach freundlicher Mitteilung von Prof. R. Zsigmondy hängt der Fällungsbereich wahrscheinlich von der Teilchengröße der Hydrosole ab.

3. Die Löslichkeit der Niederschläge in Säuren entspricht derjenigen der einzelnen Bestandteile.

4. Versuche²⁾, aus Niederschlägen von bestimmter stöchiometrischer Zusammensetzung mit Hilfe von Wasser, kohlensäurehaltigem Wasser, Essigsäure, Sodalösungen bestimmte Stoffe zu isolieren, verliefen resultatlos. Es zeigten sich Unterschiede, welche durchaus den mit kolloider Tonerde oder kolloider Kieselsäure allein erhaltenen gleichen. (Destilliertes Wasser, das wohl aber durch die Auslaugung absorbierter Stoffe in Salz- oder andere Lösungen umgewandelt gewesen sein dürfte, nahm vielleicht zum Teil in Form von Hydrosolen gewisse Mengen von Tonerde und Kieselsäure aus den Niederschlägen heraus. Bei $1\text{Al}_2\text{O}_3:2\text{SiO}_2$ war sogar die Zusammensetzung des gelösten Materials die gleiche wie die des Niederschlags. Kohlensäurehaltiges Wasser, das 0,035–0,043 fach normal kohlensauer war, nahm im Vergleich zu destilliertem Wasser im allgemeinen weniger Tonerde und erheblich mehr Kieselsäure auf. Sowohl bei einem Verhältnis von $1\text{Al}_2\text{O}_3:1\text{SiO}_2$, wie bei solchen von $1\text{Al}_2\text{O}_3:2\text{SiO}_2$ und $1\text{Al}_2\text{O}_3:3\text{SiO}_2$ wurde relativ mehr Kieselsäure gelöst. In den Lösungen entsprachen die Zahlen $1\text{Al}_2\text{O}_3:12,17\text{SiO}_2$ bzw. $1\text{Al}_2\text{O}_3:23,5\text{SiO}_2$ bzw. $1\text{Al}_2\text{O}_3:34,74\text{SiO}_2$. Aber die Gesamtmengen der gelösten Stoffe waren so gering, daß aus den Niederschlägen nicht bestimmte und übereinstimmende Stoffe gebildet waren. Je mehr Kieselsäure vorhanden war, desto mehr wurde auch gelöst. Eventuell könnte die Behandlung mit kohlensäurehaltigem Wasser zur völligen Auflösung der Kieselsäure führen. — Sowohl von Sodalösung

¹⁾ H. Stremme, ZB. Min. etc. 1908, 622.

²⁾ H. Stremme, ZB. Min. etc. 1908, 622.

wie von verdünnter Essigsäure wurde im Gegensatz zum kohlenensäurehaltigen Wasser weit mehr Tonerde als Kieselsäure aufgenommen. Jedenfalls konnte auch mit diesen Agenzien, so stark oder so schwach sie genommen, keinerlei bestimmt zusammengesetzte Verbindung weder gelöst noch isoliert werden.)

5. Bei dem üblichen Gange der qualitativen Analyse werden die meisten Metalle und viele Metalloide durch Schwefelwasserstoffe, Schwefelammonium, Natronlauge, Ammoniak in gleicher Weise miteinander gefällt. (Ebenso können in der Natur Tonerde und Kieselsäure durch alle ähnlich ausfallenden Stoffe ersetzt sein.) Auch hierbei besteht Abhängigkeit vom Gleichgewicht in der Lösung. Vollständige Fällung tritt ein, wenn die Lösung neutral ist.

6. Der Nachweis einer durch Säuren leicht zersetzlichen Bindung zwischen Tonerde und Kieselsäure (also Salz oder Komplex) ist bisher nicht gelungen.

Gegen diese Auffassung der Mineralien aus der Allophangruppe ist von St. J. Thugutt¹⁾ Einspruch erhoben worden. Sh. Kasai hat die Grothsche Annahme, Allophan usw. seien nicht Silicate, sondern lockere Verbindungen der kolloiden Kieselsäure mit der kolloiden Tonerde einer experimentellen Prüfung unterzogen. Das Ergebnis war: nur im Verhältnis $1\text{Al}_2\text{O}_3 : 3\text{SiO}_2$ wurden die Bestandteile vollständig aus Lösungen ausgeschieden, die Sh. Kasai für kolloide hielt. Er ließ die Gele mit Wasser trübe durchs Filter laufen. $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ ist also die eigentliche Verbindung, während bei anderen Konzentrationen die im Überschuß befindliche Kieselsäure bzw. Tonerde zum Teil gelöst, zum Teil an $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ gebunden ist. Wenn jedoch H. Strömme recht hat, daß Sh. Kasais Folgerungen unzutreffend seien und die künstlichen Produkte nur Gemenge wären, so folgt daraus nicht, daß die natürlichen Tone ebensolche Gelgemenge seien. Es unterschieden sich die Entstehungsbedingungen, da die natürlichen Gele entweder Endprodukte der Zersetzung verschiedener Silicate oder Ausscheidungen aus Gewässern seien. Von Schuriger und W. Smirnoff ist die Formel des Cimolits übereinstimmend mit $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot \text{H}_2\text{O}$ angegeben worden. J. M. van Bemmelen hat ähnlich zusammengesetzte Tone in verschiedenen Bodenarten öfters nachgewiesen. J. Lemberg hat dieselben unter Zersetzungsprodukten aufgefunden. St. J. Thugutt selbst hatte ihre allgemeine Verbreitung für wahrscheinlich gehalten. Vielleicht gehört auch Sh. Kasais künstliches Produkt $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ hierher. Trotz alledem bliebe die Frage: ist der Cimolit ein chemisches Individuum oder ein Gemenge? offen. Mit Hilfe einiger Reaktionen läßt sich jedoch die einfache Natur beweisen. „Wird entwässerter Cimolit mit Kobaltsolution benetzt und starker Glühhitze ausgesetzt, so tritt keine Blaufärbung ein. Ein mechanisches Gemenge von Tonerde und Kieselsäure müßte unbedingt Thénardsblau liefern. Da nun dieses nicht stattfindet, so bleibt nur übrig, die Kieselsäure des Cimolits als chemisch an Tonerde gebunden anzusehen.“ Gleiches Verhalten zeigt der ähnlich zusammengesetzte, aber wasserreichere Razumoffskin. Beide können als komplexe Tonkieselsäuren (im Sinne von W. Vernadsky) aufgefaßt werden. Der gegen Kobalt ebenfalls indifferente Natrolith stellt vielleicht das Natriumsalz dar. Montmorillonit, Anauxit, Allophan, Halloysit, Indianait werden blau. Doch folgt hieraus nicht, daß Tonerde und Kieselsäure unverbunden seien, da auch Kaolin und Cancrinit, chemische Individuen, ebenfalls Blaufärbung haben. Auch Behandlung der Tone mit Methylenblau, Rhodamin, Methylorange, Fuchsin S zeigt ein stark

¹⁾ St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1911, 97.

individuelles Verhalten. „Mit Ausnahme des Indianaits, Razumoffskins und zum Teil Halloysits färben sich obige Tone . . . mit Fuchsin S äußerst schwach, können somit freie, durch ausgesprochene Amphophilie ausgezeichnete Tonerde nicht enthalten.“ Fleckige Färbungen zeigten die Gegenwart fremder Stoffe. Mit Hilfe dieser Farbreaktionen glaubt St. J. Thugutt, die Ansicht, Allophan usw. seien Gemenge von kolloider Tonerde und Kieselsäure, ihrer Stütze beraubt zu haben.

In meiner Entgegnung¹⁾ führte ich aus: Tonerde und Eisenoxyd werden als kolloide Niederschläge bei der Analyse quantitativ zusammen gefällt, wenn man ihre Lösungsgemische neutralisiert. Entsprechend fand ich bei Neutralisation von gemischten Tonerde- und Kieselsäurelösungen quantitative Ausfällung beider Stoffe in kolloider Form. Sh. Kasais Fund ist ein gelegentlicher, keiner allgemeinen Anwendung fähiger. Die Fällungen an sich zeigen keinerlei stöchiometrische Verhältnisse zwischen Tonerde und Kieselsäure. Es gelang auch nicht, einen bestimmt zusammengesetzten Körper daraus zu isolieren. Eine komplexe Säure müßte mit starken Basen, eine komplexe Base mit starken Säuren Salze bilden. Aber aus den Niederschlägen wird Säure und Base ausgewaschen, da sie nicht chemisch gebunden, sondern adsorbiert sind. Danach existiert kein Anhalt zur Vermutung einer chemischen Verbindung zwischen Tonerde und Kieselsäure. In den Gruppen des Allophans, Halloysits, Montmorillonits hatten 59 Analysen das Schwanken im Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ zwischen 1:0,3—1:5,3 gezeigt. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften zeigen Übereinstimmung mit denen der Niederschläge. Die Menge der adsorbierten Salzbestandteile variiert stark, sie lassen sich leicht mit Wasser auswaschen. Durch Löslichkeitsversuche konnte R. van der Leeden keine bestimmt zusammengesetzten Stoffe isolieren. Die von J. M. van Bemmelen aus den Böden isolierten Tone zeigten $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ im Verhältnis von 1:2,1—1:5,8. — Die von St. J. Thugutt nicht beobachtete Blaufärbung des Razumoffskins gelang mir nachzuweisen. Cimolite von Kimolos und Milo gaben sie ebenfalls, während auch ich den Cimolit von Bilin nicht mit Kobalt blaufärben konnte. Dieses abweichende Verhalten erklärte ich durch den Hinweis auf die verhältnismäßig beträchtlichen Beimengungen von Fe_2O_3 , MgO , CaO , die gerade den Cimolit von Bilin im Gegensatz zu dem von Kimolos, zu Anauxit und Razumoffskin auszeichnen. Das individuelle Verhalten der Allophanoide gegen organische Farbstoffe konnte ich einerseits auf verschiedenes Alter, andererseits auf eine Reaktion der adsorbierten Basen mit den Farbstoffen zurückführen. Aus dem allen konnte ich schließen, daß die Allophanoide Gemenge von kolloider Tonerde mit kolloider Kieselsäure seien.

Darauf erschien wieder eine Entgegnung von St. J. Thugutt:²⁾ Das Verhältnis von Kieselsäure zu Tonerde schwankt bei den Allophanoiden in weiten Grenzen, weil der Analyse nicht homogene Stoffe, sondern meist Gemenge unterliegen. Die Inhomogenität bekunden zahlreiche doppelbrechende Einschlüsse, fleckige Färbungen nach dem Glühen oder bei der Behandlung mit organischen Farbstoffen. Die Natur der Beimengungen ist unbekannt. Es mag sich um hydratische Tonerde oder freie Kieselsäure handeln, wie J. Roth für Schrötterit, Dillnit, Allophan, Samoit vermutete. Andererseits können auch verschiedene Tonkieselsäuren auftreten. So würde in der Biliner Pseudo-

¹⁾ H. Stremme, ZB. Min. etc. 1911, 205.

²⁾ St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1912, 35.

morphose der Cimolit von Anauxit und einer dritten hornartigen Tonkieselensäure begleitet. H. Stremme verneint die Möglichkeit der Existenz freier Tonkiesel-säuren, da die künstlichen Produkte und die Allophanoide Kieselsäure und Tonerde an Wasser abgeben. Dieses Kriterium ist nach ihm wenig entscheidend, da z. B. Nephelin und Sodalith Tonerde und Alkali, Orthoklas Kieselsäure und Alkali an Wasser abgeben, ohne Adsorptionsverbindungen zu sein. Den Säuren gegenüber verhalten sich die Allophanoide verschieden: ein Teil derselben ist in Salzsäure leicht löslich, andere werden erst von heißer Schwefelsäure zersetzt, noch andere wiederum, wie der Steargilit, würden von Salzsäure überhaupt nicht angegriffen. Die künstlichen Produkte lösen sich dagegen ohne Ausnahme in Säuren leicht auf. Die Härte schwankt bei künstlichen Produkten zwischen 2,5—3; bei den Allophanoiden zwischen 1 und 4,5. Das spez. Gewicht der ersteren beträgt annähernd 1,9; bei den letzteren schwankt es zwischen 1,21 und 2,525. Die künstlichen Produkte sind ausnahmslos amorph, unter den Allophanoiden würden auch kristallisierte oder Aggregat-polarisation aufweisende angetroffen. Die getrockneten und nachher pulverisierten künstlichen Produkte können mit Wasser zu einem plastischen Brei angerieben werden; die Allophanoide verhalten sich verschieden: es gibt solche, die mit Wasser plastisch werden, andere wiederum, die dieses nicht tun. Mit einem Worte ist die bei den Allophanoiden so stark ausgesprochene Mannig-faltigkeit der chemischen und physikalischen Eigenschaften bei den künstlichen Produkten nicht zu konstatieren.

Die Ausscheidung von Allophanoiden aus Lösungen versteht St. J. Thugutt so, daß aus Quellwässern, in denen Tonerde nicht frei, sondern als Silicat vor-kommt, Sole in Gele umgewandelt werden. Es ist ihm zufolge wahrscheinlich der bei der Zersetzung von Alumosilicaten hervorgehende Allophan, Halloysit usw. schon in der Lösung präformiert gewesen.

Was die Anfärbung der Allophanoide angeht, so konnte St. J. Thugutt feststellen, daß der von ihm untersuchte Razumoffskin von Kosemütz, der sich nicht anfärben ließ, kein Razumoffskin, sondern tonerdefreier Garnierit sei. Der Cimolit von Bilin wurde der mechanischen Analyse unterworfen, um den eigentlichen amorphen Cimolit von dem kristallinen Anauxit zu trennen. Es resultierten jedoch stets Gemenge von beiden. Für einen relativ reinen Cimolit fand St. J. Thugutt die Zusammensetzung $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5,61\text{SiO}_2$. Diese Zahl nähert sich $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, welche z. B. im wasserreicheren Termierit von Massiac mit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ beobachtet wurde. Dieser Termierit färbte sich mit Kobalt nur schwach bläulichgrau. Der Anauxit verhielt sich in mancher Beziehung genau wie Nakrit. Während der Anauxit mit Kobalt schön blau wurde, blieb der stark geglühte Cimolit unverändert; schwach erhitzt, mit Kobaltsolution benetzt und wiederum geglüht, färbt sich der Cimolit bläulichgrau, welche Färbung möglicherweise auf Rechnung des beigemengten Anauxits zu setzen ist. Nach Aufschluß mit Soda zeigte sich die intensivste Blaufärbung. Nicht bei Gemengen, sondern bei Tonerdeverbindungen wirken Metalloxyde störend.

Die von H. Stremme gefundenen Ergebnisse der Einwirkung von Farbstoffen auf die Allophanoide wurden von St. J. Thugutt bestätigt.

In meiner Entgegnung¹⁾ wies ich nach, daß ein Gemenge aus Kiesel-säurehydrat, Tonerdehydrat und Eisenoxydul, welches der von St. J. Thugutt

¹⁾ H. Stremme, ZB. Min. etc. 1913, 313.

angegebenen Zusammensetzung des von ihm isolierten, relativ reinen Cimolits entspricht, vor dem Lötrohre mit Kobaltsolution nur schwach bläulichgrau wurde, also die gleiche Erscheinung aufwies wie bei St. J. Thugutt. Nach Vermischung („Aufschluß“) mit etwas Soda wurde die Masse intensiv blau. Doch steht diese Färbung, welche nach St. J. Thugutt die Bindung der Tonerde mit der Kieselsäure in Cimolit beweist, wie ich glaube, mit dem Vorhandensein der Tonerde in keiner Beziehung, da auch reine Kieselsäure sie annimmt. Für die von St. J. Thugutt hervorgehobenen Abweichungen der Allophanoide von den künstlichen Gelniederschlägen kann St. J. Thugutt nur 9 einzelne Mineralien anführen, von denen ich in meiner Zusammenstellung nur 8 unter 59 habe. Angesichts der sehr großen Verschiedenheit in der Zusammensetzung ist das Übereinstimmen der übrigen 51 um so bemerkenswerter. Die Existenz von Tonkieselsäure leugne ich nicht, sondern habe versucht (s. weiter unten), den Kaolin als eine solche zu erweisen. Nicht weil die künstlichen Produkte und die Allophanoide Tonerde und Kieselsäure an Wasser abgeben, sondern weil Alkali, Säure und Salz sich bis auf Spuren vollständig auswaschen lassen, daran sind sie nicht gebunden, sondern adsorbiert. Aus Nephelin und Feldspat lassen sich die Basen nicht auswaschen. Bei künstlichen Gemengen ist die Löslichkeit sehr vom Alter abhängig; je frischer, desto leichter; aber auch vom Gehalte an Kieselsäure. Beides trifft auch nachweislich bei den von mir und mehreren Mitarbeitern untersuchten Mineralien zu. Von Steargilit wird bei J. D. Dana nicht angegeben, daß er von Säuren unangreifbar sei, sondern nur, daß er in Säuren unlöslich sei, was angesichts seines hohen Kieselsäuregehalts selbstverständlich ist.

Auch R. Gans¹⁾ ist mit einer Kritik der Ansicht von der Gemengenatur hervorgetreten. Im wesentlichen geht diese darauf hinaus, daß Verbindungen vorliegen müßten, weil in seinen Aluminatsilicaten auf 1 Mol. Al_2O_3 stets 1 Mol. Na_2O usw. käme, und weil unter bestimmten Bedingungen stets wieder Stoffe von bestimmten stöchiometrischen Verhältnissen erhalten würden. Daß letzteres von dem Gleichgewicht in der Lösung und nicht von chemischer Affinität abhängig ist, wurde oben bereits ausführlich erörtert. Ersteres hat mit der Bindung von Tonerde und Kieselsäure nichts zu tun.

An anderer Stelle hat R. Gans²⁾ versucht, aus den von B. Aarnio und mir veröffentlichten Zahlen für die Hygroskopizität einen Beweis für die Bindung zwischen Tonerde und Kieselsäure bei einem mutmaßlichen Aluminatsilicat zu erhalten: H. Stremme führt die Hygroskopizität an von

- a) frisch gefälltem Kieselsäuregel = 39,33—39,89% (nach P. Ehrenberg und G. Pick),
 b) „ „ Tonerdegel = 52,90%,
 c) Tonerdekieselsäuregel . . = 68,78%.

Das Gel unter c) ist nach H. Stremme hergestellt durch Mischen von Tonerdeacetat- und Natriumsilicatlösung, so daß die Reaktion der zusammengegebenen Lösungen alkalisch war. Wenn nun nach H. Stremmes Ansicht das so entstandene Gel (unter c) nur aus mechanisch gemengten Gelen von Al_2O_3 und SiO_2 besteht, so ist nicht ohne weiteres einzusehen, weswegen dieses Doppelgel eine höhere Hygroskopizität besitzt als eines der einzelnen

¹⁾ R. Gans, ZB. Min. etc. 1913, 702—704; ebenda 1914, 365.

²⁾ R. Gans, Internat. Mitt. Bodenk. 1913, S. 39 des Sonderabzugs.

Gele. Die höhere Hygroskopizität ist aber auf Grund der Annahme einer chemischen Verbindung, des Aluminatsilicats, ohne weiteres erklärlich. Eine chemische Verbindung zwischen zwei Bestandteilen wird sich anders verhalten, wie ein mechanisches Gemenge derselben. Ein Aluminatsilicat aber mußte entstehen, weil die Reaktion der zusammengegebenen Lösung alkalisch war.“

Dieser Versuch von R. Gans setzt voraus, daß die genannten Gele stets die mitgeteilten Hygroskopizitätszahlen haben, was aber nicht bewiesen ist. Aus je einer Zahl kann man die genannten Schlüsse nicht ziehen, schon weil die Herstellung des Kieselsäuregels (mit Salzsäure aus Wasserglas) ein durch Salzsäure sauer reagierendes und infolgedessen sehr oft körniges Produkt ergibt, während die alkalische Herstellung des Tonerdehydrats die Gallerte durch den Alkaligehalt besonders frisch erhält. Außerdem kann die Ganssche Annahme nur richtig sein, wenn jedes Gel, überhaupt jeder Körper, je nach seiner chemischen Zusammensetzung und Bindung eine besondere Hygroskopizität besäße. Dies ist jedoch nicht der Fall, wie die folgenden Zusammenstellungen aus der betreffenden Arbeit von B. Aarnio und mir zeigen:

I. Kieselsäuregel	39,33
Humuskolloid	39,06
Eisenhaltiger Allophan von Unterdorf	40,99
II. Zettlitzer Kaolin	6,15
Gips	6,09
III. Faulschlamm	21,55—22,65
Ton von Striegau	21,42—21,60
Eisenoxydhydrat von C. A. F. Kahlbaum	21,30

B. Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Tonerde-Kieselsäure und Base.¹⁾

Wir haben oben gesehen, daß die natürlichen Tone dieser Gruppe aus Chlorammoniumlösung Ammonium und Chlorammonium aufnehmen und zwar mehr von jenem als von diesem, ferner in ziemlich regelmäßiger Abstufung Kalilauge (nicht proportional der Laugenmenge) und auch Barytlauge. Die Abstufung der Kalilaugeadsorption ging parallel der des Wertes für den Glühverlust, welcher zu allermeist aus hygroskopischem Wasser bestand. Bei der Ausfällung der Niederschläge aus den Lösungen blieb eine erhebliche Menge an Salzen im Niederschlag, nach E. Jordis²⁾ nicht mitgerissen oder adsorbiert, sondern als Überreste infolge des unvollständigen Abbaues der ursprünglichen Substanzen. Aber wie bei der Behandlung mit Salzlösungen ist doch reichlich mehr Kation als Anion vorhanden. Arbeitet man von vornherein mit einem Überschuß an Alkalilauge, so bleiben im Niederschlag Alkali und zwar bis zu 1 Mol. oder etwas mehr auf 1 Mol. Al_2O_3 . Bisweilen stimmten die Molekularzahlen genau aufeinander. Erhitzt man den Niederschlag, welcher Salz absorbiert hatte, mit Alkalilauge, so erhält man ebenfalls eine Zusammensetzung mit etwa 1 Mol. Alkali auf 1 Mol. Al_2O_3 .

Zum Verständnis dieser Vorgänge ist es notwendig, sie mit entsprechender

¹⁾ Ich behalte diese in der chemischen Geologie üblichen Bezeichnungen bei, obwohl sie nicht den wirklichen Zusammenhang zwischen den Bestandteilen ausdrücken. Für Base ist richtiger Kation zu sagen.

²⁾ E. Jordis, Z. f. Elektroch. 1912, 453.

Behandlung anderer Körper zu vergleichen. F. W. Clarke und G. Steiger¹⁾ erhitzten mit Ammoniumchlorid auf 350° u. a. Leucit, Analcim, Natrolith, Desmin, Stilbit, Chabasit und Orthoklas und fanden bei allen mit Ausnahme des Orthoklas mehr oder weniger vollständigen Austausch der Basen K₂O, Na₂O, CaO gegen Ammonium, bei Orthoklas dagegen nur etwa 2% K₂O gegen Ammonium.

L. Bernardini²⁾ behandelte 59 g Leucit von Viterbese mit 1000 ccm n/10-Chlorammoniumlösung 100 Stunden lang und fand gelöst 1,453% K₂O. Bei Anwendung der gleichen Menge n/20-Chlorammoniumlösung³⁾ wurde 1,437% K₂O aufgelöst, also die gleiche Menge bei verschiedener Konzentration. Nach K. D. Glinka⁴⁾ gab 1 Mol. K₂O eines Orthoklasses 0,058% K₂O an A. Knopsche Chlorammoniumlösung (n/10) ab, also bedeutend weniger als vom Leucit. R. Gans⁵⁾ behandelte 2 Tage lang mit je 100 g A. Knopscher Chlorammoniumlösung je 5 g [Apophyllit (mit 18,38% CaO, 0,19% H₂O bei 105°, 12,91% Glühverlust)] Analcim (mit 8,98% CaO, 0,18% H₂O bei 105°, 10,72% Glühverlust), Natrolith (6,12% CaO, 0,58% H₂O bei 105°, 11,10% Glühverlust), Desmin (7,50% CaO, 2,52% H₂O bei 105°, 15,73% Glühverlust), Stilbit (7,87% CaO, 3,46% H₂O bei 105°, 15,50% Glühverlust), Chabasit (9,98% CaO, 5,47% H₂O bei 105°, 15,50% Glühverlust). Es wurden aufgelöst [0,0214 bzw.] 0,0144 bzw. 0,0146 bzw. 0,0580 bzw. 0,0720 bzw. 0,1382 g CaO entsprechend [2,33 bzw.] 3,21 bzw. 4,77 bzw. 15,47 bzw. 18,29 bzw. 27,69% CaO. Von Analcim bis Chabasit verhalten sich die Zahlen für Wasser wie 1:3,22:14:19,22:33,89, die für die aufgelösten Procente CaO 1:1,48:4,82:5,69:8,63. (Bereits H. Eichhorn⁶⁾ hatte erkannt, daß „die Adsorptionskraft bei den stärker adsorbierenden Gesteinen fast proportional dem Wassergehalt“ sei.)

G. Wiegner⁷⁾ fand beim Behandeln von Calciumkaliumpermutit (8,68% CaO, 22,86% H₂O) mit Chlorammoniumlösung das folgende Verhalten:

Nr.	Silicatmenge g	Menge der NH ₄ Cl-Lösung g	Gehalt der Lösung an NH ₃ g	Gelöst wurde Ca g	Procente des CaO im Silicat
1	4,9983	110,28	0,5814	0,1280	41,92
2	4,9988	105,07	0,2816	0,0925	29,84
3	5,0004	102,99	0,1757	0,0699	22,56
4	4,9999	101,93	0,1165	0,0509	16,42
5	4,9984	100,83	0,0592	0,0336	10,84

Es werden also wesentlich verschiedene Mengen bei verschiedener Konzentration aufgelöst (ausgetauscht).

Die Vergleiche besagen:

1. Leucit, Analcim und Natrolith sind in der Hitze mindestens in gleicher Weise „Aluminatsilicate“ (d. h. sie tauschen ihre Basen gegen andere aus) wie

¹⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. 1902, 207.

²⁾ L. Bernardini, Staz. Agric. Ital. 1908, 304—320.

³⁾ Ebenso verhielten sich entsprechende Lösungen von Chlorcalcium und annähernd auch von Chlormagnesium, abweichend dagegen solche von Chlornatrium.

⁴⁾ K. D. Glinka, Studien im Gebiete der Verwitterungsprozesse 1906.

⁵⁾ R. Gans, J. preuß. geol. L.A. 1905, 179; 1906, 65.

⁶⁾ H. Eichhorn, Landw. Jahrb. 1875, 1—31.

⁷⁾ G. Wiegner, Journ. Landw. 1912, 111, 197.

Desmin, Stilbit und Chabasit. Dagegen ist Orthoklas nicht als Aluminatsilicat zu bezeichnen, da sein Austausch auch in der Hitze minimal ist.

2. Der nahezu wasserfreie Leucit hat bei Zimmertemperatur gegen NH_4Cl -Lösung geringen Basenaustausch. In der Reihe Analcim, Natrolith, Desmin, Stilbit, Chabasit steigt dieser mit dem Gehalt an hygroskopischem Wasser. Stark ist der Austausch auch bei dem Permutit, welcher vermutlich ebenfalls hohen Gehalt an hygroskopischem Wasser hat. Ganz minimal ist er bei Orthoklas. — Die Steigerung in der Reihe Analcim-Chabasit besitzt keine Proportionalität zur Menge des Kalkes und zum Glühverlust, wohl dagegen zum hygroskopischen Wasser. Diese Proportionalität zwischen Austausch und Wassergehalt ist vollkommen der zu vergleichen, welche wir oben beim Seifenstein, Malthazit, Allophan sahen. Hier ließ sich in gleicher Weise der Gehalt an hygroskopischem Wasser mit der Kaliumaufnahme in Übereinstimmung bringen. Den Permutit hat R. Gans ursprünglich für scheinbar kristallinisch, jüngst jedoch für ein Hydrogel erklärt („Der Permutit, welcher hauptsächlich aus kolloiden Aluminatsilicaten besteht, ist ein Hydrogel“). Tatsächlich ist der Permutit glasig und geht durch Berührung mit Wasser nicht in die Gallerte, das Hydrogel, über.

3. Bei Leucit rief die verschiedene Konzentration der Lösung die gleiche Wirkung hervor (es handelt sich hier nicht um Wasserwirkung; L. Bernardini konnte unter gleichen Bedingungen mit Wasser nur 0,24% K_2O herauslösen). Bei dem Permutit änderte sich die Wirkung mit der Konzentration. Die fast zehnfache Menge an NH_4Cl in fast der gleichen Wassermenge hatte noch nicht den vierfachen Austausch zur Folge.

Nach G. Wiegner ist die Zusammensetzung des resultierenden Körpers von der Konzentration und der Menge unabhängig wenn der gelöste Stoff mit dem festen Körper eine chemische Verbindung bildet. Demnach besteht also in dem Leucit zwischen K_2O und dem Tonerdesilicat eine chemische Verbindung. Gleichmäßig ist der gelöste Stoff im Lösungsmittel und im festen Körper verteilt, wenn ein rein physikalischer Verband, eine feste Lösung, zwischen dem festen Körper und dem gelösten Stoffe besteht. Dieser Fall liegt bei keinem der genannten Versuche vor. Ist aber die Löslichkeit zwischen festem Körper und Lösung für jede Gleichgewichtskonzentration verschieden, dann liegt eine Adsorptionsverbindung vor, die sich beim Verdünnen der Lösung mit Wasser reversibel oder irreversibel, wie es häufig beobachtet wurde, verhalten kann. Dies ist der Fall bei dem Permutit. Im Vergleich mit dem Verhalten von diesem dürfte bei den Zeolithen zunehmend in der Reihe Analcim-Chabasit das Entsprechende der Fall sein. Wir hätten also unter den Aluminiumsilicaten die chemische Verbindung zwischen Tonerde und Base im Leucit, Adsorptionsverbindungen in verschiedenem Grade in den Zeolithen Analcim, Natrolith, Desmin, Stilbit, Chabasit und ferner im glasigem Permutit wie in den kolloiden Allophanoiden. Damit dürfte die Berechtigung von R. van der Leeden¹⁾ Bezeichnung „kristallisierte Adsorptionsverbindungen“ für die (Austauschtonerde-) Zeolithe erwiesen sein. Wir sehen vom Leucit her bis zu den Allophanoiden einen allmählichen Abbau der chemischen Verbindung. In gleicher Weise hat F. Rinne²⁾ das Verhalten des Wassers der Zeolithe erklärt: Es erscheint den jetzt vorliegenden Erfahrungen am meisten

¹⁾ R. van der Leeden, ZB. Min. etc. 1911, 145.

²⁾ F. Rinne, Fortschritte Min. 1913, 169.

angemessen, „die Zeolithe und Metazeolithe als kristalline Substanzen mit amikroskopischem Kolloidzustande“ anzusehen.

Zum Vergleiche mögen des weiteren die Zahlen dienen, welche für die Adsorption der kolloiden Modifikationen von SiO_2 , Al_2O_3 und Fe_2O_3 bekannt geworden sind. J. M. van Bemmelen¹⁾ hat Versuche mit SiO_2 angestellt.

Menge des $\text{SiO}_2 + 4,2\text{H}_2\text{O}$	Menge des Lösungswassers	Menge des gelösten Stoffes	Menge der adsorb. „Base“ bzw. Säure	Molekularzahl auf 1 Mol. SiO_2	Menge des adsorb. Salzes	Molekularzahl auf 1 Mol. SiO_2
20 g (8,85 g SiO_2)	200 ccm	10 Mol. Na_2HPO_4 (2,20 g)	0,8 Mol. Na_2O (0,0496 g Na_2O)	0,005 Mol. Na_2O	0,4 Mol. Na_2HPO_4 (0,088 g)	0,0035 Mol.
20 g	200 ccm	40 Mol. KCl (Zusatz von 2 g CaCO_3)	1,9 Mol. KOH (0,1064 g)	0,017 Mol.	1,4 Mol. KCl (0,1043 g)	0,0124 Mol.
10 g (4,425 g SiO_2)	100 ccm	20 Äq. HCl HNO_3 usw.	0,8—1,1 Äq. HCl (0,0292 bis 0,0402 g HNO_3 usw.)	0,01 bis 0,015 Mol.	—	—
10 g	100 ccm	50 Äq. HCl usw.	2,1—2,5 Äq. HCl usw.	0,029 bis 0,034 Mol.	—	—
10 g	100 ccm	100 Äq. HCl usw.	4—4,5 Äq. HCl usw.	0,054 bis 0,061 Mol.	—	—

R. Warrington²⁾ stellte Versuche mit den Gelen von Eisenoxyd (15,66% H_2O) und Al_2O_3 (33,14% H_2O) an.

Salz	Lösung		100 Teile Fe_2O_3 (1 Mol.) adsorbierten		100 Teile Al_2O_3 (1 Mol.) adsorbierten	
	Gehalt an		Salz	Base	Salz	Base
	Salz %	Base %				
K_2CO_3	0,995	0,678	8,39 (0,09 Mol.)	5,72	0,27 (0,016 Mol.)	1,55
K_2SO_4	1,077	0,582	2,27 (0,02 Mol.)	1,23	0,84 (0,005 Mol.)	0,45
KNO_3	1,049	0,488	0,45 (0,003 Mol.)	0,21	0,42 (0,002 Mol.)	0,19
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	0,940	0,329 NH_3	6,61	2,23 NH_3	3,12	1,10 NH_3
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1,382	0,356	2,54	0,66	1,13	0,29

„Die Flüssigkeit, in welcher Eisenoxyd mit schwefelsaurem Ammon, salpetersaurem Ammon und Chlorammon in Berührung gewesen war, reagierte auffälligerweise stark alkalisch und die Zersetzung des schwefelsauren Ammoniaks durch Tonerde war derartig, daß auf 10 Äquiv. Ammoniak 28,2 Äquiv. Schwefelsäure adsorbiert waren. Es wurde demnach relativ mehr Säure als Base adsorbiert. Ein gleiches Verhalten zeigten Tonerde und Eisenoxyd gegen kohlen-saures Kali.“ Diese Versuche sind schwer mit denen J. M. van Bemmelen in Vergleich zu setzen.

B. Aarnio³⁾ hat größere Versuchsreihen mit den reinen Hydrosolen von SiO_2 , Al_2O_3 und Fe_2O_3 angestellt. Diese waren gewonnen durch Dialyse mit

¹⁾ J. M. van Bemmelen, Die Absorption. S. 87, 88.

²⁾ R. Warrington, Journ. prakt. Chem. 1868, 207.

³⁾ Hier mit gültiger Erlaubnis des Verfassers zum ersten Male veröffentlicht.

Fischblase: SiO_2 aus Natriumsilicat und Salzsäure, Al_2O_3 aus Aluminiumacetat nach Verkochen der Essigsäure, Fe_2O_3 aus einer Auflösung von frisch gefälltem Eisenoxydgel in Eisenchlorid. Die Hydrosole enthielten in je 1000 ccm 1 bzw. 0,415 g SiO_2 , 0,415 g Al_2O_3 und 0,415 g Fe_2O_3 .

Von diesen wurden je 5 ccm mit verschiedenen Mengen n/10-Kalilauge versetzt und nach 24stündigem Stehen durch Titration mit normaler Schwefelsäure die Adsorption gemessen. Die Ergebnisse waren:

Menge des Sols in ccm	Menge der KOH-Lösung in ccm	Zur Titration notwendige H_2SO_4 -Lösung ccm	Adsorb. KOH in ccm	Auf 1 Mol. SiO_2 usw. ? Mol. K_2O .
I. SiO_2 1 g in 1000 ccm				
5 ccm	1,0 ccm	0,75 ccm	0,25 ccm	0,125
5	5,0	4,7	0,3	0,15
5	10,0	9,4	0,6	0,3
II. SiO_2 0,415 g in 1000 ccm				
5 ccm	5,0 ccm	4,75 ccm	0,25 ccm	0,3
5	10,0	9,7	0,3	0,35
III. Al_2O_3 0,415 g in 1000 ccm				
5 ccm	0,5 ccm	0,4 ccm	0,1 ccm	0,34
5	1,0	0,8	0,2	0,68
5	1,5	1,2	0,3	1,02
5	2,0	1,8	0,2	0,68
5	2,5	2,35	0,15	0,51
5	5,0	4,6	0,4	1,36
5	7,5	7,15	0,35	1,19
5	9,0	8,6	0,4	1,36
5	10,0	9,7	0,3	1,02
5	12,5	12,1	0,4	1,36
5	15,0	14,6	0,4	1,36
IV. Fe_2O_3 0,415 g in 1000 ccm				
5 ccm	0,5 ccm	0,35 ccm	0,15 ccm	0,48
5	1,0	0,9	0,1	0,32
5	1,5	1,4	0,1	0,32
5	2,0	1,9	0,1	0,32
5	2,5	2,3	0,2	0,64
5	5,0	4,7	0,3	0,96
5	7,5	7,0	0,5	1,60
5	9,0	8,5	0,5	1,60
5	10,0	9,6	0,4	1,28
5	12,5	12,2	0,3	0,96
5	15,0	14,65	0,35	1,12

Daß bei diesen Versuchen in der Tat K adsorbiert wurde, zeigte die gewichtsanalytische Kontrolle. Die Versuche zeichnen sich dadurch aus, daß sehr verdünnte Sole mit konzentrierterer Kalilauge behandelt wurden. Hierbei wurde mehr K_2O adsorbiert als 1 Mol. im Vergleich zu 1 Mol. Al_2O_3 bzw. Fe_2O_3 entspricht. Bei der Kieselsäure dagegen wurde 1 Mol. nicht erreicht. Ob bei Verwendung von noch verdünnterem SiO_2 -Sol hierbei ebenfalls die Absorption von 1 Mol. überschritten werden kann, mag dahingestellt bleiben.

Wenn wir auf Grund der so gewonnenen Erkenntnisse versuchen, die

R. Ganssche Annahme der Existenz zweier verschiedener Bindungen unter den Fällungen zu erklären, so ergibt sich:

1. Konstante Molekularverhältnisse werden bei kristallinen Schmelz- und Druckfällungsversuchen (J. Lemberg) dem Vorhandensein chemischer Bindungen entsprechen, wenn die entstandenen Mineralien dem Leucit gleichen oder eventuell in bezug auf den Wassergehalt entsprechen. Je mehr die entstandenen Mineralien sich dem Chabasit nähern, desto weniger steht die „Base“ in chemischer Bindung mit Tonerde-Kieselsäure, desto mehr besteht eine Adsorptionsverbindung.

2. Bei Kolloiden werden gewisse Gleichgewichte Niederschläge von einfachen stöchiometrischen Molekularverhältnissen ergeben, doch ist hiermit keineswegs die Existenz chemischer Verbindungen erwiesen, da andere Gleichgewichte zu anderen Niederschlägen führen.

3. Die Unterscheidung von Aluminatsilicaten und Tonerdedoppelsilicaten ist zu verwerfen, da ihre verschiedene Zusammensetzung auf verschiedene Gleichgewichte zurückzuführen ist und ihr verschiedenes Verhalten darauf, daß in einem Falle Salze, im anderen nur „Base“ in Lösung waren und adsorbiert wurden, wobei in jenem neben der Absorption von Salz noch Adsorption abgespaltener Base stattfand.

R. Gans¹⁾ hat die Richtigkeit seiner Ansichten in der letzten Zeit wiederholt verfochten. In bezug auf die vermutete Bindung zwischen Tonerde und Kieselsäure bin ich selbst,²⁾ in bezug auf die vermutete Bindung zwischen der Tonerde und der Base ist G. Wiegner³⁾ R. Gans entgegengetreten. Es würde zu weit führen, wollte ich hier ausführlich auf diese sachliche Kontroverse eingehen. Ich muß mich in bezug auf die vermutete Existenz einer Bindung zwischen Tonerde und Base auf Grund des vorstehenden Vergleichs der mir bekannten Tatsachen der Ansicht von G. Wiegner anschließen, daß es sich bei den hier in Betracht kommenden Gelen nicht um chemische Verbindungen zwischen dem adsorbierenden Körper und der zu adsorbierenden Lösung bzw. Teilen aus dieser handelt, sondern um Adsorptionsverbindungen.

2. Die durch Salzsäure schwer oder kaum aufschließbaren Aluminiumhydroxysilicate.

Während bei der ersten Gruppe zwei Entstehungsmöglichkeiten zu berücksichtigen waren, Ausfällung aus wäßrigen Lösungen und Zersetzung von anderen Mineralien, kommt, soweit unsere bisherigen Kenntnisse reichen, in dieser zweiten Gruppe nur die der letzteren entsprechende Entstehung in Betracht. Wahrscheinlich können die durch Salzsäure schwer zersetzlichen Mineralien nur aus der Zersetzung solcher Tonerde-Kieselsäure-Mineralien hervorgehen, welche Tonerde und Kieselsäure in einer gegen Säuren beständigen Bindung enthalten. In der Hauptsache sind Alkalifeldspate, daneben die Glimmer, tonerdehaltigen Pyroxene, Amphibole, Granaten usw. als Urmaterialien anzusehen.

¹⁾ R. Gans, ZB. Min. etc. 1913, 699 usw.; ferner 1914, 273, 299, 365.

²⁾ H. Stremme, ZB. Min. etc. 1914, 80.

³⁾ G. Wiegner, ZB. Min. etc. 1914, 262.

1. Die Zersetzungsprodukte der Alkalifeldspate.

In einer Arbeit über die Chemie des Kaolins¹⁾ hatte ich nach Zusammenstellung der in der Literatur zerstreuten Daten über die Zersetzung von Orthoklas und Orthoklasgesteinen durch die verschiedenen Agentien im Laboratorium und zum Teil in der Natur feststellen können, daß Wasser aus Orthoklas mehr Alkali als Tonerde und Kieselsäure auslaugt, Kohlensäure daneben noch Kieselsäure mitnimmt, Schwefelsäure auch die Tonerde auflöst. Bei der Einwirkung von Salzlösungen ist ein gewisser Basenaustausch bemerkbar, gegenüber dem die geringe Auflösung von etwas mehr Kieselsäure als Tonerde zurücktritt. Neuerdings sind von J. Splichal²⁾ einheitliche Beobachtungen über die Zersetzung des Orthoklases im Laboratorium angestellt worden. Die von mir über die Laboratoriumszersetzung zusammengestellten Zahlen lassen sich mit denen von J. Splichal zu nachstehender Tabelle auf S. 74 vereinigen:

Im einzelnen ist zu dieser Tabelle zu bemerken, daß angesichts der verschiedenen Mengenverhältnisse und der verschiedenen Einwirkungs- und Gefäßarten auch verschiedene und nur schwierig miteinander vergleichbare Resultate zu erwarten sind. Bemerkenswert ist die Übereinstimmung der Versuche R. Müllers mit denen von J. Splichal, die ein gesichertes Ergebnis für Kohlensäure bedeutet. Ameisensäure und Salzsäure haben fast genau gleiche Einwirkung gehabt. Der Unterschied zwischen E. C. Sullivans und J. Splichals Ergebnissen ist vielleicht auf die Verschiedenheit der Schwefelsäurekonzentration mit Schwefelsäure und des Mengenverhältnisses zurückzuführen. J. Splichal hat bei Schwefelsäure fast die gleichen Ergebnisse gehabt wie bei Ameisensäure und Salzsäure: alle drei starken Säuren lösen viel Kali, viel Tonerde und noch mehr Kieselsäure.

In Prozenten verhält sich die Menge des gelösten Kalis und der gelösten Tonerde und Kieselsäure zur Gesamtmenge der angewandten Substanz:

	bei H ₂ O	CO ₂	CH ₃ COOH	HCl	H ₂ SO ₄	MgSO ₄	BaCl ₂
K ₂ O	0,42	0,2	bzw. 0,166	0,32 bzw. 0,30	0,36 bzw. 0,35	0,27 bzw. 0,31	0,06 0,13
			" 0,175			" 0,29	
Al ₂ O ₃	0,005	0,025	" 0,012	0,32 " 0,31 · 0,33	" 0,32	0,16 " 0,29	0,003 0,001
			" 0,02			" 0,30	
SiO ₂	0,003	0,1	" 0,05	1,02 " 0,97	0,97 " 0,99	0,14 " 0,93	0,006 0,001
			" 0,06			" 0,93	

Die größte Kalimenge ist also bei G. A. Daubrées Versuch mit Wasser gelöst worden. Auch wenn man bei den anderen Versuchen das Natron und selbst Kalk und Magnesia mit dem Kali vereinigt, so bleibt doch immer G. A. Daubrées Kalimenge unerreicht. Jedenfalls zeigt sich hier eine beträchtliche Löslichkeit schon im reinen Wasser; dies ist festzustellen, auch wenn man angesichts der Verschiedenheit in den Konzentrationen bei den einzelnen Versuchen auf die absoluten Zahlen selbst kein Gewicht legen würde. Äußerst gering ist im Wasser die Löslichkeit von Tonerde und Kieselsäure. Die Kohlensäure hat daneben mehr Tonerde, aber noch erheblich mehr Kieselsäure gelöst. Auf die gleiche Kalimenge gebracht, ergibt sich für Tonerde eine Erhöhung um das Zehn- bzw. Sechs- bzw. Zehnfache, für Kieselsäure eine Er-

¹⁾ H. Stremme, Die Chemie des Kaolins. Fortschr. Min., Krist. u. Petr. II, (Jena 1912), 116.

²⁾ J. Splichal, Bull. int. de l'Acad. des sciences de Bohême 1913, 1—23.

Agens	CO ₂ in H ₂ O			CH ₃ COOH 45%ig		HCl ?		n/10 1.	H ₂ SO ₄ 50%ig			MgSO ₄ in H ₂ O	BaCl ₂ in H ₂ O	
	1.	2.	3.	1.	2.	1.	2.		2.	3.				
Menge des Agens Menge des Feldspats Dauer des Versuchs	5000 ccm	?	200 ccm	200 ccm	200 ccm	200 ccm	200 ccm	50 ccm	200 ccm	0,0481 g in 50 ccm	0,2801 g in 50 ccm			
	3000 g	10,0715 g	20 g	20 g	20 g	20 g	20 g	25 g	20 g	25 g	25 g	25 g		
Gefäß und Temperatur	Eisentrommel, Zimmer-temp.	Paraffiniertes Zimmergefäß, Zimmertemperatur	Paraffiniertes Zimmergefäß, Zimmertemperatur	Paraffiniertes Zimmergefäß, Zimmer- temperatur	Paraffiniertes Zimmer- temperatur	Paraffiniertes Zimmer- temperatur	Glas, Zimmer- temp.	Paraffiniertes Zimmer- temperatur	Glas, Zimmer- temp.	Glas, Zimmer- temp.	Glas, Zimmer- temp.	Glas, Zimmer- temp.	Glas, Zimmer- temp.	
														192 Stdn.
Löslichkeit von	Na ₂ O	—	0,008	0,012	0,011	0,0105	0,014	0,0135	0,00925	0,0095	0,0056	0,00675	0,00675	
	K ₂ O	12,60	0,0204	0,035	0,0645	0,060	0,0715	0,0695	0,0615	0,0585	0,01475	0,03225	0,03225	
MgO	—	—	0,0015	0,002	0,0045	0,00375	0,004	0,00425	0,003	0,004	—	0,0005	0,0005	
CaO	—	Spur	0,0025	0,0035	0,0095	0,00925	0,008	0,0095	0,010	0,009	0,0020	0,00125	0,00125	
Fe ₂ O ₃	—	—	0,0015	0,0015	0,015	0,0205	0,0225	0,0185	0,005	0,0165	—	—	—	
Al ₂ O ₃	0,15	0,0025	0,0025	0,004	0,064	0,062	0,067	0,065	0,0575	0,059	0,00075	0,0004	0,0004	
SiO ₂	0,10	0,0102	0,010	0,012	0,205	0,198	0,194	0,199	0,1807	0,1865	0,0015	0,0006	0,0006	
Summe	12,85	0,0331	0,05925	0,0700	0,3735	0,36400	0,3810	0,37925	0,14040	0,32625	0,3430	0,0246	0,04175	
Verhältnis der gelösten zur angewandten Substanz	0,428 :100	0,328 :100	0,296 :100	0,35 :100	1,868 :100	1,838 :100	1,905 :100	1,896 :100	0,614 :100	1,6317 :100	1,715 :100	0,098 :100	0,166 :100	
Autor	Daubrée		R.Müller	Splichal		Splichal		Splichal		Sullivan		Splichal		Sullivan

höhung um das Siebzig- bzw. Vierzig- bzw. Fünfzigfache. Bei J. Splichals Versuchen mit den starken Säuren steigt die Löslichkeit von Tonerde und Kieselsäure etwa um das Zehnfache gegenüber den von Kohlensäure gelösten Mengen, während bei E. C. Sullivan die Löslichkeit der Tonerde um das Sechsfache steigt, die der Kieselsäure dagegen nahezu die gleiche bleibt.

Wenn die an sich ja immerhin winzigen Mengen der einzelnen Bestandteile erheblich zunehmen, würden die starken Säuren eine Koagulation der Kieselsäure hervorrufen müssen, so daß die Löslichkeit der Tonerde die der Kieselsäure schließlich stark überwäge.

In der Natur vollzieht sich die Zersetzung ähnlich wie bei den Laboratoriumsversuchen. Über eine Zersetzung der Feldspate durch reines Wasser ist mir allerdings noch nichts durch Analysen Belegtes bekannt geworden. Wenn eine solche vorliegen sollte, so ist sie jedenfalls gering. Tone dürften nicht entstehen.

Über die Wirkung von kohlenensäurehaltigem Wasser auf Orthoklasgesteine lassen sich die folgenden Daten beibringen:

	Ia		b		c		d		e	
Na ₂ O . . .	3,23	0,36	0,08	0,01	—	—	0,09	0,25	} 1,20	0,06
K ₂ O . . .	5,20	0,55	0,29	0,01	—	—	0,05	0,09		
MgO . . .	0,18	0,03	0,06	0,01	—	—	0,18	0,78	0,16	0,01
CaO . . .	0,38	0,05	0,10	0,01	—	—	0,08	0,24	—	—
FeO . . .	1,08	0,10	0,26	0,01	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	14,64	1	24,93	1	33,98	1	0,59	1	26,48	1
Fe ₂ O ₃ . . .	1,19	0,05	0,46	0,01	0,95	0,02	0,08	0,09	—	—
SiO ₂ . . .	71,67	6,5	64,68	4,41	39,96	0,99	2,27	4,11	32,21	2,06
TiO ₂ . . .	0,14	0,01	Spur	—	—	—	—	—	—	—
SO ₃ . . .	0,18	0,01	0,13	—	—	—	—	—	—	—
P ₂ O ₅ . . .	0,24	—	0,18	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O . . .	1,71	0,65	8,62	1,96	12,76	1,69	(0,19)	(1,82)	(9,13)	(1,96)
	99,84		99,79		88,65		3,34		60,05	

	IIa		b		c		d		
Na ₂ O . . .	3,61	0,44	0,54	0,04	} 2,02	} 1,11	} 1,93	} 0,07	
K ₂ O . . .	4,21	0,34	—	—					
MgO . . .	0,46	0,09	0,31	0,03	—	—	0,82	0,06	
CaO . . .	1,01	0,14	1,49	0,12	—	—	0,64	0,32	
FeO . . .	—	Mn ₃ O ₄	Spur	—	—	—	FeO	0,88	0,11
Al ₂ O ₃ . . .	13,55	1	23,32	1	2,53	1	36,25	1	
Fe ₂ O ₃ . . .	2,17	0,01	1,66	0,04	—	—	0,71	0,01	
SiO ₂ . . .	75,32	9,34	72,31	5,39	13,99	9,40	46,47	2,17	
TiO ₂ . . .	—	—	0,10	—	—	—	—	—	
H ₂ O . . .	(1,18)	0,20	(3,29)	0,32	—	—	12,64	1,98	
	100,33		99,73		18,54		100,34		

I. Granit von Gießhübel und dessen Umwandlungsprodukte unter dem Einfluß des Säuerlings (nach C. Gagel, B. Aarnio und H. Stremme): a) frischer Granit, b) Granitkaolin, c) mit verdünnter Schwefelsäure aus diesem gelöst; nach J. M. van Bemelen: d) mit Salzsäure und Natronlauge, e) darauf mit Schwefelsäure behandelt.

II. Quarzporphyr von Teplitz und dessen Umwandlungsprodukte unter dem Einfluß von Hochmoorwasser bei Zinnwald (nach B. Dalmer, C. Backofen und H.

Stremme): a) unersetzter Porphy, b) Bauschanalyse des tonig zersetzten Porphyrs, c) der durch Behandlung mit Schwefelsäure (Tonsubstanzbestimmung) zurückbleibende, unersetzte Anteil, d) die Bestandteile der 81,46% betragenden Tonsubstanz. (?)

Der Granit von Gießhübel (Ia) ist durch den Gießhübler Säuerling (11,4%, 0,1185% Salzgehalt, 0,185% freie Kohlensäure, 0,0453% halbgebundene Kohlensäure) in weißen reinen Granitkaolin (Ib, c) umgewandelt worden, dessen Kaolin der Zusammensetzung $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ sehr nahe kommt. Der Teplitzer Quarzporphy ist unter 46cm Sphagnum-Eriophorum-Torf durch Moorwasser, das nach Analogie mit anderen Moorwässern Kohlensäure enthalten haben dürfte, in einen hellen, grauweißen Ton zersetzt. Dieser enthielt 62,92% schwefelsäurelöslicher abgeschlämmter Tonsubstanz, deren Zusammensetzung der des Kaolins ebenfalls nahe stand, aber wahrscheinlich noch Feldspatüberreste aufwies.

Ein Beispiel für die Tonbildung durch Salzlösungen ist die Zersetzung des Orthoklases aus der Granitbreccie, welche die Karlsbader Thermalspalte erfüllt, durch die Karlsbader Therme zu einer weichen, etwas fettig anzufühlenden, lichtgrünen Masse. Die Thermen sind bis 74° heiß und enthalten neben 0,19—0,059% freier Kohlensäure 0,5—0,55% an Salzen, hauptsächlich Carbonate, Sulfate, Chloride und Silicate bzw. Kieselsäure. Der zersetzte Orthoklas hat die Zusammensetzung

	nach C. v. John		nach R. Crasso				
Alkalien	4,07	0,16	}	8,59	0,37	} 0,45	
MgO	0,39	0,03		0,25	0,96		0,08
CaO	1,10	0,06		—	—		—
FeO	0,19	0,01		5,39	0,25		
Al_2O_3	31,88	1		30,34	1		
Fe_2O_3	4,82	0,10		—	—		
SiO_2	57,54	3,68		54,72	3,02		
H_2O	(7,10)	1,85		(5,78)	1,14		
	99,99			100,00			

Hier sind Substanzen entstanden, welche der Bauschanalyse nach zwischen Feldspat und Kaolin stehen und in der empirischen Zusammensetzung an Glimmerarten erinnern. Manche Agalmatolithe, die von K. v. Haushofer, G. Tschermak u. a. dichte Glimmer genannt werden, haben eine entsprechende Zusammensetzung. Doch ist nicht festgestellt, ob die Karlsbader Zersetzungsprodukte salzsäurelöslich sind oder nicht. Wahrscheinlich sind sie durch Salzsäure nicht aufschließbar.

Nach dieser Zusammenstellung resultieren also bei der Zersetzung der Feldspate durch Kohlensäure Kaolin, durch salzreiche und kohlenstoffführende Lösungen Tone, die an Kieselsäure und Basen reicher, an Wasser ärmer sind.

Künstlich ist mit Hilfe von Kohlensäure Kaolin aus Orthoklas nicht hergestellt worden, doch ist dies J. H. Collins¹⁾ mit Hilfe von verdünnter Flußsäure gelungen. Flußsäure löst Kaolin vollständig. Wie die Zersetzung von Gesteinen durch Schwefelsäure zeigt, scheint diese Säure, wenn sie in größeren Mengen auf Feldspatgesteine wirkt, den Orthoklas vollständig zu zerstören. Das gleiche dürfte für Flußsäure gelten. Doch läßt J. H. Collins Versuch den Schluß zu, daß unter besonderen Umständen geringe Mengen von

¹⁾ J. H. Collins, Min. Mag. 1887, VII, 213.

Schwefel- und Flußsäure in der Natur geringe Mengen von Kaolin aus einzelnen Orthoklaskristallen erzeugen könnten. Über die hier obwaltenden Massenwirkungen könnten Versuchsreihen Aufschluß geben.

a) Kaolin.

Die Substanz der Zusammensetzung $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$, die eigentliche Tonsubstanz der Tonchemiker, existiert in kleinen Täfelchen, in glimmerartigen Schuppen, in feinschuppigem und in erdigem Zustande. Am besten belegt man diese verschiedenen Formen, für die zahlreiche Namen wie Nakrit, Pholerit, Steinmark, Kaolinit, Kaolin usw. in Gebrauch sind, mit der verbreitetsten Bezeichnung Kaolin.

Die empirische Zusammensetzung der reinen technischen Kaoline kann als ungewöhnlich konstant bezeichnet werden. Das Verhältnis $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ist verhältnismäßig selten mehr gestört als die Fehlergrenzen der Analysen zulassen. Stärkere Abweichungen kann eine sorgfältige Nachprüfung oft auf Beimengungen anderer Stoffe, z. B. von unzersetztem Feldspat, Quarz, salzsäurelöslichem Ton, zurückführen. So wurde von O. Grupe und H. Stremme¹⁾ ein toniges Zersetzungsprodukt des Feldspatbasalts der Bramburg beschrieben, das eine Zusammensetzung, z. B. von 40,71 SiO_2 , 35,05 Al_2O_3 , 19,13 H_2O neben 3,23 Fe_2O_3 und 1,48 anderer Bestandteile (CaO , MgO , K_2O , Na_2O usw.) hatte. Das Verhältnis von $Al_2O_3 : SiO_2$ war hierin 1:1,96, also das des Kaolins. Aber der Wassergehalt war um mehr als 5% zu hoch, während der Basengehalt von weniger als 1,5% auch für einen Kaolin als möglich angesehen werden konnte. Einer dieser Bramburgtone wurde mit Salzsäure und Schwefelsäure aufgeschlossen.

In jener wurden über 15% des wasserfreien Materials mit der Zusammensetzung $Al_2O_3 \cdot 2,66 SiO_2$, in dieser über 50% mit der Zusammensetzung des Kaolins gelöst. Hier war also der hohe Wassergehalt auf die Beimengung von salzsäurelöslichem Ton zurückzuführen.

Löslichkeit des Kaolins.²⁾

Durch Behandeln mit H_2O vermochte R. van der Leeden³⁾ eine gewisse Menge von Kaolin in Lösung zu bringen. 1 g Zetflitzer Kaolin wurde 96 Stunden lang mit 100 ccm destilliertem Wasser bei Zimmertemperatur geschüttelt.

	Kaolin	M.-V.	Im Wasser gelöst		
			in mg	p. Ct.	M.-V.
Alkalien	2,06	—	?	—	—
MgO	0,49	—	3 mg	0,3	—
CaO	0,85	—	1,7 „	0,17	—
Al_2O_3	41,7	1	2,6 „	0,26	1
Fe_2O_3	0,2	—	1,2 „	0,12	—
SiO_2	47,3	1,92	3,2 „	0,32	2,09
Glühverlust . .	7,54	—	—	—	—
	100,14		11,7 mg	1,17	

¹⁾ O. Grupe u. H. Stremme, J. preuß. geol. L.A. 1901, I, H. 2.

²⁾ Einen Teil der nachstehenden Daten entnehme ich meiner Zusammenstellung in „Fortschritte der Mineralogie“ 1912 S. 87—128.

³⁾ R. van der Leeden, ZB. Min. etc. 1911, 139.

Es wurde demnach relativ mehr von den Basen gelöst als von SiO_2 und Al_2O_3 , auch etwas mehr SiO_2 als Al_2O_3 . Möglich ist es, daß eine Suspension vorliegt und keine Lösung. Andere Zahlen erhielt E. C. Sullivan¹⁾ mit 50 ccm Wasser und 25 g Kaolin: eine etwas größere Menge an Basen und Kieselsäure, keine Tonerde.

Na_2O	0,3 mg = 0,0012%
K_2O	0,2 = 0,0008
MgO	0,5 = 0,002
CaO	1,0 = 0,004
SiO_2	0,6 = 0,0024
	2,6 mg = 0,0104%

Säuren brachten die folgenden Zersetzungen zustande:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Säure	n Essigsäure	konz. HCl	konz. HCl	12% HCl	16% HNO_3
Menge	100 ccm	—	—	150 ccm	150 ccm
Temperatur	Zimmertemp.	Zimmertemp.	heiß	Siedetemp.	Siedetemp.
Dauer	96 Std. Schütteln	—	—	30 Min.	30 Min.
Kaolinmenge u. Herkunft	1 g Zettlitz	Salzmünde	England	1 g Zettlitz	1 g Zettlitz
Na_2O	?	?	0,13	?	?
K_2O	?	?	0,10	?	?
MgO	4,6 mg = 0,46%	0,08%	0,056	?	?
CaO	2,6 = 0,26	0,12	0,13	?	?
Al_2O_3	3 = 0,3	} 0,14	2,24	2,98	0,86
Fe_2O_3	1,6 = 0,16		0,44	0,19	0,16
SiO_2	0,8 = 0,08	—	—	0,84	0,35
	12,6 mg = 1,26%	0,34%	3,096	3,91	1,37
	Autor: van der Leeden ²⁾ Rautenberg ³⁾ van Bemmelen ³⁾ Späte ⁴⁾ Späte ⁴⁾				

Diese Säuren lösten stets mehr Tonerde als Kieselsäure und relativ noch mehr Alkalien und Erdalkalien. Besonders sorgfältig hat C. Backofen⁵⁾ den Zettlitz Kaolin untersucht; getrocknet bei 120°. Zersetzt nach der J. M. van Bemmelen'schen Methode.

	Löslich in		Löslich in		Rückstand	Gesamtsumme		
	HCl	NaOH	H_2SO_4					
Na_2O	0,082	— 0,11	—		—	0,082	0,004	
K_2O	0,134	— 0,12	0,671 0,02		0,108 1	0,913	0,03	
MgO	0,094	} Spur	0,136 0,01		} 0,05	0,230	0,02	
CaO	0,250		0,40	0,202 0,01		—	0,452	0,02
Al_2O_3	0,856	0,289 1	35,898 1		0,120 1	37,163	1	
Fe_2O_3	0,194	0,011 0,11	0,806 0,01		—	1,011	0,02	
SiO_2	0,234	1,940 3,23	39,920 1,86		4,482 63,3	44,576	2,04	
	1,844	2,240	77,633		4,710			
Glühverlust						13,21	1,80	
							99,637	

Die Gesamtsumme stimmt mit einem Fehler von 0,756% zu viel SiO_2 , zu viel Eisenoxyd und Basen, aber zu wenig Wasser auf die Kaolinformel.

¹⁾ E. C. Sullivan, Bull. geol. Surv. U.S. 1907, 312.

²⁾ R. van der Leeden, ZB. Min. etc. 1911, 139.

³⁾ J. M. van Bemmelen, Landw. Versuchsst. 1879, 265.

⁴⁾ F. Späte, Sprechsaal 1910, 695.

⁵⁾ H. Müller, Zur Kenntnis einiger tertiärer und vortertiärer Tone. Sprechsaal 1914.

Der in Schwefelsäure lösliche Anteil (nach J. M. van Bemmelen „kaolin-artig“) hat 2,31% zu wenig Kieselsäure, zu viel Eisenoxyd und Basen. Der von Salzsäure zersetzte Anteil von 2,4% enthält relativ zur Tonerde besonders stark die Basen, auch eine beträchtliche Menge Kieselsäure. Im Rückstand stecken Quarz und Feldspat.

C. Backofen hat den gleichen Kaolin mit trockenem Ammoniumnitratpulver gemengt, durch gelindes Erwärmen (wie es nach der Sauer-Münstschens Methode zur Vertreibung des Humus geschieht) das Ammoniumnitrat abgeraucht und dann abermals nach der van Bemmelschen Methode abgeschlossen. Die Zahlen waren jetzt:

	Löslich in			Löslich in		Rückstand	Gesamtsumme	
	HCl	NaOH		H ₂ SO ₄				
Na ₂ O	0,211	—	0,05	—	—	—	0,211	0,01
K ₂ O	0,342	—	0,04	0,684	0,02	—	1,026	0,03
MgO	0,151	0,014	0,05	0,078	0,01	0,04	0,243	0,02
CaO	0,260	0,040	0,06	0,165	0,01	—	0,465	0,02
Al ₂ O ₃	8,745	0,256	1	29,129	1	0,066	38,196	1
Fe ₂ O ₃	0,373	0,014	0,03	0,691	0,01	—	1,078	0,02
SiO ₂	0,340	10,020	1,96	34,900	2,04	2,387	47,647	2,12
	10,422	10,344		65,647		2,470		
Feuchtigkeit							0,070	
Glühverlust							10,760	
							99,696	

Durch die verhältnismäßig gelinde Erwärmung ist dennoch unter dem Einflusse des Ammoniumnitrats der Kaolin intensiv verändert worden. Die Salzsäurezersetzlichkeit ist um mehr als das Fünffache gestiegen. Der schwefelsäurelösliche Anteil hat um mehr als ein Zehntel, der Rückstand um die Hälfte abgenommen. Beide säurelöslichen Anteile stimmen näher auf die Kaolinformel als ohne die Behandlung mit Ammoniumnitrat. Es ist also anscheinend ein Teil des Kaolins aus der schwefelsäurelöslichen in die salzsäurezersetzliche Form umgewandelt worden. Auch durch einfaches Erhitzen wird die Zersetzlichkeit des Kaolins erheblich vergrößert. Bereits R. Sachse hat, nach freundlicher Mitteilung von A. Vesterberg diese Erfahrung gemacht. Spätere Versuche unternahmen J. W. Mellor und A. D. Holdcroft¹⁾ (I), A. N. Sokoloff²⁾ (II) und A. Vesterberg³⁾ (III). Studiert wurde die Löslichkeit in HCl bei I vom spez. Gew. 1,165; II mit einem Gehalt von 6%.

Erhitzen auf	Dauer	I.		II.	III.	IV.
		England	?	Morl, Rohkaolin	käuflich bei Kahlbaum	
		Al ₂ O ₃ SiO ₃	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
110°	— Std.	0,08%	0,12%	—	—	—
300	1 "	—	—	2,12	—	—
400	1 "	—	—	2,08	—	—
400	3 "	—	—	2,61	—	—
450	— "	—	—	—	12,43	—
490—515	— "	—	—	—	17,66	32,86
500	3 "	—	—	28,80	—	—

¹⁾ J. W. Mellor u. A. D. Holdcroft, Sprechsaal 1911, 565.

²⁾ A. N. Sokoloff, Sprechsaalkalender 1914, 160.

³⁾ Mit gültiger Erlaubnis des Verfassers hier zum ersten Male veröffentlicht.

Erhitzen auf	Dauer	I.		II.	III.	IV.
		England Al ₂ O ₃ SiO ₂	—	? Al ₂ O ₃	Morl, Rohkaolin Al ₂ O ₃	käuflich bei Kahlbaum Al ₂ O ₃
600	— Std.	0,16	0,16	—	19,33	34,79
600	1 "	—	—	28,48	—	—
600	3 "	—	—	31,85	—	—
700	— "	0,12	0,98	—	—	—
700	1 "	—	—	32,30	—	—
700	5 "	—	—	33,96	—	—
800	— "	0,12	0,68	—	19,09	—
800	1 "	—	—	34,66	—	—
800	3 "	—	—	34,61	—	—
800	5 "	—	—	34,67	—	—
860	— "	—	—	—	19,53	36,19
900	— "	0,12	0,20	—	—	—
950	— "	—	—	—	Spur	—
1000	— "	0,08	0,16	—	—	—

Die Unterschiede dieser Bestimmungen sind sehr erheblich, lassen aber alle für die Tonerde eine Steigerung der Löslichkeit bei Erhitzen auf 450⁰ und mehr erkennen.

Verhalten von Kaolin gegen Farbstofflösungen.

Kaolin wird durch wäßrige Lösungen basischer wie saurer Farbstoffe angefärbt; alkoholische Fuchsinlösung färbt dagegen nach E. Dittler und C. Doelter¹⁾ nicht. Die Adsorption von Farbstoffen aus Lösungen ist wiederholt quantitativ gemessen worden. H. Stremme und B. Aarnio²⁾ fanden, daß je 2,5 g Gießhübler kaolinisierten Granits mit ca. 70% Kaolin aus Lösungen, die 0,5 g Farbstoff im Liter enthielten, 0,0176 g Malachitgrün, 0,0211 g Säurefuchsin, 0,0211—0,0218 g Methylenblau entfärbten.

Verhalten von Kaolin gegen Salzlösungen und Laugen.

Aus Salzlösungen adsorbiert Kaolin die „Basen“, während die „Säuren“ unadsorbiert bleiben. Auch unzersetzliches Salz wie bei den Kolloiden wird nicht aufgenommen. Die adsorbierten Basen werden gegen andere in Salzlösungen ausgetauscht. Der Betrag der Adsorption ist gering. Als Belege für diese Sätze seien die folgenden Daten zitiert.

K. Rautenberg untersuchte das Verhalten eines unreinen Kaolins mit 53SiO₂, 32,5Al₂O₃, 10,36H₂O gegen Chlorkalium-, Chlorammonium-, Ätzkali- und Ammoniaklösung. 50 g adsorbierten aus 300 ccm Chlorkaliumlösung mit 1,7685 g = 37 Äquivalenten Kalium 0,0450 g = ungefähr 1 Äq. Kalium. Die gleiche Menge Kaolin adsorbierte aus 300 ccm Chlorammoniumlösung mit 33 Äq. NH₃ 1/2—1 Äq. NH₃, aus 300 ccm Ätzkalilösung mit 54 Äq. K 1,5 Äq. K, aus einer konzentrierten Ätzkalilösung mit 108 Äq. K 2,4 Äq. K, aus einer verdünnten mit nur 30 Äq. fast 1 Äq. K, aus 300 ccm Ammoniaklösung mit 34 Äq. NH₃ 2 Äq. NH₃, die gleiche Menge aus einer Ammoniaklösung von der doppelten Konzentration.

Nach E. C. Sullivan adsorbierte 1 g Kaolin zwischen 0,0038 und 0,0169 g CuO aus 50 ccm Kupfersulfatlösung, die 2 g CuSO₄ enthielt, dabei wurden

¹⁾ E. Dittler u. C. Doelter, ZB. Min. etc. 1912, 21.

²⁾ H. Stremme u. B. Aarnio, Z. prakt. Geol. 1911, 344.

zwischen 0,065 und 0,00150 g des Kaolins gelöst. Besonders eingehende Adsorptionsversuche unternahm A. S. Cushman¹⁾ mit einem weißen Kaolin (china clay) unbekannter Herkunft, der allerdings die Zusammensetzung 56,87 SiO₂, 30,20 Al₂O₃, 9,82 H₂O hatte:

	^{1/10} normale Lösung von	Basische Ionen				Saure Ionen			
		50 ccm der Lösung enthielten g	50 ccm des Filtrates nach dem Versuche enthielten g	Adsorbiert waren g	Adsorption in Prozenten	50 ccm der Lösung enthielten g	50 ccm des Filtrats nach dem Versuche enthielten g	Adsorbiert waren g	Adsorption in Prozenten
Dauer des Versuches 5 Minuten	NH ₄ Cl	0,0885	0,0801	0,0084	0,0840	0,1773	0,1789	0	0
	BaCl ₂	0,3425	0,3110	0,0315	0,3150	0,1773	0,1767	0	0
	Al ₂ (SO ₄) ₃	0,1030	0,0935	0,0095	0,0950	0,4803	0,4950	0	0
Dauer des Versuches 15 Min.	NH ₄ Cl	0,0885	0,0801	0,0084	0,0840	0,1773	0,1799	0	0
	BaCl ₂	0,3425	0,3085	0,0340	0,3400	0,1773	0,1771	0	0
	Al ₂ (SO ₄) ₃	0,1030	0,0958	0,0072	0,0720	0,4803	0,4999	0	0
Dauer des Versuches 3 Tage	NH ₄ Cl	0,0885	0,0808	0,0077	0,0770	0,1773	0,1795	0	0
	BaCl ₂	0,3425	0,3052	0,0373	0,3730	0,1773	0,1773	0	0
	Al ₂ (SO ₄) ₃	0,1030	0,0955	0,0075	0,0750	0,4803	0,4840	0	0

Die Substitution der Basen ist durch J. M. van Bemmelen festgestellt worden. Er fand für 100 g Kaolin von England eine Adsorption von 2,3 Äq. K aus 250 ccm Lösung, die 10 Äq. KCl enthielt. Die Adsorption ging mit einer Auswechslung des Kaliums gegen Calcium, Magnesium und Natrium Hand in Hand. Aus dem Kaolin wurden gelöst 1,5 Äq. Ca, 1,0 Äq. Mg, 0,2 Äq. Na, also 2,7 Äq. Kationen. Die Chlormenge wurde im Filtrat unverändert gefunden. 100 g Kaolin adsorbierten aus 250 ccm Kaliumcarbonatlösung mit 10 Äq. K₂CO₃ 3,86 Äq. K. Der Kohlensäuregehalt der Lösung war unverändert, dagegen Calcium, Magnesium und Natrium aufgelöst.

Wie gering die Menge der adsorbierten Basen ist, geht aus folgenden Berechnungen hervor. Bei K. Rautenbergs Versuch kam auf 1 Mol. Al₂O₃ eine Adsorption von etwa 0,003 Mol. K₂O, bei A. S. Cushmans Versuchen, bei denen ebenfalls reiner Kaolin nicht verwendet wurde, von etwa 0,0084 Mol. (NH₄)₂O; 0,0076 Mol. BaO und 0,0027 Mol. Al₂O₃. Auffallend ist das Schwanken bei E. C. Sullivans Versuchen mit Kupfersulfat, bei denen auf 1 Mol. Al₂O₃ zwischen etwa 0,013 und etwa 0,05 Mol. CuO niedergeschlagen wurden. Es läßt sich so erklären, daß die freigewordene Schwefelsäure den Kaolin angriff und dadurch das Gleichgewicht störte. E. C. Sullivan hat in der Tat gewisse Mengen des Kaolins gelöst gefunden. Gewisse Salze, namentlich Sulfate, wirken nach R. Rieke²⁾ und anderen Autoren noch in besonderer Weise auf Kaolinbrei: Ihre Lösungen erhöhen, in geringer Menge einem wäßrigen Kaolinbrei zugesetzt, dessen Zähigkeit. Besonders wirksam sind Calciumsulfat, Aluminiumsulfat und die Sulfate der Schwermetalle. Die Alkalisulfate wirken nur in geringen Mengen versteifend, etwas größere Mengen verflüssigen wieder; bei noch stärkerem Zusatz tritt wieder Versteifung ein.

¹⁾ A. S. Cushman, U.S. Depart. Agric. Bureau Chemistry Bull. 92, 18 (1905).

²⁾ R. Rieke, Sprechsaal 1910, 709.

Eine tiefdunkelblaue Lösung von Kupferammoniumsulfat passiert nach E. Kohler¹⁾ eine Kaolinschicht (am besten in einem Glasrichter) als vollkommen farblose Lösung, in der auch nicht eine Spur Kupfer mehr nachweisbar ist; alles Kupferoxyd wurde vom Kaolin adsorbiert. E. Kohler zog aus diesem Verhalten Schlüsse auf Erzlager, die an Kaolin gebunden sind.

Von Kali- und Natronlauge wird Kaolin teils aufgelöst, teils umgewandelt. Von J. Lemberg, St. J. Thugutt, R. Gans und anderen Autoren sind hierhergehörige Versuche unternommen worden. Nach St. J. Thugutt²⁾ lösten 190 ccm 2%iger Kalilauge aus 2 g Kaolin in 173 Stunden bei ca. 200° und unter Erneuerung der Lauge nach 96 Stunden:

SiO₂ 0,0328 g; 0,056 g,
Al₂O₃ 0,2238 „; 0,0236 „.

Beim Behandeln von 3 g mit je 190 ccm 1%iger Natronlauge:

SiO₂ 0,015; 0,0365; 0,0578; 0,057,
Al₂O₃ 0,115; 0,1062; 0,0603; 0,05.

„Wirkt eine konzentrierte Natriumhydroxydlösung auf Kaolin ein, so löst sich viel weniger Tonerde und Kieselsäure, als bei der Einwirkung von verdünnter Natronlauge. Auch ist das Verhältnis der gelösten Stoffe anders. In konzentrierter Lösung spaltet sich keine Tonerde ab.“ (Aus den obigen Zahlen schließt St. J. Thugutt, daß ein Drittel der Tonerde im Kaolin eine andere Rolle spielen als die beiden anderen.)

Durch Erhitzen von Kaolin mit Laugen im Autoklaven erhielten J. Lemberg und St. J. Thugutt salzsäurelösliche Mineralien, worauf schon oben hingewiesen wurde.

Verhalten des Kaolins beim Erhitzen.

H. Le Chatelier³⁾ untersuchte Kaoline von Red Mountain (Colorado), China und Frankreich in gleicher Weise wie die salzsäurelöslichen Tone auf ihre Wärmeaufnahme oder Abgabe bei erhöhten Temperaturen und fand eine Verlangsamung der Temperaturerhöhung, die bei 770° aufhörte und eine leichte Beschleunigung von wechselndem Betrage gegen 1050°. Nach Versuchen von R. Rieke⁴⁾ mit 10 Kaolinen liegt die Verlangsamung zumeist bei etwa 500° und ist besonders zwischen 540—580° deutlich. Auch schon bei 425, 430, 440, 450° wurde der Beginn der Wärmeabsorption beobachtet. J. W. Mellor und A. D. Holdcroft⁵⁾ fanden mit Kaolin von Cornwall eine entsprechende endotherme Reaktion bei etwa 500°, eine exotherme schon bei etwa 800°. Die endotherme Reaktion wird von den Autoren mit der Wasserabgabe in Verbindung gebracht. Die Wasserabgabe ist in der Tat unterhalb von etwa 350—500° unbeträchtlich.⁶⁾ E. A. Wülfing⁷⁾ fand die folgenden Daten für die Entwässerung von Kaolinen:

¹⁾ E. Kohler, Z. prakt. Geol. 1903, 49.

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 593 (1894).

³⁾ H. Le Chatelier, Über die Konstitution der Tone. Z. f. phys. Chem. 1887, 396; Bull. Soc. min. 1887, 204.

⁴⁾ R. Rieke, Sprechsaal, 1911, 637.

⁵⁾ J. W. Mellor u. A. D. Holdcroft, Sprechsaal 1911, 565.

⁶⁾ In der Zusammenfassung der Einzeldaten am Schlusse meiner Zusammenstellung „Die Chemie des Kaolins“ a. a. O. habe ich 500° als die niedrigste Temperatur angegeben, bei der die Hauptmenge des Wassers entweicht. Dies ist, worauf mich Prof. Dr. E. A. Wülfing in Heidelberg freundlicherweise aufmerksam machte, etwas zu hoch gegriffen. Vielleicht ist statt dessen 450° zu setzen.

⁷⁾ E. A. Wülfing, Jahresb. Ver. vaterl. Naturk. Württ. 1900, 1.

Gewichtsverlust	Kaoline			Steinmark von Rochlitz
	Znaym	China	Passau	
bis 108°	0,43	0,47	1,30	0,85
von 108—250°	0,22	0,21	1,01	0,28
„ 250—350°	0,24	0,27	0,85	0,34
„ 350—500°	9,75	11,19	9,92	12,07
über 500°	1,97	1,70	1,74	1,59
von 108° bis zum Glühen	12,18	13,37	13,52	14,28

Bei einem kristallinen Kaolin von Eger, der Wasser bei sechswochenlangem Trocknen im Exsikkator über konzentrierter Schwefelsäure verlor, entwich die Hauptmenge über 470°, bei welcher Temperatur allmählich fast alles Wasser abgegeben wurde. Schneller ging die Wasserabgabe beim Erhitzen auf über 500°.

Entwässerter Kaolin nimmt eine gewisse Wassermenge wieder auf, um so mehr, je tiefer die Entwässerungstemperatur war. K. Rodewald und E. A. Mitscherlich trockneten Kaolin unbekannter Herkunft 4 Stunden lang im Vakuum über Phosphorpentoxyd bei 100°. Nach dieser Trocknung nahm der Kaolin aus verdünnter Schwefelsäure 5,34 und 5,45 % Wasser wieder auf. Für Zettlitzer Kaolin fanden H. Stremme und B. Aarnio eine Wasseraufnahme von 6,15%, für kaolinisierten Granit von Gießhübel, der 70 % kristallinen Kaolin enthielt, 2,19%. J. W. Mellor und A. D. Holdcroft erhitzen Kaolin von Cornwall auf 600—640°, wobei in 20 Stunden 8,5 % Wasser verloren wurden. Auch bei längerem Erhitzen blieben noch 1,04 % zurück. Darauf wurde der Kaolin mit Wasser im Autoklaven bei 200 Atmosphären auf 300° erhitzt und die Masse im Dampfschrank und über Phosphorpentoxyd im Vakuum getrocknet. Die Glühverlustbestimmung ergab 3,63 %, also eine Wasseraufnahme von 2,59 %.

Über die Bedeutung der exothermen Reaktion gewinnen J. W. Mellor und A. D. Holdcroft bestimmte Vorstellungen. Sie erhitzen Kaolin auf verschiedene Temperaturen und untersuchten die Salzsäurelöslichkeit, die Hygroskopizität und das spezifische Gewicht. Änderungen dieser Faktoren beim Erhitzen auf über 500° bringen die Autoren mit der schnellen Abgabe des Wassers in Verbindung. Die Salzsäurelöslichkeit stieg nach Erhitzen auf 600—700° (s. o.), blieb aber niedriger als die von freier Tonerde und freier Kieselsäure bei diesen Temperaturen. Doch zeigte freie Tonerde in der Erhitzungskurve die für Kaolin charakteristische Verzögerung bei ca. 500° und die Beschleunigung oberhalb von 800°. Aus dieser Übereinstimmung und der Änderung im Verhalten gegen Salzsäure schließen die Verfasser, daß Kaolin oberhalb 500° in freie Tonerde, Kieselsäure und Wasser zerlegt wird. Die exotherme Änderung, die bei der oberen kritischen Temperatur von ca. 800° zu beobachten ist, würde einer physikalischen Umwandlung der bei 500° freigewordenen Tonerde entsprechen können. Unterhalb der Erweichungstemperatur des Kaolins von 1350° tritt Sillimanitbildung auf, die einer Wiedervereinigung eines Teiles der freigewordenen Kieselsäure mit der Tonerde gleichkommen würde.

Neuerdings sind Erhitzungsstudien mit Kaolin auch von A. N. Sokoloff¹⁾ vorgenommen worden. A. N. Sokoloff hat namentlich die Wasserabgabe mit

¹⁾ A. N. Sokoloff zitiert nach Sprechsaalarchiv 1912, Nr. 9, und Sprechsaalkalender 1913, 1914.

der Löslichkeit der Tonerde in Salzsäure verglichen. Die Ergebnisse kommen in nachfolgenden Schaulinien (Fig. 4) zum Ausdruck, die der untenstehenden Tabelle entsprechen.

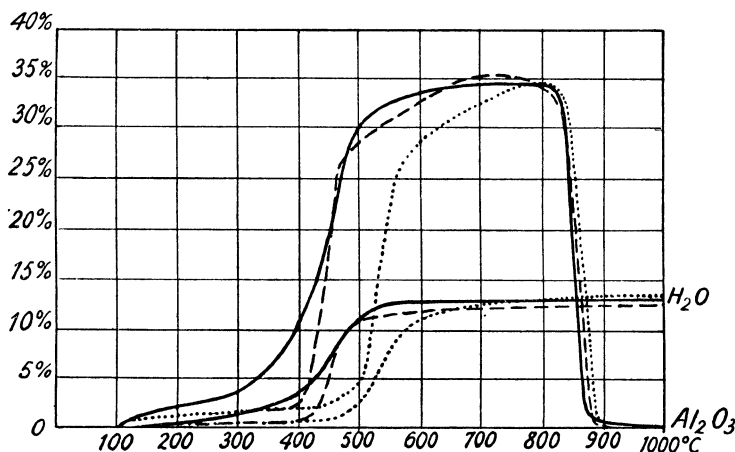


Fig. 4. Abgabe des Wassers und Löslichkeit der Tonerde in Salzsäure beim Erhitzen von Kaolin.

Temperatur und Zeit des Erhitzens	Menge des Wassers als Gewichtsverlust	Menge der in 6% iger HCl lösl. Tonerde	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{H}_2\text{O}}$
300° 1 Std.	0,72 %	2,12 %	1 : 1,91
400 1	0,67	2,08	1 : 2,03
" 3	0,94	2,61	1 : 2,00
" 5	3,85	—	—
500 1	2,33	—	—
" 3	10,77	28,80	1 : 2,12
" 5	11,20	—	—
600 1	10,94	28,64	1 : 2,14
" 3	11,93	31,85	1 : 2,12
" 5	—	—	—
700 1	11,92	32,30	1 : 2,06
" 3	12,40	—	—
" 5	12,94	33,96	1 : 2,12
800 1	12,99	34,66	1 : 2,12
" 3	12,99	34,61	1 : 2,06
" 5	13,00	34,67	1 : 2,12

Selbst bei 5stündigem Erhitzen auf 400° und auch bei 1stündigem auf 500° entsprach die Wasserabgabe noch nicht einem Molekül. Erst mehr als 1stündiges Erhitzen auf 500° oder Erhitzen auf 600° waren hierzu nötig. Selbst 5stündiges Erhitzen auf 800° vermochte noch nicht alles Wasser auszutreiben (falls es sich um reinen Kaolin handelte, was mir nicht sicher bekannt ist). Die Verlängerung der Glühdauer auf die Löslichkeit der Tonerde war bei 800° kaum mehr merklich, während sie bei tieferen Temperaturen nicht unbedeutend war. Nach A. N. Sokoloff wäre in dieser Beziehung die bei dem Kaolinzerfall freiwerdende Tonerde nicht mit dem Tonerdehydrat in reinem Zustande zu vergleichen. Längeres Glühen macht diese, vielleicht infolge von Polymerisation, unlöslich.

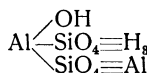
Bei etwa 400—500° tritt die energische Abgabe des Wassers mit einer leichteren Auflösbarkeit der Tonerde zusammen ein. Gleichzeitig wird auch die Kieselsäure in Natronlauge leichter löslich. Es beginnt also der Zerfall des Kaolinmoleküls, der bei 800° etwa am höchsten ist. Das Vorhandensein der freien amorphen, mit Wasser reagierenden Kieselsäure in schwach geglühten Tonen bedingt ihre Fähigkeit, in Gemischen mit Kalkhydrat unter Wasser zu erhärten. „Es konnte auch mit Sicherheit festgestellt werden, daß die höchste Hydraulik der Tone bei derjenigen Temperatur und unter Bedingungen erzielt wird, die auch dem höchsten Zerfall des Kaolins entsprechen.“

Vor dem Lötrohre ist reiner Kaolin unerschmelzbar und gibt, mit Kobaltlösung befeuchtet, die Tonerdereaktion (Thenards Blau).

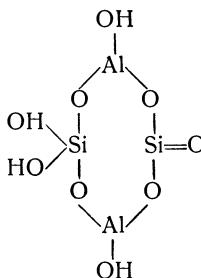
Die Konstitution des Kaolins.

Die Konstitution des Kaolins ist oft Gegenstand der Diskussion gewesen. Während ursprünglich Kaolin als ein Tonerdesilicat, ein Tonerdesalz der Kieselsäure, aufgefaßt wurde, sehen in jüngerer Zeit zahlreiche Autoren (unter anderen W. Vernadsky, S. Glinka, A. L. Ginsberg, St. J. Thugutt, E. Pukall) den Kaolin als freie Alumo- oder Tonkieselsäure an. Recht verschieden sind die zahlreichen Formeln, die für die Konstitution ersonnen wurden. Es seien die folgenden mitgeteilt:

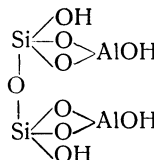
F. W. Clarke
P. Groth



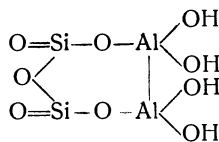
K. D. Glinka



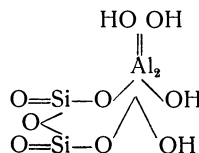
K. v. Haushofer
F. Hundeshagen
R. Gans



R. Scharizer
J. W. Mellor u.
A. D. Holdcroft

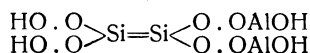


Strukturformel:



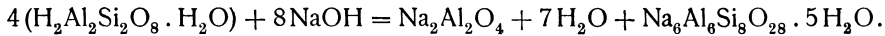
Salz der Metadikieselsäure H₂SiO₅

C. Simmonds



Zu den Analysen 5 und 6 bemerkt St. J. Thugutt: „Die Kieselsäure . . . rührt vom Kalinatrolith her, welcher in Ätzalkalien etwas löslich ist. Wäre die Umsetzung von Kaolin vollständig gewesen, so müßten 0,25 g Tonerde in Lösung gehen. Gefunden sind 0,2519 g, wovon jedoch 0,0503 g auf den mitgelösten Kalinatrolith entfallen.“

Bei Anwendung von 1⁰/₁₀iger Natronlauge und 3 g Kaolin verlief die Reaktion nach der Gleichung



In Lösung gingen

			SiO ₂	Al ₂ O ₃
nach 115 Stunden bei	203—206°	. . .	0,0150	0,1150
"	100 " "	198—204 . . .	0,0365	0,1062
"	94 " "	202—208 . . .	0,0578	0,0603
"	96 " "	200—206 . . .	0,0570	0,0500
405			0,1663	0,3315

Es entstanden in Salzsäure klar lösliche Kristallaggregate und 0,04 mm lange Säulchen der Zusammensetzung:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	H ₂ O	Summe
45,17	29,06	17,62	8,65	100,50

Der Formel Na₆Al₆Si₆O₂₈·5H₂O entsprechen:

45,19	28,81	17,51	8,49	100,00
-------	-------	-------	------	--------

Von Natrolith unterscheidet sich dieses Produkt durch ein Plus an Natriumaluminat und ein Minus an Wasser:

Natrolith	8Na ₂ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ ·16H ₂ O
dagegen:	8Na ₂ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ ·Na ₂ Al ₂ O ₄ ·15H ₂ O.

Bei 100⁰ verliefen die Reaktionen anders. Es gingen bedeutende Mengen SiO₂ und Al₂O₃ in Lösung, etwas mehr Tonerde als im Verhältnis des Kaolins, während die zurückbleibenden Silicate von den bisher untersuchten in ihrer Zusammensetzung abwichen. 3 g Kaolin mit 500 ccm 1⁰/₁₀iger Kalilauge wurden in einer Platinf Flasche auf dem Dampfbade erwärmt. Es gingen in Lösung:

		SiO ₂	Al ₂ O ₃
nach 20 Tagen . . .	. . .	0,1566	0,1304
" 22 " . . .	. . .	0,1500	0,1800
" 26 " . . .	. . .	0,1545	0,1665
" 27 " . . .	. . .	0,1285	0,1395
95		0,5896	0,6164

Zurück blieb das nur zum Teil in Salzsäure lösliche Produkt:

SiO ₂ u. unlösl. Rückstand	Al ₂ O ₃	K ₂ O	H ₂ O	Summe
54,65	28,29	4,25	12,56	99,75

Durch Natronlauge gingen bei entsprechender Behandlung in Lösung:

		SiO ₂	Al ₂ O ₃
nach 20 Tagen . . .	. . .	0,1390	0,1300
" 26 " . . .	. . .	0,2110	0,2000
" 26 " . . .	. . .	0,1755	0,1730

Zurück blieb

SiO ₂ u. in HCl unlösl. Rückstand	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	H ₂ O	Summe
57,10	21,96	6,26	13,75	99,07

Bei Einwirkung von konzentrierter Natronlauge auf Kaolin lösten sich weniger Tonerde und Kieselsäure, als bei der Einwirkung von verdünnter Natronlauge; auch war das Verhältnis der gelösten Stoffe anders. Alle von J. Lemberg und ihm selbst vollständig durchgeführten Versuche stellt St. J. Thugutt zu folgender Tabelle zusammen:

Kaolin ergab mit 30% iger Natronlauge	1.	2Na ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈ · 5H ₂ O
" " " 16 "	2.	4Na ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈ · 5H ₂ O
" " " 1 "	3.	6Na ₂ Al ₃ Si ₄ O ₄ · 15H ₂ O
" " " 47 "	4.	K ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈
" " " 37 "	5.	K ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈
" " " 25 "	6.	K ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈
" " " 2 "	7.	2(K ₂ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ · 3H ₂ O) u. K ₂ Al ₂ O ₄ .

Von im ganzen 9 Versuchen mit Kali- und Natronlauge ist nur bei einem Versuch eine Reaktion eingetreten, die St. J. Thugutts Vermutung des dreifachen Molekulargewichts stützen. Daraus ergibt sich die Berechtigung der oben erwähnten Einwände gegen von St. J. Thugutts Annahme durch J. W. Mellor und A. D. Holdcroft: St. J. Thugutts Ergebnis sei nicht auf eine bestimmte Gestaltung der Tonerde im Kaolin zurückzuführen, sondern lediglich Folge einer bestimmten Massenwirkung. Wenn man seiner Annahme folgt, daß die Kieselsäure und ein Teil der Tonerde bei dem erwähnten Versuch nicht aus dem Kaolin, sondern aus dem Kalinatrolith gelöst sei, so sind anstatt 0,25 g (genau 0,2529) nur 0,2016 g Al₂O₃ aus dem Kaolin in K₂Al₂O₄ übergeführt worden, d. h. 20% zu wenig. Daher würde die oben an erster Stelle stehende Formel mit einem Fehler von 20% arbeiten. Es zeigen aber die Versuche mit Kalilauge bei niedrigerer Temperatur, daß bei dieser die Löslichkeit trotz der größeren Kaolinmenge relativ bedeutend geringer ist als bei erhöhter Temperatur. Die Löslichkeit betrug bei zirka 200° aus 2 g Kaolin mit 380 ccm Lauge in etwa 7 Tagen 0,2519 g (wir müssen hier alles Gelöste, einschließlich des aus dem Kalinatrolith herrührenden, zugrunde legen, da das gleiche bei dem Versuch bei 100° der Fall ist), bei 100° aus 3 g Kaolin mit 500 ccm Lauge in 20 Tagen 0,1304 g Al₂O₃, d. h. bei 200° über 30%, bei 100° noch nicht 11,5%. Dazu kommt aber, daß der Kaolin bei der Umwandlung in den Kalinatrolith vollständig seine charakteristische Eigenart, die Unlöslichkeit in Salzsäure einbüßt. Diese Umwandlung ist kaum anders denkbar, als unter Zugrundelegung einer Auflösung des Kaolins in der Lauge und Ausfällung bzw. Auskristallisierung eines Teiles der Tonerde und Kieselsäure, welche Ansicht, wie oben erwähnt, schon K. D. Glinka äußerte.

Was die einzelnen Bestandteile anlangt, so beweist die geringe Angreifbarkeit des Kaolins durch Salz-, Salpeter- und Essigsäure, daß eine Bindung zwischen Tonerde und Kieselsäure vorhanden ist. Das Wasser entweicht in der Hauptsache erst über 330°, vielleicht sogar erst gegen 500°. Es verhält sich also nicht als adsorbiertes oder Kristallisationswasser, sondern wie Konstitutionswasser. Bei dieser hohen Temperatur geht das Wasser kontinuierlich fort, nicht etwa in mehreren scharf getrennten Teilen. Auch Schwefelsäure und Alkali zersetzen den Kaolin gleichmäßig fortschreitend, nicht in Abteilungen.

Daraus schließen J. W. Mellor und A. D. Holdcroft, daß den einzelnen Gruppen eine symmetrische Stellung im Molekül zukommt. Infolgedessen sind die unsymmetrisch gebildeten Formeln von F. W. Clarke-P. Groth und K. D. Glinka zu verwerfen.

Für die Säurenatur könnte die Aufnahme und der Austausch der Kationen allein aus Salzlösungen sprechen, weder unzersetztes Salz noch Anionen wurden bei den zahlreichen bisherigen Versuchen aufgenommen. Dies spricht gegen die Annahme einer Adsorption wie bei Kolloiden. Die beiden Einzelbestandteile nehmen in kolloider Form Salze auf, daneben zumeist Kationen, bisweilen anscheinend auch Anionen. Die Adsorption der Kationen wird auf die elektronegative Ladung der betreffenden Kolloide zurückgeführt. (Manche Agrikulturchemiker sehen hierin den „sauren Charakter“ der betreffenden Kolloide). Die Kationenadsorption scheint bei der Kieselsäure schwächer zu sein als bei der Tonerde. Nach den Versuchen J. M. van Bemmelen adsorbierte 1 Mol. SiO_2 -Hydrogel, 0,0055 Mol. Na_2O und 0,0066 Mol. K_2O . Die Zahlen des Anstausches (Aufnahme?) von 1 Mol. Kaolin sind diesen nicht unähnlich: 0,00300 Mol. K_2O , 0,0084 Mol. $(\text{NH}_4)_2\text{O}$, 0,0076 Mol. BaO , 0,0027 Mol. Al_2O_3 . Die Zahlen für die Kieselsäure sind nicht absolut zu nehmen, wenn die Kationenadsorption aus Salzen eine Gleichgewichtsreaktion, keine chemische darstellt. Wäre die Kationenabsorption eine chemische Erscheinung, dann würde eine erhebliche Übereinstimmung zwischen Kaolin und Kieselsäure existieren und in diesem Falle Kaolin und Kieselsäure einander ähnliche Säuren darstellen. Darauf bezieht sich die nur in der von mir aufgestellten Formel vorhandene Bindung des Wasserstoffs allein an das Silicium.

Aber die Auffassung der rein chemischen Natur der Kationenadsorption der Kieselsäure ist unrichtig — dies beweisen namentlich B. Aarnios Versuche mit Hydrosol und Kalilauge.

Aus F. W. Clarkes Versuchen mit Feldspat und Leucit gegen Chlorammonium in der Hitze geht hervor, daß im Feldspat eine andere Bindung zwischen Tonerde und Kieselsäure herrscht als im Leucit. Die Versuche mit Leucit und seinen Verwandten zeigen eine deutliche Beziehung zwischen Tonerde und „Base“, ohne Einfluß der Kieselsäure. Da die Reaktionsfähigkeit des Feldspatalkalis eine andere ist, dennoch aber 1 Mol. K_2O auf 1 Mol. Al_2O_3 kommt, so ist das Feldspatalkali an den Kaolinkomplex gebunden, aber von der Tonerde getrennt durch die Kieselsäure. Auch in diesem Falle haben wir demnach den Wasserstoff in der Formel an das Silicium und nicht an die Tonerde zu bringen. Die Bindung des Kalis an den Kaolinkomplex ist auch anders als die Bindung der „Basen“ an die Kieselsäure im Pectolith, Wollastonit und Apophyllit. F. W. Clarke und G. Steiger konnten deren Basen durch die Behandlung mit Chlorammonium fast vollständig in Lösung bringen. So stellt sich der Kaolinkomplex als eine schwer zersetzliche, schwer reagierende Säure dar, von welcher bis jetzt direkte Salze mit „Basen“ noch nicht bekannt geworden sind. Sie hat nicht die Eigenschaften der Tonerde, auch nicht die der Kieselsäure, sondern ist eine selbständige Erscheinung geworden, wie andere komplexe Säure (z. B. Ferrocyanwasserstoffsäure). Welche von den symmetrisch angeordneten Konstitutionsformeln ihr zuzuschreiben ist, lasse ich dahingestellt.

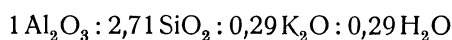
Die kieselsäurereicheren Zersetzungsprodukte der Alkalifeldspate.

Neben Kaolin existiert noch eine Anzahl von kieselsäurereicheren Zersetzungsprodukten der Alkalifeldspate, die gleich diesem die Unlöslichkeit in

Salzsäure noch nicht eingeblüht haben. J. Roth¹⁾ hat die Analysen solcher Zersetzungsprodukte gesammelt. Nach C. F. Rammelsberg war ein frischer fleischroter Orthoklas der Zusammensetzung 1 in grünlichen schuppigen Glimmer 2 umgewandelt. Es ist starke Abnahme der Kieselsäure um mehr als die Hälfte und der Basen um fast die Hälfte erfolgt. Eisen und Wasser sind zugeführt worden.

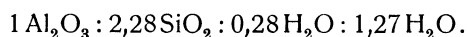
	1.		2.		
Na ₂ O	3,01	0,28	0,50	0,03	} 0,53
K ₂ O	11,12	0,65	11,19	0,42	
MgO	0,21	0,03	0,75	0,07	
CaO	0,36	0,04	0,17	0,01	
Fe ₂ O ₃	0,46	0,02	5,56	0,12	
Al ₂ O ₃	18,86	1,00	29,01	1,00	
SiO ₂	66,66	6,00	49,04	2,88	} 0,89
Glühverlust	0,50	0,15	3,49		
Wasser	—	—	1,16		
	101,18		100,87		

G. Bischof fand im Kaliglimmer, der in Formen von Orthoklas vorkam, eine Zusammensetzung, die sich in



umrechnen läßt.

Orthoklas verwittert auch zu erdigem Pinitoid. Nach A. Knops Analysen läßt sich für diesen berechnen von etwas mehr Kieselsäure und Kali bis zu



Es handelt sich also um erdige Glimmer. Der Wassergehalt ist am größten in der oben wiedergegebenen Analyse der Pinitoide, die als Zersetzungsprodukte des Orthoklas in der Karlsbader Granitbreccie vorkommen (siehe oben).

J. D. Dana sammelte eine große Zahl von ähnlichen Mineralien unter der Generalbezeichnung Pinit. Vielfach sind es braune Eisentone. Von einem in badischem Felsitporphyr vorkommenden weißen Pinit, Oosit, gibt Nessler die Zusammensetzung 3.

In grauem Porphy von Elbingerode fand A. Streng²⁾ graugrünen Pinit der Zusammensetzung 4.

	3.		4.		
Na ₂ O	1,14	0,05	0,15	0,01	} 0,47
K ₂ O	4,94	0,23	7,23	0,26	
MgO	0,22	0,30	1,55	0,13	
CaO	—	—	1,24	0,07	
FeO	—	—	1,85	0,08	} 0,47
Al ₂ O ₃	22,89	1,00	31,17	1,00	
Fe ₂ O ₃	4,54	0,12	—	—	
SiO ₂	58,69	4,36	47,51	2,60	
H ₂ O	8,30	2,05	—	—	
Glühverlust	—	—	9,02	1,64	
	100,72		99,72		

¹⁾ J. Roth, Allgem. u. chem. Geologie I, 300.

²⁾ A. Streng, N. JB. Min. etc. 1860, 269.

In 3. besteht ein Mißverhältnis zwischen Wassergehalt und Kieselsäure. Von dieser ist nur wenig fort-, von jenem mehr zugeführt, als selbst im weit-zersetzten Kaolin vorkommt. Selbst bei Abzug von 0,36 Mol. H₂O für 0,12 Mol. Fe₂O₃ bleibt noch zu viel Wasser für das Tonerdesilicat übrig, so daß hier eine Beimengung von kolloider Substanz vorliegen könnte.

Pyrophyllit und Agalmatholith, welcher zum Teil als dichter Pyro-phyllit bezeichnet worden ist, kommen ebenfalls als Zersetzungsprodukte von Orthoklas vor. Jener ist reicher an Kieselsäure, aber ärmer an Basen als die Glimmer, auch von H₂SO₄ relativ schwer zersetzlich, gibt seinen Wassergehalt erst bei hohen Temperaturen ab; dieser wird oft bereits zum Teil von Salz-säure zersetzt.

Einen dichten Pyrophyllit vom Deepfluß, N. C., der Zusammensetzung 5 behandelten F. W. Clarke und G. Steiger¹⁾ mit Sodalösung. Es wurden 0,72% SiO₂ gelöst. Nachdem das Mineral 10 Minuten über dem Bunsen-brenner geglüht war, gab es 1,51% SiO₂; nach 15 Minuten 1,89%; nach 10 Minuten über dem Bunsenbrenner und 15 Minuten über dem Gebläse 2,84%. Beim Erhitzen mit Chlorammonium im offenen Tiegel entstand ein Glühverlust von 6,17 und 6,30%, also mehr als der Glühverlust des Minerals beträgt. Die Verfasser führen dies auf Verflüchtigung von Ferri- und Alumi-niumchlorid zurück. F. W. Clarke gibt dem Pyrophyllit die Konstitutions-formel Si₂O₅=Al—OH. In der Analyse 5 würden etwa 4% SiO₂ für diese Formel zu wenig sein.

	5.		
MgO	. . . . .	Spur	—
Fe ₂ O ₃	. . . . .	0,49	0,01
Al ₂ O ₃	. . . . .	29,16	1,00
SiO ₂	. . . . .	64,74	3,77
TiO ₂	. . . . .	0,73	0,03
Glühverlust	. . . . .	5,35	1,04
		100,47	

Die kieselsäurereicheren Feldspatreste dürften das über 2 Mol. SiO₂ hinaus-gehende Kieselsäureanhydrid noch in der gleichen Weise mit dem Kaolin-komplex gebunden haben, welche in den Alkalifeldspaten vorkommt. Wir finden einen allmählichen Abbau der Alkalifeldspate, bei welchem bald mehr an Basen, bald mehr an Kieselsäure abgespalten wird und beide nicht streng im gleichen Verhältnis zueinander stehen. Auch daraus scheint mir zu folgen, daß die Basen nicht in dem gleichen Verhältnis zu allen Molekülen SiO₂ stehen, sondern die über 2 Mol. SiO₂, welche im Kaolinkomplex gebunden sind, hinausgehenden ca. 4 SiO₂-Moleküle ohne direkte Beziehung zu den Basen sind. Sie dürften — im Sinne von C. Doelter — nur in Form einer festen Lösung dem Kaolinkomplex angegliedert sein.

Möglicherweise hierher gehörende Zersetzungsprodukte anderer Mineralien.

1. Biotit.

Außer den Alkalifeldspaten können naturgemäß zunächst solche Mineralien die Bildner salzsäureunlöslicher Tone sein, welche zwischen den Alkalifeld-spaten und ihrem weitestgehenden Kohlensäurezersetzungsprodukt, dem Kaolin, stehen: die Glimmer, Pinite, Pyrophyllite. Beobachtet ist die Umwandlung

¹⁾ F. W. Clarke und G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. 207, 49.

von Glimmerarten in Kaolin oder wie Kaolin aussehende Stoffe oft. Doch selten wurde sie analytisch studiert. Biotite werden vielfach von Salzsäure völlig zersetzt, diese gehören nicht hierher, jedoch verhalten sich kalireiche Biotite ähnlicher den Muskowiten. Solche kalireichen Biotite können eventuell bei der Verwitterung auch Kaolin geben, während sonst vielfach eine Chloritisierung von Biotit beobachtet wird. K. D. Glinka¹⁾ hat die natürliche Zersetzung eines kalireichen Biotits vom Flusse Rossi eingehend analytisch verfolgt. K. Glinkas Zahlen gibt die folgende Tabelle wieder.

	Frischer Biotit, spez. Gew. 3,11		Dunkelgoldig, spez. Gew. 2,83		Silberfarben, spez. Gew. 2,80		Weiße Schüppchen		Die weißen Schüppchen zerlegt in schwachgrüne		weiße		Grünes Pulver zerlegt in hellgrünes		schmutzig grünes	
Na ₂ O	0,94	0,07	0,68	0,07	0,87	0,07	0,33	0,02	0,24	0,01	0,21	0,01	0,31	0,02	0,28	0,02
K ₂ O	8,15	0,51	7,32	0,51	7,52	0,42	2,67	0,08	1,94	0,06	1,28	0,02	2,92	0,13	2,60	0,12
MgO	9,73	1,43	15,77	2,07	13,80	1,81	2,43	0,18	1,86	0,14	0,64	0,04	3,01	0,50	2,73	0,45
CaO	0,23	0,02	1,89	0,22	0,50	0,05	—	—	—	—	—	—	Spur	—	Spur	—
MnO	1,04	0,09	0,80	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FeO	15,41	1,26	2,80	0,26	1,94	0,14	—	—	—	—	—	—	1,57	0,09	0,76	0,05
Al ₂ O ₃	17,37	1,00	15,46	1,00	8,92	1,00	34,31	1,00	34,47	1,00	37,28	1,00	23,60	1,00	23,77	1,00
Fe ₂ O ₃	6,75	0,25	12,56	0,52	40,93	0,29	3,98	0,07	2,62	0,05	1,44	0,02	10,03	0,27	9,89	0,27
SiO ₂	36,63	3,58	34,71	3,82	19,43	3,58	43,36	2,15	47,76	2,35	46,20	2,11	48,67	3,50	48,82	3,49
TiO ₂	1,28	0,09	3,19	0,26	0,46	0,03	—	—	—	—	—	—	0,20	0,01	0,21	0,01
H ₂ O	2,37	0,77	5,05	1,85	5,44	1,59	12,74	2,11	11,25	1,85	12,77	1,94	9,24	2,21	10,28	2,45
	99,90		100,23		99,81		99,82		100,14		99,82		99,55		99,34	

Wir haben hier einen allmählichen Abbau des Biotits, ein vorzügliches Beispiel für natürliche Baueritisierung, wie F. Rinne²⁾ die allmähliche Zersetzung des Biotits durch kohlenstoffhaltiges Wasser genannt hat. Bei den auf F. Rinnes Veranlassung unternommenen Laboratoriumsversuchen von O. Dreibrodt stellte sich deutliche Bleichung ein, der Kieselsäuregehalt stieg, ein Teil der Basen wurde vermindert. Durch Salz- und Schwefelsäure wurden die Glimmer unter Hinterlassung blättriger Kieselsäure zerlegt. Der erstgenannte Prozeß ist in der Reihe rabenschwarzer, dunkelgoldiger, silberfarbener Biotit, grünes Pulver zu erkennen. Weiter ging der Abbau bei den weißen Schüppchen, die dem Kaolin in der Tat sehr nahe stehen.

Weniger weitgehende Zersetzung hat E. Zschimmer³⁾ studiert. Es waren in erster Linie das Eisen und die Basen ausgelaugt, während die Magnesia-Verbindung bestehen blieb und Wasser aufgenommen wurde. Das Abbauprodukt ließ sich formulieren: $2\text{H}_6\text{Al}_6\text{SiO}_{24} + \text{Mg}_{12}\text{Si}_6\text{O}_{24}$.

2. Zersetzungsprodukte tonerdehaltiger Hornblenden.

Über die häufig studierte Verwitterung tonerdehaltiger Hornblenden gibt J. Roth⁴⁾ eine Zusammenstellung. Die Zusammensetzung der Verwitterungs-

¹⁾ K. D. Glinka, Untersuchungen im Gebiet der Verwitterungsprozesse. St. Petersburg 1906, S. 77—117.

²⁾ F. Rinne, Ber. math.-physik. Kl. Kgl. sächs. Ges. Wiss. Leipzig, 63, 441 (1911).

³⁾ E. Zschimmer, Die Verwitterungsprodukte des Magnesiaglimmers. Dissertation. (Jena 1898).

⁴⁾ J. Roth, Allgem. u. chem. Geologie I. S. 150.

produkte ist eine sehr ungleiche. Zumeist ist das hervorstechende Kennzeichen die Oxydation des Eisenoxyduls. Bisweilen werden Magnesia oder Kalk ausgelaugt, eine geringe oder beträchtliche Wasseraufnahme findet statt. „Das Endresultat ist ein eisenhaltiger Ton, der, oft als Speckstein oder Steinmark beschrieben, die Spaltbarkeit des Ursprungmaterials besitzen und einen Hornblendekern einschließen kann.“ Kleine gelbe Prismen eines solchen Specksteins aus Hornblendeandesit vom Margarettenkreuz im Siebengebirge analysierte A. Wiehage. Hier liegt anscheinend ein kompliziertes Zersetzungsprodukt vor, welches, nach dem hohen Wassergehalt zu schließen, eine beträchtliche Löslichkeit in Salzsäure haben dürfte.

Studiert wurde durch Carius die Salzsäurelöslichkeit einer verwitterten Hornblende vom Breiberg im Siebengebirge, die bei 150° schon 6,5% Wasser verlor. Gelöst wurden in Salzsäure 50,51%, unlöslich blieben 45,85% SiO₂, 1,72% Fe₂O₃ mit Spuren von Al₂O₃, 1,84% CaO. Im ganzen waren auf wasserfreie Substanz berechnet 2, vorhanden. Kalk und Magnesia sind fast völlig an Kohlensäure gebunden. Es liegt sonst hauptsächlich ein Gemenge von Eisenoxyd mit Kieselsäure, wahrscheinlich ganz oder zum Teil in Kolloidform, vor. In diesem Falle war streng genommen wohl die ganze Hornblende in durch Salzsäure zersetzbares Material umgewandelt worden. Kieselsäure scheidet sich bei der Zersetzung wieder ab. Wahrscheinlich war eine tonerdearme Hornblende auch ursprünglich vorhanden. Man könnte den entstandenen Ton als zur Nontronitgruppe gehörig ansehen und Chloropal nennen.

Durch C. W. von Gümbel ist eine solche Zersetzung zu Nontronit und Chloropal wiederholt beschrieben worden. Die drei Analysen, die J. Roth wiedergibt, sind 3., 4., 5. Auch Nontronit und Chloropal sind salzsäurezerstzlich. Wenn sich in diesen Zersetzungsprodukten die Tonerde, wie im Falle der Breiberger Hornblende, als salzsäurelöslich erweisen würde, so wäre hier nicht die koalinarartige Bindung zwischen Tonerde und Kieselerde anzunehmen, sondern es läge hier ein allophanartiges Produkt vor.

Bei der Verwitterung anderer tonerdereicherer Hornblendes zu tonerde-reichen Verwitterungsprodukten könnte jedoch die Richtung auf Kaolin vorhanden sein. So bei einer Hornblende vom Wolfsberg bei Tschernoschin 6., deren Zersetzungsprodukt 7. ist. Hier ist eine geringe Wasseraufnahme neben beträchtlicher Basenauslaugung und völliger Oxydation des Eisenoxyduls deutlich. Außerdem ist eine Verschiebung in der Proportion Al₂O₃:SiO₂ von $\frac{1}{4,87}$ auf $\frac{1}{3,62}$ zugunsten der Tonerde eingetreten. In anderen Fällen ist bei dem gleichen Vorkommen jedoch auch eine Verschiebung zugunsten der Kieselsäure oder auch keine nennenswerte Änderung konstatiert worden. Vom Fillefeld hat G. Suckow eine Verwitterung beschrieben, die einen ähnlichen Weg genommen hat wie die vorstehend mitgeteilte, nur sind alle Merkmale noch stärker ausgeprägt. Die Salzsäurelöslichkeit ist jedoch in keinem Falle untersucht. Nach diesen Daten wäre immerhin die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß aus salzsäureunlöslichen, tonerdehaltigen Hornblendes auch salzsäureunlösliche Tone entstünden.

Häufig ist bei Hornblende ein abweichendes Verhalten der Magnesia von dem der hier betrachteten Fälle; gerade diese wird stark angereichert, so daß Serpentin, Chrysotil, Talk, Speckstein, Asbest usw. entstehen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Na ₂ O .	3,63	—	—	—	—	1,64	1,17
K ₂ O .	0,77	—	—	—	—	1,54	0,85
MgO .	4,90	6,15	—	0,97	—	14,06	8,32
CaO .	4,78	11,24	0,51	—	—	12,55	7,16
FeO .	—	—	} 32,32	—	—	7,18	—
Fe ₂ O ₃ .	20,48	18,53		32,38	35,75	5,81	15,80
Mn ₂ O ₃ .	—	0,57	—	—	—	—	2,23*)
Al ₂ O ₃ .	10,73	4,15	3,23	2,69	7,15	14,31	19,38
SiO ₂ .	34,87	45,85	49,53	43,98	47,20	40,95	40,41
H ₂ O .	20,24	—	14,20	19,97	9,80	0,26	3,74
CO ₂ .	—	13,43	—	—	—	TiO ₂ 0,80	—
	100,40	99,92	99,79	99,99	99,90	99,10	99,06

3. Kropfmühle bei Passau, 4. Schwefelgase bei Ebnath. 5. Tirschenreuth. *) MnO.

Die Chemie des Porzellans.

Von **Reinhold Rieke**¹⁾ (Charlottenburg).

I. Definition. Porzellan ist ein weißes, mehr oder weniger durchscheinendes, meist unter Verwendung von natürlichen Aluminiumsilicaten bei höherer Temperatur hergestelltes, dichtes Produkt, welches einen muscheligen, glänzenden Bruch zeigt, eine große Härte und mechanische sowie chemische Widerstandsfähigkeit besitzt.

Unter dem Mikroskop stellt sich das meist gebräuchliche Hartporzellan dar als ein Gemenge von glasiger Grundsubstanz, teilweise aufgelöstem Quarz und zahllosen, ein verfilztes Gerüst bildenden Sillimanitkristallen, sowie zahlreichen kleinen Luftbläschen.

II. Stellung des Porzellans gegenüber anderen keramischen Erzeugnissen. Man kann die keramischen Erzeugnisse nach verschiedenen Gesichtspunkten einteilen. Wohl am zweckmäßigsten ist eine Unterscheidung der einzelnen Gruppen voneinander auf Grund der Eigenschaften des Scherbens, insbesondere des Grades seiner Verdichtung und seiner Farbe, Eigenschaften, welche beide durch die Art der verwendeten Rohmaterialien, ihr gegenseitiges Mengenverhältnis und die Brenntemperatur bedingt sind. Das Vorhandensein einer Glasur als Unterscheidungsmerkmal heranzuziehen empfiehlt sich nicht, da alle keramischen Erzeugnisse mit einer Glasur überzogen werden können. Es ergibt sich so etwa folgende Einteilung,²⁾ bei welcher jedoch nicht zu vergessen ist, daß eine vollkommen scharfe Abgrenzung wegen der stets möglichen Übergänge nicht durchführbar ist. In dieser Übersicht sind grobe Fabrikate mit starken Wandungen in Anlehnung an ihren Hauptverwendungszweck kurz als „Baumaterial“ bezeichnet, während die feineren Waren mit geringer Scherbenstärke kurz „Geschirr“ genannt werden.

¹⁾ Wir lassen auf den allgemeinen Aufsatz über Tonminerale einen die Verwendung dieses Materials behandelnden Artikel folgen. Hierauf folgt dann die Zusammenstellung der Analysen der Tonminerale. (Der Herausgeber).

²⁾ Vgl. B. Kerl, Handbuch der gesamten Tonwarenindustrie. 3. Aufl. 1907, 488—489.

Tonwaren mit porösem Scherben (Tongut)	Baumaterialien	Aus vorwiegend nicht weißbrennenden Rohmaterialien: Ziegeleierzeugnisse (Ziegel, Verblender, Baumaterialien).
		Aus vorwiegend weiß-(hellfarbig-)brennenden Rohmaterialien: feuerfeste Produkte (Schamottegegenstände, Dinassteine).
	Geschirre	Aus vorwiegend nicht weißbrennenden Stoffen: Töpfereierzeugnisse (Blumentöpfe, Lackware, Ofenkacheln, Majolika).
		Aus vorwiegend weißbrennenden Rohstoffen: Tonzellen, Tonpfeifen, Hartsteingut, Kalksteingut.
Tonwaren mit dichtem (gesintertem) Scherben (Tonzeug)	Baumaterialien	Aus vorwiegend nicht weißbrennenden Rohmaterialien: Klinkerware (Klinker, Fußbodenplatten, Tonröhren).
		Aus vorwiegend weißbrennenden Rohmaterialien: säurefeste Steine.
	Geschirre	Aus vorwiegend nicht weißbrennenden Stoffen: chemische Geräte, Wannen u. dergl.
		Aus vorwiegend weiß-(hellfarbig-)brennenden Rohmaterialien: Steinzeug.
Baumaterialien	Wandplatten, Porzellansteine u. dergl.	
	Geschirre	Weichporzellan (Segger-, Fritten und Knochenporzellan).
		Hartporzellan.

III. Verschiedene Arten von Porzellan.

Nach dem oben Gesagten wird ein Produkt nur nach seinem Aussehen und seinen äußeren Eigenschaften — ohne Rücksicht auf seine chemische und mineralische Zusammensetzung — als Porzellan definiert. Erzeugnisse, die hiernach als Porzellan bezeichnet werden, lassen sich auf verschiedene Weise unter Verwendung ganz verschiedener Ausgangsmaterialien herstellen. Fast jedes Land, in welchem eine Porzellanindustrie entstanden ist, hat so, zum Teil mit Rücksicht auf die ihm am bequemsten zugänglichen Rohmaterialien, einen besonderen Typus geschaffen, der für dasselbe mehr oder weniger charakteristisch ist.

Man kann sämtliche Porzellane in zwei Hauptgruppen einteilen: Hartporzellane und Weichporzellane. Die ersteren unterscheiden sich von den letzteren dadurch, daß sie im allgemeinen einen geringeren Gehalt an Flußmitteln (K_2O , Na_2O , CaO , MgO) enthalten und daher bei einer höheren Brenntemperatur hergestellt werden.

Hartporzellan.

Als Rohmaterialien für Hartporzellanmassen werden Kaolin, bzw. Ton, Quarz, Feldspat (Orthoklas oder Plagioklase) und in einzelnen Fällen auch Marmor und Magnesit verwendet. Innerhalb der Gruppe der Hartporzellane lassen sich je nach dem Überwiegen des einen oder anderen der genannten Bestandteile wieder vier Typen unterscheiden, und zwar:

1. Massen mit überwiegendem „Tonsubstanz“-gehalt (vgl. S. 98 u. 108), wenig Quarz und Feldspat, aber häufig mit einem nicht unerheblichen Gehalt an kohlen-saurem Kalk. In diese Rubrik wären vor allem die Porzellanmassen der Staatsmanufakturen von Sèvres, Meißen und Wien zu rechnen.

2. Massen mit etwa 40—55 % Tonsubstanz und mittlerem Gehalt an Quarz und Feldspat. Dieser Typus entspricht dem in Deutschland und überhaupt in Europa hauptsächlich hergestellten Hartporzellan.

3. Massen mit relativ hohem, bis zu 40 % betragendem Feldspatzusatz und mittlerem Gehalt an Quarz und Tonsubstanz. Als Repräsentanten dieser Gruppe sind von älteren Porzellanen die besseren Massen von Limoges zu nennen.

4. Massen mit hohem Quarzgehalt, ziemlich hohem Feldspat- und geringem Tonsubstanzgehalt. Diese Porzellane sind die leichtest schmelzbaren Hartporzellane und bilden schon den Übergang zur Gruppe der Weichporzellane. Ihre typischen Vertreter finden sich unter den ostasiatischen, chinesischen und japanischen Porzellanen.

Einen übersichtlichen Vergleich dieser einzelnen Untergruppen erhält man, wenn man die aus der Analyse sich ergebende chemische Zusammensetzung auf die allgemeine Formel $xRO \cdot 1R_2O_3 \cdot ySiO_2$ bringt, wobei mit RO die als Flußmittel wirkenden Oxyde K_2O , Na_2O , CaO und MgO bezeichnet werden, während unter R_2O_3 die Oxyde der beiden dreiwertigen Elemente Al und Fe zusammengefaßt werden. Es ergeben sich auf diese Weise für die vier oben genannten Hartporzellangruppen annähernd folgende Grenzformeln:

1. 0,30—0,35 RO . 1 R₂O₃ . 2,8—3,5 SiO₂ ,
2. 0,20—0,30 RO . 1 R₂O₃ . 4,2—4,8 SiO₂ ,
3. 0,40—0,45 RO . 1 R₂O₃ . 4,8—5,3 SiO₂ ,
4. 0,30—0,45 RO . 1 R₂O₃ . 5,5—7,4 SiO₂ .

Die Porzellane dieser Gruppen werden mit zunehmendem Flußmittel- und Kieselsäuregehalt, also von 1 bis 4, leichter schmelzbar und erfordern auch dementsprechend eine von 1 nach 4 niedriger werdende Brenntemperatur. Während die tonerdereichen Porzellane der ersten Gruppe bei Segerkegel¹⁾ 15—16 (~ 1430—1450° C) „gar“-gebrannt werden, d. h. die erforderliche Transparenz erlangen, sinkt die Garbrandtemperatur in den folgenden Gruppen allmählich bis zu etwa SK 10 (~ 1300° C).

Weichporzellan.

Von den Weichporzellanen lassen sich ebenfalls mehrere, in ihrer chemischen Zusammensetzung zum Teil stark voneinander abweichende Arten unterscheiden.

Wie bereits oben erwähnt, ist ein großer Teil der ostasiatischen Porzellane wegen ihres hohen Kieselsäure- und Flußmittelgehaltes schon zu den Weichporzellanen zu rechnen. In Anlehnung an diese ostasiatischen Vorbilder wurden auch in Europa ähnlich zusammengesetzte Porzellanmassen ausgearbeitet, von denen besonders die „neue Masse“ von Sèvres und das

¹⁾ Vgl. S. 103.

noch tonsubstanzärmere (25 ‰), japanischen Mustern nachgebildete Segerporzellan zu nennen sind. Die Brenntemperatur dieser Massen liegt bei etwa SK 8—10 (~ 1250—1300° C).

Wegen ihrer vielseitigen Dekorationsfähigkeit besonders zur Herstellung von Kunstgegenständen geeignete Porzellane wurden verschiedentlich unter Verwendung künstlicher, meist viel Kalk und Alkali enthaltender Gläser („Fritten“) hergestellt. Durch zweckmäßig gewählte Zusammenstellung dieser Massen, insbesondere der Fritten, läßt sich die Garbrandtemperatur dieser sog. Frittenporzellane bis zu SK 4 (~ 1190° C) und noch weiter herabsetzen. Wenn auch das Aussehen derartiger Erzeugnisse porzellanartig ist, so entsprechen die physikalischen Eigenschaften dieser meist sehr tonerdearmen Produkte so wenig dem eigentlichen, echten Porzellan, daß sie vom chemisch-physikalischen Standpunkte kaum noch als Porzellan anzusprechen sind. Dieses gilt in noch höherem Maße von dem typisch englischen „Knochenporzellan“, welches unter Zusatz von größeren, bis zu 50 ‰ betragenden Mengen von Knochenasche hergestellt wird. Die zu diesem Zwecke meist aus Rinderknochen gewonnene Knochenasche besteht aus etwa 85 ‰ phosphorsaurem Kalk und je einigen Prozenten kohlsaurem Kalk, kohlsaurem Magnesia und Kieselsäure.

Ebenfalls zu den Weichporzellanen werden die sehr feldspatreichen Massen gerechnet, welche bei SK 7—9 (~ 1230—1280° C) gebrannt werden und ohne Glasur als Biskuitporzellan zu Kunstgegenständen Verwendung finden.

Zum Vergleich der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen, oben besprochenen Porzellanarten mögen hier folgende Analysen einiger typischer Vertreter der einzelnen Gruppen dienen. Während nur das Knochenporzellan und das eigentliche Frittenporzellan — ersteres durch seinen Gehalt an Phosphorsäure und dementsprechend hohen Kalkgehalt, letzteres durch seinen geringen Gehalt an Tonerde — ohne weiteres aus der Analyse kenntlich sind, lassen sich andere Porzellane häufig schwer in eine bestimmte Gruppe einordnen, da bei der Vielseitigkeit der verwendeten Rohmaterialien und der Verschiedenheit der „Rezepte“ der zahlreichen Fabriken alle möglichen Zwischenstufen und Übergänge zwischen den einzelnen Gruppen existieren.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Na ₂ O	—	—	—	—	2,8	2,4	2,63	—	—
K ₂ O	2,0	3,0	5,8	3,6	3,1	3,2	3,45	1,34	10,86
MgO	1,4	—	0,6	0,5	Spur	Spur	0,61	0,66	0,64
CaO	1,7	4,5	0,3	0,3	0,8	0,7	16,10	25,45	0,77
Al ₂ O ₃	34,2	} 34,5	35,1	29,0	24,1	21,8	} 2,70	} 19,36	24,74
Fe ₂ O ₃	0,8		0,8	0,6	0,7	2,0			Spur
SiO ₂	59,6	58,0	58,5	64,3	68,5	70,7	74,52	34,83	63,00
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	18,65	—

1. Wien, ehemalige k. k. Porzellanmanufaktur. 2. Nationalmanufaktur in Sèvres, Servicemassee. 3. Meißen, königl. Porzellanmanufaktur. 4. Berlin, königl. Porzellanmanufaktur. 5. Guérin u. Co. in Limoges, pâte supérieure. 6. Japan. 7. Älteres französisches Frittenporzellan (Sèvres). 8. Englisches Knochenporzellan. 9. Biskuitmasse. Analysen 1—6 entnommen aus B. Kerl, Handbuch der gesamten Tonwarenindustrie, 3. Aufl. (Braunschweig 1907), 1374—75; Analyse 7 desgl. 1508; Analyse 8 nach L. Petrik, Z. f. angew. Chem. 1888, 446; Analyse 9 nach H. Seger, Tonindustriezeitung 1892, 359.

IV. Herstellung des Porzellans.

A. Rohmaterialien.

Als Rohmaterialien für die Herstellung der Porzellanmasse kommen im wesentlichen Kaolin, Quarz und Feldspat in Frage, deren Eigenschaften, soweit sie für die keramische Industrie von Interesse sind, im folgenden kurz besprochen werden.¹⁾

1. Kaolin.

Allgemeines. Unter Kaolin versteht man technisch jedes Gestein, dessen zersetzbare Bestandteile unter Auslaugung des größten Teiles des ursprünglichen Alkali-, Kalk-, Magnesia- und Eisengehaltes zu einem Aluminiumhydrosilicat von der Zusammensetzung $H_4Al_2Si_2O_9$ bzw. $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ umgewandelt sind. Das reine Silicat $H_4Al_2Si_2O_9$ findet sich als Zersetzungsprodukt von Orthoklas, Skapolith, Beryll, Topas u. a. und wird mineralogisch als Kaolinit, Nakrit, Pholerit usw. bezeichnet. Die technisch verwerteten Kaoline sind vorwiegend Zersetzungsprodukte feldspathaltiger Gesteine, wie Granit, Quarzporphyr, Syenit, Gneis u. a. Das Silicat $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, welches neben anderen Aluminiumhydrosilicaten auch den technisch wertvollsten Bestandteil der reinen Tone bildet, wird aus diesem Grunde in der Keramik häufig kurz als „Tonsubstanz“ bezeichnet.

Da die Begriffe Kaolin, Kaolinit und Tonsubstanz häufig eine verschiedene Auslegung erfahren, wodurch leicht Mißverständnisse entstehen können, empfiehlt sich eine für die Technik brauchbare Abgrenzung dieser Begriffe gegeneinander, wofür die von J. W. Mellor²⁾ gegebenen Definitionen geeignet erscheinen. Nach J. W. Mellor versteht man unter „Tonsubstanz“ den durch Schwefelsäure aufschließbaren Teil der Kaoline und reineren Tone, welcher vorwiegend aus dem Silicat $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ besteht. Das amorphe Aluminiumhydrosilikat $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ bzw. $H_4Al_2Si_2O_9$ bezeichnet er als „Clayit“,³⁾ die kristallisierte Form dieser Verbindung dagegen als „Kaolinit“. „Rohkaolin“ oder „Porzellanerde“ heißen die Clayit oder Kaolinit enthaltenden, zersetzten Gesteine, während „Feinkaolin“ das durch Schlämmen aus dem Rohkaolin gewonnene, 95—99,8% Clayit oder Kaolinit enthaltende Produkt ist. Die allgemeine Bezeichnung für Rohkaolin und Feinkaolin ist „Kaolin“.

Entstehung. Die Besprechung der verschiedenen Theorien der Kaolin-entstehung findet sich in dem Kapitel über Kaolin.

Zusammensetzung.

a) Mineralische Zusammensetzung. Die mineralische Zusammensetzung der Rohkaoline ist entsprechend ihrer Entstehung eine äußerst mannigfaltige und bei den einzelnen Vorkommen sehr verschieden. Die wesentlichsten Bestandteile sind Kaolinit und Quarz; daneben finden sich Glimmerminerale, meist Muskovit, seltener Biotit, auch Lepidolith, und Reste unzersetzter Feld-

¹⁾ Weitere Einzelheiten finden sich in den Abschnitten über die betr. Mineralien.

²⁾ J. W. Mellor, *Transact. Engl. Ceram. Soc.* **8**, part. I, 23 (1909).

³⁾ Die Bezeichnung Clayit wird zweckmäßig durch eine andere ersetzt, da dieser Name schon einem 1859 von J. A. u. J. R. Clay aufgefundenen Mineral, welches die Sulfide von As, Sb, Pb und Cu enthält, zukommt. Vgl. E. S. Dana, *System of Mineralogy* 1892, 141.

späte, von denen nach H. Rösler¹⁾ besonders Mikroklin der Zersetzung größeren Widerstand entgegengesetzt als Orthoklas oder Plagioklase. Als untergeordnete Beimengungen, die in der Mehrzahl keramisch nicht von Bedeutung sind, fand H. Rösler¹⁾ in verschiedenen Rohkaolinen Titaneisen, Magneteisen, Rutil, Anatas, Titanit, Xenotim, Zirkon, Monazit, Chrysoberyll, Dumortierit, Andalusit, Sillimanit, Disthen, Klinozoisit, Epidot, Granat, Spinell, Skapolith, Hornblende, Augit, Staurolith, Graphit, Opal, Diaspor, Turmalin, Topas, Flußspat, Eisenspat, Pyrit, Markasit und Gips.

Der Quarzgehalt der Rohkaoline ist je nach der Art des Vorkommens ein sehr schwankender und kann bis zu 70 % und mehr betragen. Kaoline, welche zur Porzellanfabrikation Verwendung finden sollen, werden vorher einem Schlämmpreß unterworfen, durch welchen, je nach der Feinheit der vorhandenen Quarzkörner, nahezu der gesamte Quarz oder doch ein großer Teil desselben entfernt wird. Die meisten Kaolinanalysen der keramischen Literatur beziehen sich daher auf das geschlämmte zur Herstellung der Porzellanmassen verwendete Produkt.

b) Chemische Zusammensetzung und Analysenmethoden. Die chemische Zusammensetzung der Kaoline ist entsprechend ihrer mineralischen eine sehr komplizierte. Die für technische Zwecke ausgeführten Analysen, sowie fast alle in der Literatur sich vorfindenden Kaolinanalysen beschränken sich auf die Bestimmung der wichtigeren Bestandteile, nämlich SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O und des Glühverlustes, der sich aus dem Konstitutionswasser, geringen Beimengungen organischer Kolloide und der Kohlensäure etwa vorhandener Carbonate zusammensetzt. Trotz der technischen Wichtigkeit wird der TiO_2 -Gehalt nur selten bestimmt. Ebenso wenig wird im allgemeinen zwischen den Oxydationsstufen der stets vorhandenen Eisenverbindungen unterschieden. Auch dem aus beigemengtem Glimmer, Fluorit und anderen fluorhaltigen Mineralien herrührenden Gehalt an Fluor wird bisher in der Analyse noch keine weitere Beachtung geschenkt, trotzdem derselbe unter Umständen die Ursache technischer Fehler sein kann, wie die Untersuchungen von M. Larchevêque und C. Noble²⁾ wahrscheinlich gemacht haben.

Die chemische Gesamtanalyse wird nach den für Silicate üblichen Methoden ausgeführt (vgl. M. Dittrich, Analytische Methoden der Silicate 1, 560—594). Wegen des Einflusses von Eisen- und Titanverbindungen auf die Brennfarbe der Kaoline ist besonderer Wert auf die genaue Ermittlung des Gehaltes an Fe_2O_3 und TiO_2 zu legen.³⁾

Von fast noch größerer Bedeutung als die chemische Gesamtanalyse ist für die Porzellanindustrie die sog. rationelle Analyse, welche den Gehalt eines rohen oder geschlämmten Kaolins oder Tones an „Tonsubstanz“, Quarz und Feldspat bzw. feldspatähnlichen Mineralien zu bestimmen erlaubt. Wegen der technischen Wichtigkeit dieser Methode, die sich auf die Zersetzbarkeit des Kaolinitis und ähnlicher Aluminiumhydroxysilicate durch heiße Schwefelsäure gründet, mögen hier die gebräuchlichsten Ausführungsformen Platz finden. Nach

¹⁾ H. Rösler, Beiträge zur Kenntnis einiger Kaolinlagerstätten. Diss. (Stuttgart 1902).

²⁾ M. Larchevêque u. C. Noble, La Céramique 1911, 62 u. 122.

³⁾ Vgl. R. Rieke u. R. Betzel, Die Bestimmung von Eisen und Titan in keramischen Materialien; Arch. f. d. physik. Chem. des Glases u. der keram. Massen 1, 45—48 (1912).

E. Berdel¹⁾ werden etwa 5 g des bei 120° C getrockneten Materials in einer größeren Porzellankasserolle mit 100 ccm Wasser aufgekocht, bis eine vollkommene Verteilung stattgefunden hat. Hierauf fügt man ein Gemisch von 100 ccm konzentrierter Schwefelsäure und 100 ccm Wasser hinzu und erhitzt bei aufgedecktem Uhrglase so lange, bis die Schwefelsäure abzurauchen beginnt. Zur vollständigeren Zerstörung etwa vorhandener organischer Substanzen pflegt man gleichzeitig mit der Schwefelsäure auch einige Kubikzentimeter Salpetersäure hinzuzufügen. Ist die Schwefelsäure bis zum Sieden erhitzt, so läßt man erkalten und verdünnt mit möglichst viel Wasser. Nach einigen Stunden, sobald sich die Flüssigkeit geklärt hat, dekantiert man und behandelt den aus Quarz, Feldspat und von dem zersetzten Kaolinit herrührenden Kieselsäurehydrat bestehenden Rückstand in der Siedehitze mit 7 % iger Natronlauge. Nach dem Absetzen dekantiert man wieder, kocht den noch verbleibenden Rückstand mit konzentrierter Salzsäure, dekantiert nochmals und wiederholt dann die Behandlung mit Natronlauge und mit Salzsäure noch einmal. Der nun noch bleibende Rückstand besteht aus Quarz und etwaigen Resten von Feldspat oder feldspatähnlichen Mineralien. Die Menge dieses Rückstandes wird nach dem Abfiltrieren und Glühen bestimmt; man erhält so aus der Differenz den „Tonsubstanz“-gehalt. Um im Rückstand Quarz und Feldspat zu trennen, schließt man ihn mit HF und H₂SO₄ auf und bestimmt entweder die vorhandene Tonerde oder die Alkalien, berechnet hieraus nach der Formel K₂O · Al₂O₃ · 6SiO₂ Feldspat und sieht den dann noch verbleibenden Rest als Quarz an. Diese Berechnungsweise hat zwar etwas Willkürliches an sich, ist aber auf das Resultat von geringem Einfluß, da reinere Kaoline und Tone meist keine nennenswerten Mengen Feldspat enthalten.

Wesentlich schneller ausführbar ist die von J. Koerner²⁾ angegebene Modifikation der rationellen Analyse. Nach J. Koerner werden 0,5—1 g der Substanz durch mehrstündiges Erhitzen mit 10 ccm konzentrierter Schwefelsäure mit nachfolgendem Abrauchen in einer Platinschale aufgeschlossen. Die so behandelte Substanz wird dann mit Salzsäure aufgenommen, filtriert, mit verdünnter Salzsäure ausgewaschen und der Rückstand nebst der Asche des Filters in eine Platinschale gespült und zur Trockne gedampft. Hierauf übergießt man den Rückstand mit so viel 0,5 % iger Flußsäure, wie notwendig wäre, um, die ganze Menge der angewandten Substanz als Kieselsäure angenommen, nach der Gleichung $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} = \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ aufzulösen. Nach 5 Minuten langer Einwirkung auf einem siedenden Wasserbade wird die Lösung unter Verwendung von Phenolphthalein als Indikator neutralisiert, noch heiß filtriert, der Rückstand zuerst mit verdünnter Salzsäure und hierauf mit Wasser ausgewaschen, verascht und geglüht. Dieser Rückstand besteht aus Quarz und Feldspat, denn durch die kurze Einwirkung 0,5 % iger Flußsäure wird nur das amorphe, aus dem aufgeschlossenen Kaolinit stammende Kieselsäurehydrat gelöst. Die Trennung von Quarz und Feldspat geschieht in der bei der Berdelschen Methode angegebenen Weise.

Enthalten die Kaoline Glimmer, insbesondere Muskovit, so ist der mittels der rationellen Analyse gefundene Wert für „Tonsubstanz“ zu hoch, da Muskovit in genügend feiner Verteilung durch konzentrierte Schwefelsäure ebenfalls vollkommen aufgeschlossen wird. G. Vogt³⁾ empfiehlt daher in

¹⁾ E. Berdel, Sprechsaal **36**, 1371—1373 u. 1407—1409 (1903).

²⁾ J. Koerner, Beitrag zur Kenntnis der Elsässer Tone. Diss. (Straßburg 1900).

³⁾ G. Vogt, Bull. de la Soc. d'Encouragement, mai 1897.

solchen Fällen die Verwendung von heißer Kalilauge ($\delta = 1,08$), welche Kaolin zu lösen vermag, Muskovit jedoch nicht angreift.

Keramisch wichtige Eigenschaften. Die Mehrzahl der technisch wichtigen Eigenschaften ist auf die meist äußerst feine Verteilung der Kaolinteilchen und ihre eigenartige Struktur zurückzuführen; es sind hauptsächlich Oberflächenerscheinungen, die um so stärker zutage treten, je größer die Gesamtoberfläche ist. Kaolinsuspensionen zeigen daher eine gewisse Analogie mit kolloiden Lösungen. Diese charakteristischen Eigenschaften finden sich noch ausgeprägter bei den Tonen und im geringsten Maße bei jenen Kaolinen, die aus deutlich erkennbaren Kristallblättchen bestehen. Kaoline, und in noch höherem Grade Tone, bilden mit Wasser eine formbare Masse, die beim Trocknen „schwindet“, ihre Form beibehält und eine gewisse Festigkeit erlangt: sie sind „plastisch“. Als Maß der Bildsamkeit kann nach B. Zschokke¹⁾ das Produkt aus Zerreißfestigkeit und Dehnung des mit Wasser formbar gemachten Materials, nach M. Rosenow²⁾ dasjenige aus Zerreißfestigkeit, Dehnung und Wassergehalt angesehen werden.

In engem Zusammenhange mit der Plastizität bzw. mit der Größe der Oberfläche stehen die Hygroskopizität²⁾, die Benetzungswärme,²⁾ die Trockenschwindung und das Bindevermögen, die mit Zunahme der Plastizität größer werden. Unter Bindevermögen versteht man die Fähigkeit eines plastischen Materials, den Zusatz einer größeren Menge unplastischer Stoffe zu vertragen, ohne seine Plastizität einzubüßen. Welche Ursachen noch außer der Oberflächengröße und der wahrscheinlich feinporösen Struktur der Kaolin- und Tonteilchen bestimmend auf den Grad der genannten Eigenschaften wirken, ist bisher noch nicht einwandfrei nachgewiesen. Jedenfalls sind hierbei die in den meisten plastischen Tonen vorhandenen organischen Kolloide von großem Einfluß.³⁾

Keramisch wichtig ist ferner auch das Verhalten gegen Elektrolyte. Diese wirken auf wäßrige Kaolin- und Tonsuspensionen koagulierend, und zwar nimmt diese Wirkung mit der Wertigkeit der Kationen zu; gleichzeitig findet eine Adsorption⁴⁾ der letzteren statt, wobei andere, anfänglich adsorbierte Kationen in Lösung gehen.⁵⁾ Es scheint hierbei neben reinen Adsorptionserscheinungen auch ein chemischer Austausch stattzufinden. Während Kationen und die meisten Anionen „versteifend“ auf Kaolin- oder Tonbreie wirken,⁶⁾ tritt bei Anwesenheit von OH-Ionen in geringer Konzentration eine Verflüssigung, d. h. eine starke Viskositätsverminderung ein, ein Vorgang, von dem bei dem Sodagießverfahren weitgehend Gebrauch gemacht wird.⁷⁾

Kaoline und Tone adsorbieren ferner kolloid gelöste Substanzen, sowie

¹⁾ B. Zschokke, *Mitteil. der eidgenöss. Materialprüfungsanstalt. Zürich 1907, Heft 11.*

²⁾ M. Rosenow, *Über die Bildsamkeit der Tone. Diss. (Hannover 1911).*

³⁾ Vgl. A. Spangenberg, *Zur Erkenntnis des Tongießens, Diss. (Darmstadt 1910).*

⁴⁾ H. Hirsch, *Ton-I.-Z.* **28**, 491 (1904). — R. Rieke, *Sprechsaal* **43**, 709 (1910). — A. S. Cushman, *U.S. Dep. of Agricult. Bur. of Chem. Bull.* **92**, 18 (1905).

⁵⁾ E. C. Sullivan, *Bull. geol. Surv. U.S.* 312.

⁶⁾ J. W. Mellor, S. A. Green u. T. Baugh, *Transact. Engl. Ceram. Soc.* **6**, 161—170 (1907). — R. Rieke, *Sprechsaal* **43**, 709 (1910).

⁷⁾ M. Simonis, *Sprechsaal* **38**, 881 (1905); **39**, 169, 1168, 1184 (1906). — M. Böttcher, *Über die Verflüssigung des Tones durch Alkali. Diss. (Dresden 1908).* — F. Förster, *Chem. Ind.* **28**, 733—740 (1905). — A. Spangenberg, *Zur Erkenntnis des Tongießens. Diss. (Darmstadt 1910).*

organische Farbstoffe,¹⁾ und zwar verhalten sie sich letzteren gegenüber amphoterophil,²⁾ d. h. sie vermögen sowohl basische als auch saure Farbstoffe zu binden. Nicht nur die amorphe „Tonsubstanz“, sondern auch größere Kaolinkriställchen lassen sich auf diese Weise gut anfärben.³⁾

Beim Erhitzen von Kaolinit entweicht unter Wärmeabsorption der größte Teil des Konstitutionswassers zwischen 500 und 600°, doch scheint nach R. Rieke⁴⁾ diese Zersetzung, wenngleich mit viel geringerer Geschwindigkeit, schon bei 400—500° zu beginnen, nach J. W. Mellor und A. D. Holdcroft⁵⁾ schon bei 300°. Nach den beiden letztgenannten Autoren wird die Zersetzungsgeschwindigkeit unter vermindertem Druck größer. Wie J. W. Mellor und A. D. Holdcroft durch Löslichkeitsversuche nachwiesen, entstehen bei dieser Zersetzung Al_2O_3 und SiO_2 . A. M. Sokoloff⁶⁾ bestätigte diese Beobachtungen und zeigte, daß sich die Menge der in verdünnter Salzsäure löslichen Tonerde proportional ($1\text{Al}_2\text{O}_3 : 2\text{H}_2\text{O}$) der Zunahme des Wasserverlustes vergrößerte, bis nach einstündigem Glühen bei 800° ein Maximum an Al_2O_3 gelöst wurde, nachdem auch nahezu das gesamte Konstitutionswasser entwichen war. Einstündiges Erhitzen auf 900—1000° führt die gesamte Tonerde wieder in eine schwer lösliche Form über, was auch den Beobachtungen J. W. Mellors entspricht, der oberhalb 800° einen exothermen Vorgang feststellen konnte, den er als eine Polymerisation der Tonerde ansieht. Bei noch höheren Temperaturen, nach den bisherigen Untersuchungen erst über 1300°, vereinigt sich ein Teil der Al_2O_3 mit SiO_2 zu Sillimanit. Nach A. Zöllner⁷⁾ zeigen Kaoline eine stärkere Sillimanitbildung als plastische Tone. M. Glasenapp⁸⁾ glaubt ferner aus seinen Beobachtungen schließen zu dürfen, daß aus Graniten hervorgegangene Kaoline eine reichlichere Sillimanitbildung aufweisen, während diese bei den aus Porphyren entstandenen Kaolinen in geringerem Grade und erst bei noch höherer Temperatur eintritt.

Neben diesen chemischen Vorgängen finden auch physikalische Veränderungen statt; mit steigender Temperatur verringert der Kaolin sein äußeres Volumen, er „schwindet“,⁹⁾ indem die Teilchen näher aneinanderrücken und somit die anfänglich vorhandenen Porenräume vermindern. Bei einer von der Größe der Teilchen, von der chemischen Zusammensetzung, der Art der Formgebung und der Erhitzungsdauer abhängigen Temperatur findet vollkommene Sinterung statt, und das Material verliert seine Porosität. Die Schwindung wird meist linear gemessen und die Porosität durch die von dem gebrannten Material bei längerem Kochen aufgenommene Wassermenge bestimmt.¹⁰⁾ Die Sinterungstemperatur steht in keinem direkten Zu-

¹⁾ H. E. Ashley, Bull. geol. Surv. U.S. 1909, 388. In dieser Arbeit findet sich eine umfassende Literaturzusammenstellung über das Absorptionsvermögen der Tone und verwandte Erscheinungen.

²⁾ F. Hundeshagen, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **28**, 360 (1909).

³⁾ R. Rieke, Sprechsaal **40**, 33—35 (1907).

⁴⁾ R. Rieke, Sprechsaal **44**, 637 u. 653 (1911).

⁵⁾ J. W. Mellor u. A. D. Holdcroft, Transact. Engl. Ceram. Soc. **10**, 94—120 (1910, 11).

⁶⁾ A. M. Sokoloff, Keram. Rundschau **20**, 365—368 (1912).

⁷⁾ A. Zöllner, Diss. (Berlin 1908).

⁸⁾ M. Glasenapp, Ton-I.-Z. **31**, 1167—1173 (1907).

⁹⁾ Vgl. auch R. Lucas, Untersuchungen über die Feuerschwindung. Diss. (Göttingen 1903).

¹⁰⁾ Vgl. z. B. H. Bollenbach, Laboratoriumsbuch für die Tonindustrie (Halle a. S. 1910) 57—58.

sammenhang mit der Schmelztemperatur; diese beiden Temperaturen können 300—400° auseinander liegen. Meist sintern plastische Tone früher als die weniger plastischen Kaoline.

Kaoline und Tone zeigen keinen scharfen Schmelzpunkt; es tritt bei ihnen eine allmähliche Erweichung ein, deren Beginn von der chemischen Zusammensetzung, der Korngröße und der Erhitzungsgeschwindigkeit abhängt. In der keramischen Industrie bestimmt man die Schmelztemperatur, indem man aus dem Material kleine Kegel formt und deren Umschmelzen im Vergleich mit Segerkegeln¹⁾ beobachtet, was in dem für derartige „Feuerfestigkeitsbestimmungen“ meist gebräuchlichen Devilleschen Gebläseofen oder besser noch in einem elektrischen Kohlegrieswiderstandsofen in der von R. Rieke und M. Simonis²⁾ angegebenen Konstruktion geschieht.

Die für Feuerfestigkeitsbestimmungen in Betracht kommenden Kegel der Segerschen Skala sind die folgenden:

Nr.	Zusammensetzung ³⁾	Schmelztemperatur ⁴⁾
26	0,3 K ₂ O } 0,7 CaO } 7,2 Al ₂ O ₃ . 72 SiO ₂	1580°
27	0,3 K ₂ O } 0,7 CaO } 20 Al ₂ O ₃ . 200 SiO ₂	1610
28	Al ₂ O ₃ . 10 SiO ₂	1630
29	Al ₂ O ₃ . 8 SiO ₂	1650
30	Al ₂ O ₃ . 6 SiO ₂	1670
31	Al ₂ O ₃ . 5 SiO ₂	1690
32	Al ₂ O ₃ . 4 SiO ₂	1710
33	Al ₂ O ₃ . 3 SiO ₂	1730
34	Al ₂ O ₃ . 2,5 SiO ₂	1750
35	Al ₂ O ₃ . 2 SiO ₂	1770
36	Al ₂ O ₃ . 1,66 SiO ₂	1790
37	Al ₂ O ₃ . 1,33 SiO ₂	1825

Die reinsten, quarzfreien Kaoline schmelzen bei etwa SK 35—36. Metalloxyde, wie die meist vorhandenen geringen Mengen von K₂O, Na₂O, CaO, MgO, Fe₂O₃, TiO₂⁵⁾ setzen den Schmelzpunkt herab, ebenso Kieselsäure; am stärksten ist die Wirkung bei gleichzeitiger Anwesenheit der genannten Oxyde und freier Kieselsäure. Wie R. Rieke⁶⁾ nachwies, besitzt das früher allgemein anerkannte sog. Richterssche Gesetz,⁷⁾ nach welchem äquivalente Mengen dieser Flußmitteloxyde den Kegelschmelzpunkt gleich stark herabsetzen, keine allgemeine Gültigkeit, da die sich bildenden Alumosilicate verschiedene Schmelzpunkte besitzen.

¹⁾ Eine neuere Zusammenstellung sämtlicher Segerkegel 022—42 findet sich z. B. bei R. Rieke, Das Porzellan (Hannover 1910), 42—46.

²⁾ R. Rieke u. M. Simonis, Sprechsaal **39**, 589 u. 633 (1906); Z. f. angew. Chem. **19**, 1231—1233 (1906).

³⁾ Die Zusammensetzung ist nach den als chemisch rein angenommenen Rohmaterialien berechnet.

⁴⁾ Die Schmelztemperatur hängt von der Erhitzungsgeschwindigkeit ab; die angegebenen Werte stellen das Mittel der in elektrischen Versuchsofen bei einer Temperatursteigerung von etwa 5° pro Minute gefundenen Zahlen dar.

⁵⁾ R. Rieke, Sprechsaal **41**, 405—406 (1908).

⁶⁾ R. Rieke, Sprechsaal **43**, 198—199, 214—216 (1910).

⁷⁾ E. Richters, Untersuchungen über die Feuerbeständigkeit der Tone 1868. 2. Aufl. 1897.

2. Feldspat.

Allgemeines. Zur Porzellanherstellung wird meist Kalifeldspat in Form von Orthoklas oder Mikroklin verwendet, weniger häufig werden Plagioklase benutzt. Die Hauptbedingungen, die in der Porzellanindustrie an den Feldspat gestellt werden, sind ein möglichst geringer Eisengehalt und leichte Schmelzbarkeit. Größere Partien von eisenhaltigen Mineralien, wie Hornblende, Turmalin oder dergl., müssen vor der Verarbeitung entfernt werden.

Fundorte. Für die Porzellanindustrie brauchbare Feldspatlager finden sich besonders in Norwegen in der Gegend von Tvedestrand, Arendal, Moss, Kristiania, Bergen, Kalstadt bei Krageroe, in Schweden an der Ostküste und im Süden, auf der Insel Ytterby; auch Böhmen (Marienbad, Plau, Tegl) und Bayern (Tirschenreuth) liefern geringere Quantitäten von meist weniger reinem Feldspat.

Analysen. Die folgende Zusammenstellung enthält Analysen einiger keramisch wichtiger Feldspatvorkommen.

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	3,06	1,36	2,68	0,82
K ₂ O	12,26	14,32	12,56	15,70
MgO	—	0,21	Spur	—
CaO	0,18	0,55	0,40	—
Al ₂ O ₃	19,73	19,96	19,30	18,07
Fe ₂ O ₃	0,20	0,35	0,30	0,22
SiO ₂	64,57	63,25	64,49	65,19
Glühverlust	—	—	0,10	—
	100,00	100,00	99,83	100,00

1. Schwedischer Roerstrandfeldspat, rötlich (Ton-I.-Z. 7, 451 [1883]).
2. Norwegischer Feldspat, grau (Ton-I.-Z. 7, 451 [1883]).
3. Schwedischer Feldspat aus der Gegend von Stockholm (Sprechsaal 20, 157 [1887]).
4. Arendaler Feldspat, rötlich (Sprechsaal 20, 157 [1887]).

Untersuchungsmethoden. Außer der chemischen Gesamtanalyse nimmt man meist zur Beurteilung der Brauchbarkeit eines Feldspates eine Brennprobe des unzerkleinerten Materials vor, wobei sich eisenhaltige Mineralien durch das Auftreten dunkelgefärbter Flecken bemerkbar machen. Einen Vergleich der Schmelzbarkeit verschiedener Feldspatsorten nimmt man in der Weise vor, daß man entweder aus dem gemahlten Material Kegel nach Art der Segerkegel formt und die Temperatur des Umschmelzens im Vergleich mit Segerkegeln (vgl. S. 103) beobachtet, oder indem man flache Vertiefungen auf einer Schamotteplatte mit dem Materialpulver füllt und diese Platte dann im Porzellanofen, unter etwa 45° geneigt, brennt; je nach dem Grade der Schmelzbarkeit bzw. der Viskosität fließt das bei der Temperatur des Porzellanbrandes entstehende Feldspatglas mehr oder weniger weit auf der Platte herab.

Eigenschaften. Das spezifische Gewicht der CaO- und Na₂O-armen Feldspäte beträgt 2,53—2,58. Die Färbung ist sehr verschieden, meist rötlich oder weißlich, öfters auch gelblich, grau oder bräunlich. Im allgemeinen deutet eine weißliche Farbe auf einen größeren Natrongehalt hin. Trotz

seiner Härte ($H = 6$) läßt sich der Feldspat vermöge seiner Spaltbarkeit verhältnismäßig leicht zerkleinern. Wird der Feldspat naß gemahlen, so tritt eine geringe Zersetzung ein, indem Alkali gelöst wird. G. A. Daubrée¹⁾ konnte auf diese Weise durch längeres Mahlen unter häufiger Erneuerung des Wassers 0,4 % Alkali auslaugen. Auch S. Cushman²⁾ gelang es, durch abwechselndes Naßmahlen und Elektrolysieren von Orthoklas etwa 4 % Alkali zu entfernen. F. Funk³⁾ wies nach, daß bei dieser Zersetzung durch Wasser, besonders unter gleichzeitiger Einwirkung von Kohlensäure, kolloide Zersetzungsprodukte entstehen, welche auch im Gegensatz zu unzersetztem Feldspat organische Farbstoffe adsorbieren. Wie E. C. Sullivan⁴⁾ zeigte, findet bei der Behandlung von fein gemahlenem Orthoklas mit Salzlösungen ein Basenaustausch in nahezu äquivalenten Mengen statt. Gemahlener Feldspat ist vollkommen unplastisch und stellt somit den Typus eines „Magerungsmittels“ dar. Die keramische Industrie versteht unter einem Magerungsmittel ein Material, welches an sich unplastisch ist und bei Zusatz zu plastischen Substanzen, Ton oder Kaolin, die Plastizität derselben verringert.

Hinsichtlich des chemischen Verhaltens von Kalifeldspat ist hier vor allem noch seine schwere Angreifbarkeit durch Schwefelsäure, Salzsäure und verdünnte Natronlauge, von der bei der rationellen Analyse Gebrauch gemacht wird, zu erwähnen.

Von größter keramischer Wichtigkeit ist das Verhalten des Feldspats bei höheren Temperaturen. Wie E. Berdel⁵⁾ nachwies, findet beim Erhitzen größerer Stücke von norwegischem Mikroklin von etwa 1150—1160° an eine Auflockerung unter Verringerung des spezifischen Gewichts statt. Wie neuerdings R. Rieke und K. Endell⁶⁾ an feinem Pulver desselben Materials zeigten, findet bei genügend langer Erhitzung zwischen 1160 und 1180° der Übergang in den glasig-amorphen Zustand statt. Eine deutliche Viskositätsänderung bzw. Verflüssigung tritt erst bei einer 50—100° höher liegenden Temperatur ein. Diese in der Keramik meist als Schmelzpunkt bezeichnete Temperatur liegt je nach der Zusammensetzung zwischen den Schmelztemperaturen der SK 8 und 10 (~ 1250—1300°). E. Dittler⁷⁾ konnte reinen Adular durch längeres Erhitzen auf 1180—1200° vollkommen glasig erhalten. Da das spezifische Gewicht des Orthoklasglases 2,37 beträgt, so findet beim Schmelzen eine Volumzunahme von etwa 8 % statt. Entgegen der häufig vertretenen Ansicht, daß beim Schmelzen von Kalifeldspat nennenswerte Mengen von Alkali verflüchtigt würden, fand A. Zöllner,⁸⁾ daß selbst bei mehrmaligem Erhitzen von Feldspat im Porzellanofen auf etwa 1400° der Gewichtsverlust nur 0,03—0,08 % betrug. Der geschmolzene Kalifeldspat erstarrt zu einem klaren, farblosen Glase; eine wolkige Trübung des Glases deutet häufig auf einen größeren Natrongehalt hin.

¹⁾ G. A. Daubrée, zit. nach O. Bischof, Die feuerfesten Tone 1904, 15.

²⁾ S. Cushman, Transact. Americ. Ceram. Soc. 7, 15 (1906).

³⁾ F. Funk, Sprechsaal 43, 13, 15 u. 27—28 (1909).

⁴⁾ E. C. Sullivan, Bull. geol. Surv. U.S. 312.

⁵⁾ E. Berdel, Sprechsaal 37, 71—74 (1904).

⁶⁾ R. Rieke u. K. Endell, Archiv f. physikal. Chem. des Glases u. d. keram. Massen 1, 13—19 (1912).

⁷⁾ E. Dittler, Z. anorg. Chem. 69, 273—304 (1911).

⁸⁾ A. Zöllner, Zur Frage der chem. u. physikal. Natur des Porzellans. Diss. (Berlin 1908).

3. Quarz.

Allgemeines. Neben Kaolin und Feldspat ist natürliche Kieselsäure das wichtigste Rohmaterial der Porzellanindustrie, und zwar kommt dieselbe in Form von Gangquarzen, Quarzsanden oder Flint (Feuerstein) zur Verwendung. In manchen Fällen werden auch statt der reinen Kieselsäurevorkommen sog. Porzellansande benutzt, welche außer Quarz noch einen wechselnden Gehalt an Feldspat und „Tonsubstanz“ aufweisen, deren Menge natürlich bei der Verwendung in Rücksicht gezogen werden muß. Das Haupterfordernis ist, wie bei allen zur Porzellanherstellung verwendeten Materialien, ein möglichst geringer Gehalt an Eisenverbindungen.

Fundorte. Sehr reine Gangquarze finden sich in Norwegen, ferner im Taunus, von wo derselbe unter dem Namen Geyserit in den Handel kommt. Quarzsande von besonderer Reinheit kommen von Hohenbocka in der Lausitz, Dörentrup in Lippe, Herzogenrath bei Aachen. Feldspathaltige Porzellansande werden u. a. bei Fürstenwalde, Weißenbrunn, Wunsiedel, Martinroda und Kahla gewonnen.

Untersuchungsmethoden. Die Untersuchung von Kieselsäurematerialien beschränkt sich meist auf die Vornahme einer Brennprobe bei etwa 1400°, aus welcher die Anwesenheit gelb oder braun färbender, meist eisenhaltiger Beimengungen leicht erkannt werden kann, und der chemischen Analyse, bei welcher besonders auf färbende Oxyde (Eisen, Mangan, Titan) geachtet werden muß. Feldspat- und tonsubstanzhaltige Sande werden auch der rationellen Analyse (vgl. S. 98) unterworfen.

Eigenschaften. Ebenso wie Feldspat stellen auch alle kristallisierten Kieselsäurevorkommen typische Magerungsmittel dar. Das spezifische Gewicht des Quarzes ist 2,65, also nur wenig verschieden von dem des Kaolinites (2,60—2,64); eine Abscheidung des Quarzes aus Rohkaolinen durch Schlämmen ist daher nur möglich, wenn die Korngröße der beiden Bestandteile eine verschiedene ist. Feinster Quarzsand läßt sich durch Schlämmen meist nicht entfernen.

In chemischer Beziehung ist das Verhalten gegen Säuren und Alkalilösungen von keramischem Interesse, da von der Unangreifbarkeit durch Säuren, außer HF, bei der rationellen Analyse Gebrauch gemacht wird, während hierbei seine Löslichkeit in Alkalihydroxydlösungen Vorsicht bei der Trennung amorpher Kieselsäurehydrats von kristallinischem Quarzsande erfordert.

Wichtig ist das Verhalten des Kieselsäureanhydrids beim Erhitzen. Die in der Porzellanindustrie verwendeten SiO₂-Rohmaterialien gehören in die Gruppe des Quarzes ($d = 2,65$). Die bei 575° eintretende Umwandlung des bei gewöhnlicher Temperatur stabilen α -Quarz in β -Quarz ist mit einer plötzlichen Volumzunahme verbunden;¹⁾ infolge der hierbei auftretenden Spannungen entstehen zahlreiche Sprünge, die eine auch nach dem Erkalten bleibende Auflockerung zur Folge haben. Bei niedrig gebrannten, quarzhaltigen Massen macht sich diese Erscheinung durch eine Verringerung bzw. Aufhebung der Brennschwindung oder Eintritt einer geringen Ausdehnung bemerkbar. Eine weitere, technisch wichtige Zustandsänderung des Quarzes ist die Umwandlung in Cristobalit. Da das spezifische Gewicht des letzteren 2,32 beträgt, so findet bei vollkommener Umwandlung eine Volumzunahme von 14% statt.

¹⁾ H. Le Chatelier, C. R. 15. Juli 1890.

Die Temperatur des Beginns dieser Umwandlung, d. h. die obere Stabilitätsgrenze des β -Quarzes, ist wegen der äußerst geringen Umwandlungsgeschwindigkeit nicht genau festgelegt, liegt jedoch nach den bisherigen Beobachtungen zwischen 800 und 1000°. Mit wachsender Überschreitung dieser Umwandlungstemperatur nimmt die Umwandlungsgeschwindigkeit zu.¹⁾ Letztere ist jedoch nicht bei allen Quarzen gleich, sondern wie K. Endell und R. Rieke¹⁾ zeigten, von der Größe der Oberfläche abhängig und daher bei einfachen Kristallen relativ gering, größer bei den verzwilligten und am größten bei den faserigen Formen, Chalzedon bzw. dem technisch verwendeten Flint. Es ist klar, daß in quarzreichen keramischen Massen, z. B. Steingut, der je nach der Art des verwendeten Rohmaterials verschiedene Grad der Umwandlung in Cristobalit von Einfluß auf die physikalischen Eigenschaften der gebrannten Massen sein muß.²⁾ Insbesondere ist anzunehmen, daß der mit einer verhältnismäßig großen Volumänderung³⁾ bei etwa 230° vor sich gehende Übergang von α - in β -Cristobalit, dessen spezifisches Gewicht wohl nur wenig über 2,21 liegt, nicht ohne Einfluß auf das Verhalten der Massen gegenüber der Glasur und auf ihre Festigkeit ist.

Die andere, bei höherer Temperatur sich bildende SiO_2 -Modifikation, der Tridymit, ist zwar häufig in den SiO_2 -reichen Dinassteinen nach längerem Gebrauch bei hohen Temperaturen nachgewiesen worden,⁴⁾ doch sind seine Entstehungsbedingungen noch nicht genau aufgeklärt. Nach E. S. Shephard und G. A. Rankin⁵⁾ scheint seine Entstehung an die Anwesenheit von Flußmitteln gebunden zu sein.

SiO_2 gehört keramisch zu den „feuerfesten“ Materialien, d. h. zu denjenigen Stoffen, deren Schmelzpunkt bzw. Verflüssigungspunkt oberhalb der Temperatur liegt, bei welcher der SK 26 umschmilzt ($\sim 1580^\circ \text{C}$). Der keramische „Schmelzpunkt“ wird in derselben Weise wie bei Kaolin ermittelt. Da die Viskosität der geschmolzenen Kieselsäure beim Schmelzpunkt eine sehr große ist und bei weiterer Temperatursteigerung nur langsam abnimmt, liegt der so ermittelte „Kegelschmelzpunkt“ höher als der wahre Schmelzpunkt. In der Keramik nimmt man als Schmelzpunkt der reinsten, 98—99,8% SiO_2 enthaltenden Materialien die Schmelztemperatur von SK 35—36 (~ 1770 — 1790°C) an. Der Schmelzpunkt des Cristobalits wurde von K. Endell, H. Hoffmann und R. Rieke⁶⁾ bei $1685 \pm 5^\circ$ gefunden. Bei sehr schneller Temperatursteigerung kann der Quarz als solcher geschmolzen werden, wenigstens erhält man so bei teilweiser Schmelzung ein aus Kieselsäureglas und unverändertem Quarz bestehendes Produkt. Ob hierbei vor dem Eintritt des amorphen Zustandes ein Übergang in Cristobalit stattgefunden hat, läßt sich nicht entscheiden, doch ist aus theoretischen Gründen anzunehmen, daß auch der Quarz einen eigenen Schmelzpunkt besitzt, der unterhalb desjenigen der bei höherer Temperatur stabilen Form, nämlich des Cristobalits, liegt.

¹⁾ K. Endell u. R. Rieke, Z. anorg. Chem. **79**, 239—259 (1912).

²⁾ R. Rieke, Keram. Rundschau **27**, 143—145 und 155—156 (1914).

³⁾ K. Endell u. R. Rieke, Tsch. min. Mit. **31**, 501—512 (1912).

⁴⁾ W. Grum-Grzmailo, Stahl und Eisen **31**, 224—226 (1911). — P. J. Holmquist, Ton-l.-Z. **35**, 1323—1327 (1911). — K. Endell, Stahl und Eisen **32**, Heft 10 (1912).

⁵⁾ E. S. Shephard u. G. A. Rankin, Z. anorg. Chem. **68**, 406 (1910).

⁶⁾ K. Endell u. R. Rieke, Z. anorg. Chem. **49**, 239—259 (1912).

4. Sonstige Rohmaterialien.

Als Beimengung mancher Kaoline kommt Kaliglimmer als Bestandteil mancher Porzellanmassen¹⁾ in Betracht; ferner, wenn auch meist nur in ganz untergeordnetem Maße, Magnesit, Marmor, Dolomit, Speckstein, sowie Ersatzmittel für reinen Feldspat, wie z. B. teilweise kaolinisierter Pegmatit (Cornish stone) u. a. Marmor, Magnesit und Dolomit finden jedoch eine weitgehende Verwendung als Bestandteil von Porzellanglasuren, welche sehr kieselsäure- und tonerereiche Kalk-Kaligläser darstellen, in denen ein Teil des CaO auch durch MgO ersetzt werden kann.

B. Einwirkung der Rohmaterialien aufeinander.

Die Porzellanmassen werden im allgemeinen aus Kaolin, eventuell auch aus Ton, Quarz und Feldspat zusammengesetzt. In manchen Fällen kommen auch noch die oben genannten Materialien, sowie künstlich hergestellte Schmelzen (Fritten), Fluorit u. a. in Betracht. Porzellanmassen stellen somit ziemlich komplizierte Systeme von drei oder mehr Komponenten dar, deren Erforschung bisher noch sehr lückenhaft ist. Etwas besser unterrichtet sind wir über das keramische Verhalten von Mischungen aus je zwei der oben genannten Komponenten.

Verhalten von Gemischen aus zwei Komponenten.

1. Tonsubstanz und Quarz.

Auf plastische Materialien wirkt Quarz als Magerungsmittel; er verringert also die Trockenschwindung und die Festigkeit nach dem Trocknen, sowie die Brennschwindung. Je nach seinem „Bindevermögen“ verträgt ein plastisches Material einen mehr oder weniger großen Zusatz von Quarz oder anderen Magerungsmitteln, ehe es seine Formbarkeit und seine Festigkeit nach dem Trocknen vollkommen einbüßt. Die Wirkung des Quarzes in Kaolin-Quarzemischen beim Brennen ist eine dreifache: rein mechanisch beeinträchtigt er die Annäherung der meist äußerst feinen Kaolinteilchen und verringert somit die Brennschwindung und erhöht die Porosität bei höheren Temperaturen; in demselben Sinne, aber noch energischer, wirkt die Auflockerung des Quarzes beim Übergang in die β -Modifikation und bei weiterer Temperatursteigerung in Cristobalit. Diese der Schwindung der „Tonsubstanz“ entgegenarbeitende Wirkung kann unter Umständen so groß sein, daß die Schwindung gänzlich aufgehoben oder sogar ein „Wachsen“ der Masse eintritt. Bei höheren Temperaturen spielt der Quarz gegenüber der „Tonsubstanz“ die Rolle eines „Flußmittels“, indem er die Schmelz- bzw. Erweichungstemperatur herabsetzt. Das niedrigst schmelzende Gemisch von geschlammtem Zettlitzer Kaolin (98,5% „Tonsubstanz“) und Quarz (mit 99,5% SiO₂-Gehalt) schmilzt nach M. Simonis²⁾ bei SK 28 (~ 1630° C) und entspricht einer Zusammensetzung von 25% Kaolin und 75% Quarz, also ungefähr dem Molekularverhältnis 1 Al₂O₃: 17 SiO₂ (vgl. auch das System Al₂O₃-SiO₂; . . .).

Der oben besprochene Einfluß des Quarzes auf die Brennschwindung, sowie auf den Grad der Verdichtung der Massen hängt in hohem Maße von

¹⁾ G. Vogt, Bull. de la Soc. d'Encourag., mai 1897.

²⁾ M. Simonis, Sprechsaal 40, 390-392, 403-406 (1907).

seiner Korngröße ab, und zwar wird nach E. Berdel¹⁾ die Wirkung des Quarzes mit steigender Mahlfineinheit schwächer. Aus den Untersuchungen von F. Kraze²⁾ ist zu schließen, daß bei Zusatz von Quarz zu Tonen mit abnehmender Korngröße des Quarzes die Porosität und die Wasserdurchlässigkeit der Massen auch abnehmen, während die Menge des zur Verarbeitung notwendigen Wassers, die Trocken- und Brennschwindung, sowie die Standfestigkeit im Feuer zunehmen. Je mehr Quarz von einer bestimmten Korngröße einem Ton zugesetzt wird, desto weniger Anmachewasser erfordert die Masse, desto geringer ist die Trocken- und Brennschwindung, sowie die Porosität der bei niedrigen Temperaturen gebrannten Massen und die Zerreiß- und Druckfestigkeit, desto größer dagegen die Porosität der bei höheren Temperaturen gebrannten Massen, die Wasserdurchlässigkeit und die Standfestigkeit im Feuer. Ähnliche Untersuchungen über den Einfluß des Quarzes auf das Verhalten von Kaolin beim Brennen stellte S. L. Galpin³⁾ an.

2. Tonsubstanz und Feldspat.

Die bisher vorliegenden Untersuchungen beziehen sich fast ausschließlich auf den Einfluß von Kalifeldspat (Orthoklas oder Mikroklin) auf Kaoline und Tone. Die Wirkung in ungebranntem Zustand oder beim Brennen auf niedrige Temperaturen ist diejenige eines Magerungsmittels. Bei sehr feiner Mahlung kann der Orthoklas infolge der beim Behandeln mit Wasser auftretenden alkalischen Reaktion in geringem Maße verflüssigend wirken,⁴⁾ also auch hierdurch die Plastizität verringern. Bei höheren Temperaturen bewirkt Kalifeldspat von seinem Schmelzpunkt, also von etwa 1160°, an eine plötzliche Vergrößerung der Schwindung und Verringerung der Porosität.⁵⁾ Die Schmelztemperatur der Mischungen wird entsprechend dem Feldspatzusatz erniedrigt.⁶⁾ Bei einigermäßen hohem Feldspatzusatz können die Gemische schon beim Brennen auf Temperaturen von SK 2—5 (~ 1150—1200° C) vollkommen sintern, d. h. dicht werden. Bei 1400—1460° vermag geschmolzener Kalifeldspat nach A. Zöllner⁷⁾ bis zu 14% „Tonsubstanz“ zu einem klaren Glase aufzulösen. A. Heath und J. W. Mellor⁸⁾ geben an, daß schon bei 1300° sogar etwa 20% Tonsubstanz gelöst würden. Das spezifische Gewicht von Kaolin-Orthoklasgemischen nimmt beim Brennen bis gegen 1200° zu, bei weiterer Temperatursteigerung jedoch wieder ab.

3. Tonsubstanz und Glimmer.

Hier sind besonders die Untersuchungen von R. Rieke⁹⁾ zu erwähnen. Nach R. Rieke zeigt eine wäßrige Suspension von gemahlenem Muskovit zwar eine etwas größere Viskosität als Quarz oder Feldspat, doch wirkt Muskovit auf Kaolin als Magerungsmittel. Die Brennschwindung von Kaolin wird,

¹⁾ E. Berdel, **34**, 280—281 (1904).

²⁾ F. Kraze, *Ton-I.-Z.* **32**, 934—942 (1908).

³⁾ S. L. Galpin, *Transact. Americ. Ceram. Soc.* **12**, 548—563 (1910).

⁴⁾ M. Simonis, *Sprechsaal* **39**, 170 (1906).

⁵⁾ E. Berdel, *Sprechsaal*, **37**, 190—193 (1904).

⁶⁾ M. Simonis, *Sprechsaal*, **40**, 390—392 (1907).

⁷⁾ A. Zöllner, *Diss.* (Berlin 1908).

⁸⁾ A. Heath u. J. W. Mellor, *Transact. Engl. Ceram. Soc.* **7**, 80—100 (1907).

⁹⁾ R. Rieke, *Sprechsaal*, **41**, 577—582 (1908).

wenigstens bei höheren Temperaturen, durch Zusatz von gemahlenem Muskovit vergrößert. Bei höherem Glimmergehalt zeigt sich von etwa 1150° an eine stärkere Verdichtung der Massen. Der KSP¹⁾ von Muskovit liegt bei SK 13 (~ 1380° C). Der KSP des Kaolins wird durch Muskovit herabgesetzt, aber weniger als durch die gleiche Menge Orthoklas; 40 % Muskovit wirken etwa ebenso stark wie 25 % Orthoklas.

4. Tonsubstanz und Marmor.

Marmor bzw. CaO wirkt als kräftiges Flußmittel auf Kaoline und Tone; 10 % Marmor setzen den KSP von reinem Kaolin um etwa 100° herab. Ausführliche Angaben über die Brennschwindung, die Porosität und die Schmelzbarkeit von Marmor-Kaolingemischen macht R. Rieke.²⁾ Die Kurve der KSP zeigt zwei Maxima, nämlich bei 27,9 % CaCO₃-Gehalt, bei der Zusammensetzung des Anorthits CaO · Al₂O₃ · 2SiO₂, und bei 60,8 % CaCO₃-Gehalt (= 4CaO · Al₂O₃ · 2SiO₂).

(Weitere Angaben über das Dreistoffsystem CaO—Al₂O₃—SiO₂; vgl. Bd. I, S. 813.)

5. Tonsubstanz und Magnesit.

Der Einfluß von reinem Magnesit (98 % MgCO₃) auf die Schwindung, Porosität und die Schmelzbarkeit von geschlämmtm Zettlitzer Kaolin (98,5 % Tonsubstanz) wurde ebenfalls von R. Rieke³⁾ ausführlich untersucht. Im Gegensatz zu Marmor vergrößert Magnesit die Brennschwindung, am meisten bei 10 % Magnesitgehalt. Von 1150—1200° an wirkt Magnesit stark verdichtend. Die Schmelztemperatur wird durch MgCO₃ etwas stärker herabgesetzt als durch die gleiche Menge CaCO₃. Die Kurve der KSP zeigt kein Maximum. Die niedrigst schmelzende Mischung enthält 40 % Magnesit, entsprechend der Zusammenstellung 2MgO · Al₂O₃ · 2SiO₂.

6. Tonsubstanz und Fe₂O₃, TiO₂ usw.

Wie schon erwähnt (S. 103), wirken die meisten Oxyde als „Flußmittel“ auf Tonsubstanz; sie setzen also den Schmelzpunkt herab und fördern die Sinterung. Als natürliche, in diesem Sinne wirkende Beimengungen kommen hier vornehmlich Fe₂O₃, TiO₂,⁴⁾ Mn₂O₃⁵⁾ in Betracht, die auch die Brennfarbe keramischer Massen stark beeinflussen. Zusätze von anderen Oxyden, wie Co₂O₃, Cr₂O₃, Ni₂O₃ u. a. werden zur Erzielung gefärbter Massen gemacht.

7. Quarz und Feldspat.

Gemische aus Kalifeldspat und Quarz werden mit zunehmendem Feldspatgehalt leichter schmelzbar.⁶⁾ Die Schmelzen erstarren stets glasig. Ge-

¹⁾ KSP = Kegelschmelzpunkt, d. h. die Temperatur, bei der ein aus der Masse geformter Kegel im Vergleich mit Segerkegeln umschmilzt.

²⁾ R. Rieke, Sprechsaal **39**, 1295—1297, 1313—1315 (1906).

³⁾ R. Rieke, Sprechsaal **38**, 1869—1871, 1910—1913, 1951—1953 (1905).

⁴⁾ R. Rieke, Sprechsaal **41**, 405—406 (1908).

⁵⁾ R. Rieke, Sprechsaal **43**, 231 ff. (1910).

⁶⁾ M. Simonis, Sprechsaal **40**, 390 u. 403 (1907).

schmolzener Orthoklas vermag nach A. Zöllner¹⁾ bei 1400—1450° etwa 60—70° Quarz zu lösen.

8. Quarz und Glimmer.

R. Rieke²⁾ bestimmte die KSP von Quarz-Muskovitgemischen und fand hierbei ein Maximum bei 80° Muskovitgehalt; dieses Gemenge schmolz bei etwa SK 27 (~ 1610° C). Bei weiter zunehmendem Gehalt an Muskovit sank der KSP schnell bis zu dem des Muskovits SK 13 (~ 1380° C). Die niedrigst schmelzende Mischung zwischen Quarz und dem erwähnten Maximum enthielt 50% Muskovit und schmolz bei SK 18 (~ 1500° C). Wurden die Gemische vorher geschmolzen, so lagen die KSP sämtlich tiefer, der Verlauf der Kurve war jedoch derselbe.

9. Quarz und Marmor; Quarz und Magnesit.

Marmor und Magnesit bilden mit Quarz leicht Silicate, und zwar schon weit unterhalb der Schmelztemperatur.³⁾ Nähere Angaben finden sich bei Magnesia- und Kalsilicaten.

Verhalten von Gemischen aus drei Komponenten.

Die Porzellanindustrie interessiert am meisten das System Kaolin-Quarz-Feldspat, da diese drei Komponenten die in allen Hartporzellanmassen wiederkehrenden Hauptbestandteile sind. Es liegen daher eine Reihe von Arbeiten vor, welche Angaben über den Einfluß dieser einzelnen Komponenten auf das Verhalten der Gemische beim Formen und Brennen, sowie auf die Eigenschaften der gebrannten Massen enthalten, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen werden kann. Es sei hier nur die eingehende Arbeit von M. Simonis⁴⁾ erwähnt, der die Kegelschmelzpunkte von Zettlitzer Kaolin, norwegischem Quarz und Mikroklin feststellte. Nach ihm läßt sich die relative Schmelzbarkeit durch eine mit der Schmelztemperatur wachsende „Schmelzbarkeitszahl“ ausdrücken. Bezeichnet z den Prozentgehalt an reinem Kaolin und q denjenigen an Quarz, so ist, wenn $z > \frac{q}{3}$, die Schmelzbarkeitszahl $\frac{6z + 2q}{3} - 40$, ist dagegen $z < \frac{q}{3}$, so ist sie $= \frac{3q - z}{2} - 40$.

Weitere Mischungen aus drei und mehr Komponenten sind keramisch nur sehr wenig systematisch untersucht.⁵⁾ Die bisher ausführlichsten Arbeiten, nämlich über das System $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, sind an anderer Stelle schon besprochen worden (Bd. I, S. 813).

C. Fabrikationsgang.

Allgemeines. Zum Verständnis der für die Technik der Porzellanherstellung in Betracht kommenden chemischen und physikalisch-chemischen

¹⁾ A. Zöllner, Diss. (Berlin 1908).

²⁾ R. Rieke, Sprechsaal **41**, 577—582 (1908).

³⁾ J. W. Cobb, Journ. of the Soc. chem. Ind. 1910, 250—259, 335—336, 399—404.

⁴⁾ M. Simonis, Sprechsaal **40**, 390—392, 403—406 (1907).

⁵⁾ R. Rieke, Kaolin + MgCO_3 + SiO_2 , Sprechsaal **40**, 195—197, 207—209, 220—222 (1907).

Prozesse ist ein allgemeiner Überblick über die einzelnen Phasen der Fabrikation notwendig. Wegen seiner vielseitigen Verwendung zu Geräten des täglichen Lebens sowohl wie zu technischen und wissenschaftlichen Apparaten steht das aus Kaolin, Feldspat und Quarz bestehende Hartporzellan an Bedeutung an erster Stelle. Es soll daher im folgenden in erster Linie von der Herstellung des Hartporzellans die Rede sein, während die zum Teil abweichende Behandlung der Frittenporzellane, Knochenporzellane u. dergl. hier keine nähere Berücksichtigung finden kann.

Herstellung der Masse. Von einer technisch brauchbaren Porzellanmasse verlangt man, daß sie in feuchtem Zustand genügend plastisch ist. Ferner müssen die einzelnen Bestandteile eine sehr geringe Korngröße besitzen, und ihre Mischung muß möglichst homogen sein. Die Zusammensetzung der Masse muß eine derartige sein, daß bei den in größeren Betriebsöfen bequem erreichbaren Temperaturen vollkommene Sinterung eintritt und die für Hartporzellan charakteristische Härte, Festigkeit und Transparenz erreicht wird.

Um diesen Anforderungen zu genügen, verwendet man Kaoline, welche verhältnismäßig gut bildsam sind, oder ersetzt unter Umständen auch einen Teil des erforderlichen Kaolins durch einen möglichst eisenarmen Ton. Solche Kaoline, in denen der größte Teil des Kaolinites in Form deutlich sichtbarer Kristallblättchen zugegen ist, sind wegen ihrer äußerst geringen Plastizität und wegen ihrer geringen Festigkeit nach dem Trocknen ohne Zusatz anderer Kaoline wenig geeignet. Zur Erreichung feinsten Verteilung und Entfernung größerer Bestandteile wird der Kaolin einem Schlämmprozess unterworfen. Enthält das Schlämmprodukt außer „Tonsubstanz“ noch feinsten Quarz, so muß dessen Menge mit Hilfe der rationellen Analyse ermittelt werden. Das Absetzen des geschlämmten Kaolins geht bei den verschiedenen Materialien nicht in gleicher Weise vor sich; während manche Schlämmprodukte sich unter Klärung des überstehenden Wassers verhältnismäßig schnell absetzen, ist bei anderen hierzu eine wesentlich längere Zeit erforderlich, und oft wird das über dem Kaolinschlamm stehende Wasser überhaupt nicht vollkommen klar. Diese Unterschiede sind zum Teil auf die verschiedene physikalische Beschaffenheit der Kaolinteilchen, insbesondere ihre Größe und Struktur, zurückzuführen, beruhen in der Hauptsache jedoch auf der Gegenwart von Elektrolyten, die entweder aus dem Material selbst oder aus dem zum Schlämmen verwendeten Wasser stammen. Häufig setzt man daher dem Wasser Kalksalze zu, um ein schnelleres und klareres Absetzen zu erzielen. Auch Alaun, der durch seine dreiwertigen Allonen noch intensiver wirkt, wird zu diesem Zwecke benutzt.

Die Magerungsmittel, Quarz, Sand, Feldspat usw., werden mittels geeigneter Zerkleinerungsmaschinen in ein staubfeines Pulver übergeführt. Die durch nasse Mischung der Komponenten gewonnene, einen Überschuß an Wasser enthaltende Masse wird mit Hilfe von Filterpressen so weit entwässert, daß sie sich in knetbarem Zustand befindet. Meist wird die bei dem Abpressen resultierende Masse nicht sofort weiter verarbeitet, sondern man läßt sie längere Zeit, zu großen Haufen zusammengeschlagen, lagern, wobei man sie durch öfteres Anfeuchten vor dem Austrocknen schützt. Vielfach wird nämlich die Ansicht vertreten, daß die feuchte Masse durch längeres Lagern an Plastizität zunehme; im Anschluß an H. Seger¹⁾ vermutet man hierbei eine allmähliche

¹⁾ H. Seger, Gesammelte Schriften (Berlin 1896).

Zersetzung der in der Masse stets vorhandenen geringen organischen Beimengungen unter Bildung von Säuren bzw. H-Ionen, welche die Plastizität erhöhen sollen. Bei Porzellanmassen trifft dieses jedoch nicht zu, denn diese reagieren infolge ihres hohen Feldspatgehaltes alkalisch. Nach B. Zschokke¹⁾ nimmt die Plastizität von Tonen beim Lagern im allgemeinen nicht zu, sondern manchmal sogar ab; ein Lagern dürfte daher nur bei solchen Materialien von praktischem Vorteil sein, welche nur langsam von Wasser vollständig durchdrungen werden.

Gestaltung. Die Formgebung findet in verschiedener Weise statt. Die gebräuchlichsten Methoden sind das Formen auf der Drehscheibe unter Verwendung von Gipsformen und Metallschablonen, das Stanzen der nur wenig Wasser und Öl enthaltenden Masse in Metallformen und das Gießen der flüssigen Porzellanmasse in Gipsformen. Die Verwendung von Gipsformen beruht auf folgendem Vorgang: bei der Berührung mit der Gipswandung wird die feuchte Masse durch den sich spurenweise lösenden Gips oberflächlich koaguliert, wodurch sich gewissermaßen ein zusammenhängendes Oberflächenhäutchen bildet; entzieht nun die stark poröse Gipsform der Masse Wasser, so schwindet diese, und es findet hierbei ein glattes Loslösen des geformten Stückes von der Gipsform statt. Unplastische Massen erlauben keine derartige Verarbeitung, da sie sich nicht glatt von dem Gips loslösen und daher bei der infolge der Wasserentziehung eintretenden Trockenschwindung Risse bekommen.

Die Anwendung des Gießverfahrens ist eine allgemeine geworden, seit man die verflüssigende Wirkung alkalischer Substanzen kennen gelernt hat. Man verwendet jetzt fast allgemein Soda zu diesem Zwecke. Der für jedes Material empirisch auszuprobierende Sodazusatz²⁾ beträgt etwa 0,01—0,04 % kristallisierte Soda, bezogen auf die trockene Masse. Während eine ohne Soda hergestellte Gießmasse etwa 50 % Wasser enthalten muß, um genügend dünnflüssig zu sein, wird derselbe Grad von Dünnflüssigkeit bei Sodazusatz schon bei etwa 25—30 % Wassergehalt erreicht. Aus der oben besprochenen (S. 101) Wirkung mehrwertiger Kationen und SO₄-Ionen geht hervor, daß Massen mit nennenswertem Gehalt an Gips, Magnesiumsulfat oder dergl. zum Gießen weniger gut geeignet sind und jedenfalls einen größeren Sodazusatz erfordern, als Massen, welche arm an derartigen löslichen Salzen sind.

Die geformten Gegenstände werden an der Luft getrocknet, wobei die Masse einige Prozent schwindet. Hierbei muß, besonders bei größeren und dickwandigen Stücken, für möglichst gleichmäßiges Trocknen gesorgt werden, da die Stücke sonst infolge ungleichmäßiger Schwindung sich verziehen oder reißen. In manchen Fällen setzt man der Masse zur Verringerung der Trocken- und Brennschwindung feingemahlene gebranntes Porzellan („Scherben“) zu. Die geringste Trockenschwindung zeigen aus wasserarmer Masse unter hohem Druck gestanzte Gegenstände.

Glasieren und Brennen. Das Glasieren hat den Zweck, das an sich nach dem Brennen matt aussehende Porzellan mit einer glänzenden, harten und widerstandsfähigen, glasigen Schicht zu überziehen. Da die Glasur in demselben Brande aufgeschmolzen wird, in welchem der Scherben des Porzellans „gargebrannt“ wird, so muß ihre chemische Zusammensetzung so

¹⁾ B. Zschokke, Mitteil. der Materialprüfungsanstalt (Zürich 1907), 201.

²⁾ Vgl. M. Simonis, Sprechsaal **38**, 1240—1241 (1905).

gewählt werden, daß sie bei dieser Temperatur zu einem zähflüssigen Glase schmilzt. Um eine Glasur für eine bestimmte Brenntemperatur zu erhalten, geht man zweckmäßig von der Zusammensetzung der Segerkegel aus, indem man die Formel eines etwa fünf Segerkegel niedriger schmelzenden Kegels der Glasur zugrunde legt. Für ein Porzellan, welches bei SK 15 ($\sim 1430^\circ\text{C}$) gebrannt werden muß, würde die Glasur also etwa die Zusammensetzung von SK 10 haben, d. h. der Formel $\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 1 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 10 \text{ SiO}_2$ entsprechen.

Einen Teil des erforderlichen K_2O , Al_2O_3 und SiO_2 führt man meist in Form gemahlener Porzellanscherben in die Glasur ein. Glasuren, in denen CaO als Flußmittel überwiegt (Kalkglasuren), sind meist klarer und durchsichtiger als die milchig getrüben, CaO-armen und K_2O -reicheren Glasuren (Feldspatglasuren). Der hohe Kieselsäure- und Tonerdegehalt bedingt eine große Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkungen. Die Schwerschmelzbarkeit und die Viskosität nehmen mit steigendem Al_2O_3 - und SiO_2 - Gehalt zu.

Die Glasurmischung, Porzellanscherben, Kaolin, Feldspat, Quarz, Marmor, Magnesit usw., wird in Form eines in Wasser aufgeschlammten Pulvers aufgetragen. Vor dem Glasieren wird das Porzellan verglüht, d. h. bei einer etwa $900\text{—}950^\circ$ betragenden Temperatur gebrannt. Hierbei entweicht das Konstitutionswasser aus dem Kaolin, und die Masse schwindet einige Prozent, und zwar um so weniger, mit je stärkerem Drucke die Gegenstände geformt bzw. gepreßt wurden. Die Masse erhält zwar im Verglühbrand schon eine gewisse Festigkeit, ist jedoch noch stark porös, da eine Verdichtung des Scherbens sich erst vom Schmelzpunkte des Feldspats an in höherem Grade bemerkbar macht.

Die verglühten Gegenstände werden durch Eintauchen in den Glasurschlamm mit einer dünnen Schicht von Glasurpulver überzogen. Aufgeschlammte Porzellan glasuren setzen sich schnell und in fester Schicht am Boden an. Ein Gehalt der Glasurmischung an ungebranntem Kaolin wirkt diesem Absetzen entgegen; desgleichen setzt sich bei geringem Zusatz von löslichen Salzen das Glasurpulver locker ab, so daß es leichter aufgerührt werden kann.

Nach dem Trocknen der glasierten Stücke werden diese dem eigentlichen Porzellanbrande, dem Gut-, Glatt- oder Garbrand (Scharffeuer) ausgesetzt, d. h. so hoch gebrannt, daß vollkommene Sinterung des Scherbens eintritt und dieser die erforderliche Transparenz erhält und die Glasur zu einem zähflüssigen Glase schmilzt. Das Brennen geschieht in besonderen Porzellanöfen, meist unter Benutzung von Kohle- oder Gasfeuerung. Die Waren befinden sich hierbei in feuerfesten Kapseln aus Schamotte.

Zur Beurteilung der Beendigung des Brandes kann man sich verschiedener Hilfsmittel bedienen. Das älteste, auch heutzutage noch vielfach verwendete Mittel ist das „Probeziehen“; man stellt an mehreren, leicht zugänglichen Stellen Tiegel mit glasierten Porzellanscherben auf und nimmt diese aus dem Ofen, sobald erfahrungsgemäß der Brand sich seinem Ende nähert. Mit einiger Übung läßt sich aus dem Aussehen des Scherbens und der Glasur bei den in bestimmten Zeitintervallen gezogenen Proben der Zeitpunkt des „Garbrandes“ feststellen. Weit zuverlässiger, weil nicht von subjektiver Beurteilung abhängig, sind die jetzt fast allgemein benutzten Segerkegel.¹⁾ Diese

¹⁾ H. Segers Gesammelte Schriften (Berlin 1896), 177—196.

stellen langgestreckte Tetraeder von etwa 5 cm Höhe dar, welche aus Silicaten und Oxyden bzw. Carbonaten so zusammengesetzt sind, daß die Erweichungstemperaturen zweier aufeinanderfolgender Nummern der Kegelskala um etwa 20—30° auseinander liegen. Die für die Beurteilung des Garbrandes von Porzellanen verwendeten Kegel sind die Nummern 8—17, die aus Kaolin, Feldspat, Quarz und Marmor den folgenden Formeln entsprechend zusammengesetzt sind:

Nr.	Zusammensetzung ¹⁾	Schmelztemperatur ¹⁾
8	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 0,8 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 8 \text{ SiO}_2$	1250°
9	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 0,9 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 9 \text{ SiO}_2$	1280
10	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 1 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 10 \text{ SiO}_2$	1300
11	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 1,2 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 12 \text{ SiO}_2$	1320
12	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 1,4 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 14 \text{ SiO}_2$	1350
13	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 1,6 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 16 \text{ SiO}_2$	1380
14	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 1,8 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 18 \text{ SiO}_2$	1410
15	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 2,1 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 21 \text{ SiO}_2$	1435
16	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 2,4 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 24 \text{ SiO}_2$	1460
17	$\left. \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right\} 2,7 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 27 \text{ SiO}_2$	1480

Die Segerkegel haben als mechanische Gemenge natürlich keinen eigentlichen Schmelzpunkt; man sieht bei ihnen diejenige Temperatur als Schmelztemperatur an, bei welcher die Spitze des erweichenden Kegels die Unterlage berührt. Es ist klar, daß dieser Zeitpunkt nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der Erhitzungsdauer abhängt. Die in obiger Zusammenstellung angegebenen Schmelztemperaturen beziehen sich auf die relativ schnelle Erhitzung in Laboratoriumsöfen. Bei der bedeutend langsameren Temperatursteigerung in größeren Industrieöfen liegen die Erweichungstemperaturen dieser Kegel zum Teil tiefer.²⁾ Da jedoch auch das „Garbrennen“ keramischer Erzeugnisse ein von den beiden Faktoren, Temperatur und Zeit, abhängiger Vorgang ist, so gibt das Umschmelzen der Kegel einen sichereren Anhalt für den Zeitpunkt der Beendigung des Brandes, als die Messung der Temperatur mit Hilfe eines elektrischen oder optischen Pyrometers. Zur Beobachtung der Schnelligkeit des Temperaturanstieges finden häufig Thermoelemente neben den Segerkegeln Verwendung. Die Garbrandtemperatur besserer Hartporzellane liegt bei SK 14—16, während Weichporzellane meist bei SK 8—11 oder noch niedriger gebrannt werden.

¹⁾ Vgl. Anmerkung 3 u. 4) auf S. 103.

²⁾ R. Rieke, Sprechsaal 44, 726—729, 741—744, (1911). — F. Hoffmann, Sprechsaal 44, 143—144 (1911).

V. Physikalische und chemische Vorgänge beim Brennen von Porzellan.

Die während des Brandes innerhalb der Porzellanmasse sich abspielenden Vorgänge sind sehr kompliziert und in ihren einzelnen Stadien noch wenig erforscht. Zur Erzielung einer möglichst weißen Farbe wird das Porzellan während des größten Teiles des Brandes unter Einhaltung einer reduzierenden Ofenatmosphäre gebrannt, wodurch die stets in der Porzellanmasse enthaltenen Eisenverbindungen in farblose Oxydulverbindungen übergeführt werden, doch ist näheres über diesen Vorgang und über die hierbei etwa entstehenden Eisensilicate nicht bekannt. Auch über die weiteren Vorgänge in der Masse herrscht bisher wenig Klarheit, da die vorliegenden Untersuchungen sich meist auf das fertig gebrannte Porzellan beschränken. Die beim Brennen eintretende Schwindung nimmt mit steigender Temperatur zu, erreicht in dem Zeitpunkt, bei welchem die Masse infolge von vollkommener Sinterung ihre Porosität eingebüßt hat, ihr Maximum und wird in hohem Maße von der Mahlfineinheit der Massebestandteile beeinflusst. Durchschnittlich schwindet das verglühte Porzellan im Garbrand etwa 10—15 % linear. Beim Erhitzen über die Garbrandtemperatur hinaus findet infolge der Vermehrung der glasigen Bestandteile, welche ein größeres spezifisches Volumen besitzen, wieder eine geringe Ausdehnung statt.

Sobald der Feldspat zu schmelzen beginnt, wirkt er lösend auf die aus dem durch Glühen zersetzten Kaolin stammende Tonerde und Kieselsäure, sowie auf den wohl vorher schon teilweise in Cristobalit umgewandelten Quarz. Dieser Vorgang bewirkt zwar eine allmähliche Verdichtung und Sinterung der Masse unter gleichzeitiger Abnahme des spezifischen Gewichtes,¹⁾ doch finden die für die wertvollen Eigenschaften des Porzellans maßgebenden Reaktionen wohl hauptsächlich in der letzten Periode des Brandes statt. Wie A. Zöllner²⁾ zeigte, tritt die Bildung von Sillimanit aus dem der Masse zugesetzten Kaolin erst von 1350° an ein, und auf diese Sillimanitbildung ist nach A. Zöllner die Transparenz des Porzellans, sowie der charakteristische, verglaste Bruch desselben in der Hauptsache zurückzuführen. Während G. Plenske³⁾ annimmt, daß diese Sillimanitbildung ein Entglasungsvorgang sei, indem die durch Lösung des Kaolins in dem schmelzenden Feldspat entstehende Alumosilicatlösung von einem bestimmten Grade der Übersättigung an Sillimanitkristalle ausscheidet, konnte A. Zöllner einwandfrei nachweisen, daß der gesamte Sillimanitgehalt eines Porzellans aus der „Tonsubstanz“, auch ohne Mitwirkung von Feldspat, hervorgeht. Die Anwesenheit des letzteren scheint nur beschleunigend auf die Kristallisation des Sillimanits zu wirken. Da letzterer ferner erst bei den zum Brennen von Hartporzellan angewandten Temperaturen entsteht, die niedriger gebrannten Weichporzellane jedoch keine Sillimanitkristalle aufweisen, so sieht A. Zöllner hierin ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal dieser beiden Klassen von Porzellanen.

In diesem Zusammenhange ist noch ein Versuch A. Brongniarts⁴⁾ zu erwähnen. Dieser suchte nämlich durch das Brennen einer nach der Analyse des Sèvresporzellans zusammengesetzten Mischung der einzelnen Oxyde mit

¹⁾ G. Rose, Pogg. Ann. 66, 97 (1845).

²⁾ A. Zöllner, Diss. (Berlin 1908).

³⁾ G. Plenske, Über Mikrostruktur und Bildung der Porzellane. Diss. (Aachen 1907).

⁴⁾ A. Brongniart, Traité des arts céramiques ou des poteries (Paris 1844).

Kieselsäure Porzellan herzustellen, erhielt jedoch hierbei nur ein pockiges Email. H. Bollenbach¹⁾ machte später einen ähnlichen Versuch, indem er sich aus Aluminiumhydroxyd, Kaliumcarbonat und Sand ein in seiner Zusammensetzung dem Orthoklas entsprechendes Glas herstellte und dieses in feingemahlenem Zustand in dem der Hartporzellanzusammensetzung entsprechenden Mengenverhältnis mit Aluminiumhydroxyd und Sand versetzte. Aus dieser Masse geformte Gegenstände stellten nach dem Brennen ein dem Porzellan äußerlich vollkommen gleichendes, transparentes Produkt dar. Leider untersuchte der Verf. das so erhaltene Porzellan nicht auf die Anwesenheit von Sillimanitkristallen.

Eine eigenartige Beobachtung machten J. W. Mellor und F. J. Austin²⁾ an sillimanithaltigem Porzellan; nachdem sie ein Porzellanrohr, welches reichliche Sillimanitausscheidungen aufwies, zwölfmal dem Porzellanbrände ausgesetzt hatten, waren die Kristalle vollkommen verschwunden, hatten sich also offenbar in dem kieselsäurereichen, aus Feldspat, Quarz und „Tonsubstanz“ hervorgegangenen Glase wieder aufgelöst.

Über die Menge des in gargebranntem Porzellan vorhandenen Sillimanits liegen sehr wenig Angaben vor. A. Zöllner³⁾ fand in zwei bei SK 15 und 16 gebrannten Porzellanen durch Isolierung mittels 30% iger Flußsäure etwa 10% Sillimanit. Nach A. S. Watts⁴⁾ soll die Sillimanitbildung in kaolinhaltigen Massen stärker sein als in tonhaltigen, eine Beobachtung, die mit den Angaben A. Zöllners im Einklang ist, daß Kaoline reichlichere Sillimanitausscheidungen zeigen als plastische Tone; auch soll nach A. S. Watts die Verwendung von Natronfeldspat die Bildung von Sillimanit im Porzellan begünstigen.

Gargebranntes Porzellan ist nicht im üblichen Sinne porös, d. h. es enthält keine offenen Poren mehr, es ist jedoch von zahlreichen mikroskopischen Bläschen durchsetzt, deren Anzahl und Größe in hohem Grade von der Menge des Feldspats, der Art der Formgebung und der Menge des Anmachewassers abhängt.⁵⁾ Während der Sinterungsperiode nimmt die Anzahl dieser eingeschlossenen Hohlräume zu, während die offenen Poren bis zum gänzlichen Verschwinden abnehmen. Nach R. C. Purdy⁶⁾ sind diese geschlossenen Poren von großem Einfluß auf die mechanische Festigkeit und die elektrische Isolationsfähigkeit des Porzellans.

V. Die Eigenschaften des Porzellans und ihre Abhängigkeit von der Zusammensetzung.

Allgemeines. Weit weniger als beim Glase, dessen physikalische, insbesondere optische Eigenschaften in ihrer Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung zum Teil sehr genau erforscht sind, läßt sich bei Porzellan ein zahlenmäßiger Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und Eigenschaften feststellen. Es ist dieses einerseits dadurch zu erklären, daß wir

¹⁾ H. Bollenbach, Sprechsaal **42**, 132—333 (1909).

²⁾ J. W. Mellor u. F. J. Austin, Transact. Engl. Ceram. Soc. **6**, 129ff. (1907).

³⁾ A. Zöllner, Diss. (Berlin 1908).

⁴⁾ A. S. Watts, Transact. Americ. Ceram. Soc. **11**, 185—199 (1909).

⁵⁾ Vgl. A. V. Bleiningger u. R. Stull, Transact. Americ. Ceram. Soc. **10**, 293—364 (1908).

⁶⁾ R. C. Purdy, Transact. Americ. Ceram. Soc. **8**, 265ff. (1906).

in den meisten Gläsern eine homogene feste Lösung vor uns haben, während Porzellan ein inhomogenes Gemenge mehrerer Körper darstellt, deren Mengenverhältnis nicht nur von der chemischen Zusammensetzung, sondern fast in ebenso hohem Grade von der Brenntemperatur, von der Brenndauer und der Art des Brennens, sowie von der Korngröße der verwendeten Rohmaterialien abhängt. Ferner ist die Struktur des Porzellans, wie z. B. Größe und Anordnung der Sillimanitkristalle, Größe und Anzahl der stets vorhandenen Luftbläschen u. dergl., von großem Einfluß auf die Eigenschaften. Wie verschiedene neuere Untersuchungen zeigten, sind sogar geringe Änderungen in der Zusammensetzung häufig von wesentlich geringerem Einfluß auf die Eigenschaften als eine unbedeutende Änderung der Brennbedingungen, vor allem der Temperatur und der Brenndauer.

Vielfach finden sich auch in der Literatur zahlenmäßige Messungen einzelner Eigenschaften von Porzellan ohne gleichzeitige Angabe der Zusammensetzung und der Herstellungsbedingungen, so daß hieraus keine allgemeinen Schlüsse gezogen werden können.

Farbe. Die Farbe des Porzellans hängt von dem Gehalte an Eisen- und Titanverbindungen und von der Art des Brennens ab; in reduzierender Ofenatmosphäre gebranntes Porzellan, welches arm an Fe und Ti ist, zeigt eine vollkommen weiße Farbe. Weniger reine Porzellane besitzen, besonders, wenn sie nicht in richtiger Weise gebrannt werden, eine gelbliche oder grau-gelbe Farbe. Ein hervorragend weißes Porzellan enthielt nach R. Rieke und R. Betzel¹⁾ 0,34 % Fe_2O_3 ²⁾ und 0,10 % TiO_2 , während das stark gelblich gefärbte technische Porzellan der Berliner königl. Porzellanmanufaktur 0,82 % Fe_2O_3 und 0,31 % TiO_2 enthält. H. Hope³⁾ schließt aus seinen Versuchen, daß ein geringer MgO-Gehalt und in noch höherem Maße ein ganz geringer ZnO-Gehalt die Erzeugung einer weißen Farbe begünstigen.

Spezifisches Gewicht. Das spezifische Gewicht des verglühten Porzellans beträgt etwa 2,60—2,62 und nimmt während des Garbrandes ab; bei gargebranntem Hartporzellan beträgt es je nach der Zusammensetzung 2,3—2,5.

Härte. Die Härte des unglasierten Hartporzellans beträgt etwa 7 der Mohsschen Härteskala, diejenige der Oberflächenschicht der Glasur etwa 8, die der übrigen Glasur etwa 6.

Festigkeit. Hartporzellan besitzt zwar eine sehr große Festigkeit, ist jedoch spröde und daher gegen Stoß empfindlich. Nach den bisher vorliegenden Messungen beträgt die Druckfestigkeit im Mittel etwa 4000—5000 kg/qcm, die Zugfestigkeit etwa 1000—2000 kg/qcm.

Elastizitätsmodul. Für Hermsdorfer Porzellan⁴⁾ wurde derselbe zu 54000—71000, bezogen auf Kg und qcm, ermittelt.

Kompressibilität. Die kubische Kompressibilität, d. h. der Bruchteil des Volumens, um den ein Körper durch den Druck einer Atmosphäre zusammengedrückt wird, beträgt etwa $1,4 \times 10^{-6}$ bis $1,8 \times 10^{-6}$.

¹⁾ R. Rieke u. R. Betzel, Archiv für die physikal. Chemie des Glases und der keram. Massen 1, 45—48 (1912).

²⁾ Das gesamte Fe als Fe_2O_3 berechnet.

³⁾ H. Hope, Transact. Americ. Ceram. Soc. 11, 494—527 (1909).

⁴⁾ Eingehende Angaben über die Eigenschaften dieses als Isolationsmaterial wichtigen Porzellans finden sich bei R. M. Friese, Das Porzellan als Isolier- und Konstruktionsmaterial in der Elektrotechnik. Porzellanfabrik Hermsdorf 1904.

Gasdichtigkeit. Gutes Hartporzellan ist vollkommen gasdicht, und zwar das glasierte bis zu Temperaturen über 1300° C.

Schallgeschwindigkeit. Für Hermsdorfer Porzellan wurde diese zu etwa 5000 m/sec bestimmt. Schlechtere Porzellane zeigen niedrigere Werte. Da die Höhe des Tones, den Porzellan beim Anschlagen gibt, eine Funktion der Schallgeschwindigkeit ist, so kann aus der Höhe des Tones in vielen Fällen ein Schluß auf die Güte des Porzellans gezogen werden.

Ausdehnungskoeffizient. Der Ausdehnungskoeffizient verschieden zusammengesetzter Porzellane schwankt etwa zwischen 0,0000025 und 0,0000065.¹⁾ R. Rieke²⁾ bestimmte den linearen Ausdehnungskoeffizienten vom Porzellan der königl. Porzellan-Manufaktur in Berlin zwischen 23° und 200° zu 343×10^{-8} und zwischen 23° und 700° zu 356×10^{-8} . Eine Erhöhung der Brenntemperatur verringert den Ausdehnungskoeffizienten; ebenso eine Zunahme des Feldspats bei gleichbleibendem Kaolingehalt unter gleichzeitiger Abnahme des Quarzes bzw. Flints.³⁾ Der Ausdehnungskoeffizient wächst mit steigender Temperatur. Der verhältnismäßig kleine Ausdehnungskoeffizient des Porzellans erklärt auch die Tatsache, daß Porzellan eine größere Widerstandsfähigkeit gegen schroffen Temperaturpechsel zeigt als Glas.

Wärmeleitfähigkeit. Die Wärmeleitfähigkeit, bezogen auf Silber = 100, beträgt etwa 0,04, die absolute Wärmeleitfähigkeit etwa 0,2; mit steigender Temperatur nimmt sie zu.

Spezifische Wärme. Nach W. Steger⁴⁾ beträgt die mittlere spez. Wärme des Berliner Porzellans zwischen 20° und 200° C 0,202 und zwischen 20° und 400° 0,221.

Elektrische Leitfähigkeit. Die Leitfähigkeit ist bei gewöhnlicher Temperatur außerordentlich gering, da der Widerstand bis zu $200 \cdot 10^{10}$ Megohm/cm beträgt. Die Leitfähigkeit hängt wie bei allen Isolatoren in hohem Maße von der Oberflächenbeschaffenheit und dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft ab. Technisch ist der Grad der Oberflächenisolation, die wegen der durch Wasser nicht benetzbaren und chemisch sehr widerstandsfähigen Glasur bei Hartporzellan eine sehr große ist, von maßgebender Bedeutung.

Mit steigender Temperatur nimmt der Widerstand ab. Schon unterhalb 900° C wird Porzellan nach F. Haber⁵⁾ elektrolytisch leitend. Nach M. v. Pirani und W. v. Siemens⁶⁾ gilt auch für Porzellan die Beziehung $\log W = a + \frac{b}{T}$, wobei W den Widerstand, T die absolute Temperatur, und a und b Konstanten bedeuten. Bei 727° C fanden sie bei Berliner Porzellan einen Widerstand von $1,7 \times 10^4$ Ohm/qcm/cm.

Elektrische Durchschlagsfestigkeit. Auf die Durchschlagsfestigkeit ist, wie A. S. Watts⁷⁾ zeigte, mehr die Brenntemperatur als die chemische

¹⁾ Eine ausführliche Arbeit von R. C. Purdy u. A. P. Potts über den Ausdehnungskoeffizienten von Massen aus Tonsubstanz, Feldspat und Flint findet sich in den *Transact. Americ. Ceram. Soc.* **8**, 431–468 (1911). Da die sämtlichen von ihnen untersuchten Massen bei SK 10 gebrannt wurden, so lassen sich aus den mitgeteilten Ergebnissen keine Schlüsse auf das Verhalten der bei wesentlich höherer Temperatur gebrannten Hartporzellane ziehen.

²⁾ R. Rieke, *Keram. Rundschau* **22**, 144 (1914).

³⁾ A. S. Watts, *Transact. Americ. Ceram. Soc.* **8**, 406–415 (1911).

⁴⁾ W. Steger, *Silicat-Zeitschrift* **2**, 51–54 (1914).

⁵⁾ F. Haber, A. Rieff u. P. Vogt, *Z. anorg. Chem.* **57**, 154–173 (1908).

⁶⁾ W. v. Siemens, *Z. f. Elektroch.* **13**, 969 (1907).

⁷⁾ A. S. Watts, *Transact. Americ. Ceram. Soc.* **9**, 600ff. (1907).

Zusammensetzung von Einfluß; sowohl zu niedrig gebranntes als auch „überfeuertes“ Porzellan zeigt ein ungünstigeres Verhalten als normal gebranntes. Von großem Einfluß ist auch die Struktur, insbesondere die Menge der vorhandenen feinsten Poren, und diese wiederum ist von der Art der Formgebung und anderen rein physikalischen Faktoren abhängig. Platten aus Hermsdorfer Porzellan hielten bei 5 mm Dicke Spannungen bis zu 50 000 Volt und bei 10 mm Dicke bis zum 90 000 Volt aus.¹⁾ Mit Zunahme der Temperatur nimmt die Durchschlagsfestigkeit sehr schnell ab; Ch. E. Henderson und G. O. Weimer²⁾ fanden, daß bei Erhöhung der Temperatur von 24° C auf 275° C die Durchschlagsspannung bei einem bei SK 9 gebrannten Weichporzellan auf etwa $\frac{1}{30}$ des Anfangswertes sank.

Dielektrizitätskonstante. Bei Hermsdorfer Porzellan wurden Werte von 4,5—5,3 gefunden,¹⁾ und innerhalb dieser Grenzen dürften auch wohl die Werte für andere Hartporzellane liegen.

Chemische Widerstandsfähigkeit. Hartporzellan ist gegen chemische Einflüsse bedeutend widerstandsfähiger als Glas. Säuren, außer Flußsäure, sind fast ohne Einwirkung; alkalische Lösungen greifen selbst bei längerer Einwirkung die Glasur nur äußerst wenig an, indem sehr geringe Mengen Kieselsäure in Lösung gehen. Wie alle Silicate, wird Porzellan durch schmelzende Alkalioxyde und -carbonate, und zwar unter Bildung salzsäurelöslicher Alumosilicate, gelöst. Auch Phosphorsäure greift das Porzellan bei höherer Temperatur an.

Analysenzusammenstellung der Tonminerale.

Von C. Doelter (Wien).

Pyrophyllit.

Rhombisch oder monoklin (vgl. A. Johnsen, welcher der Ansicht ist, daß vielleicht Pyrophyllit und Talk isomorph sind).

Synonyma: Pyrauxit, Agalmatolith, Pagodit.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
δ	—	—	—	2,92	—	2,82
MgO	0,44	—	} 1,18	—	—	Spur
CaO	—	—		—	—	—
Al ₂ O ₃	33,44	28,26	26,11	29,54	27,91	29,16
Fe ₂ O ₃	0,77	0,75	2,20	Spur	1,08	0,49
SiO ₂	59,86	66,01	65,02	65,93	66,25	64,73
TiO ₂	—	—	—	—	—	0,73
H ₂ O	7,46	5,52	4,98	5,40	5,25	5,35
	101,97	100,54	99,49	100,87	100,49	100,46

1. Vom Horsjöberg (Schweden); anal. L. J. Igelström, Bg.- u. hütt. Z. **25**, 308 (1866).
2. Von Ottre bei Spaa; anal. L. de Koninck, Bull. Acad. Belg. **26**, Nr. 12 (1868).
3. Kellog Mine, Arkansas, anal. J. Smith, Am. Journ. **43**, 68 (1867).

¹⁾ R. M. Friese, a. a. O.

²⁾ Chr. E. Henderson u. G. O. Weimer, Transact. Americ. Ceram. Soc. **13**, 469—475 (1911).

4. Deep River (N. Carol.); anal. Tyson bei G. J. Brush, Am. Journ. **34**, 219 (1862).
 5. Von ebenda, weiß, kompakt; anal. G. Steiger bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419—297 (1910).

6. Von Caribton (N. Carol.); anal. O. D. Allen bei G. J. Brush, wie oben.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
δ	—	—	—	—	2,75	—
Na ₂ O . . .	—	—	—	—	0,52	2,89
K ₂ O . . .	—	—	—	—	4,75	3,34
MgO . . .	0,10	—	—	—	0,92	0,56
CaO . . .	—	—	—	0,40	1,38	1,09
FeO . . .	—	—	—	1,70	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	27,63	29,36	28,25	28,00	26,07	31,62
Fe ₂ O ₃ . . .	0,16	0,12	0,18	—	1,08	3,11
SiO ₂ . . .	66,61	65,77	65,96	65,30	60,37	51,92
TiO ₂ . . .	—	—	Spur	—	—	—
H ₂ O . . .	5,43	4,85	5,27	} 5,50	5,23	6,21
H ₂ O bei 105°	—	—	0,14			
	99,93	100,10	99,80	100,90	100,32	100,74

7. Schuylkill, Co. (Penns.); anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc., 18. Juli 1879; nach C. Hintze, Miner. II, 830.

8. Drifton, Luz Co. (Penns.); anal. derselbe, Am. Phil. Soc., 18. Aug. 1882.

9. Strahlig, von Tres Cerritos (Calif.); anal. H. C. Mac Neil bei F. W. Clarke, a. a. O.

10. Von Boa Vista (Brasil.); anal. H. Gorceix, Bull. Soc. min. Paris, **6**, 33 (1866).

11. Aus der Ganglagerstätte vom Nagolnij Krjasch (Donetzassin); anal J. Samojloff, Mater. z. Geol. Rußl. **23**, 1 (1906); N. JB. Min. etc. 1907, II, 197.

12. Gumbelitähnlich; anal. wie oben, von ebenda.

	13.	14.	15.	16.	17.
Na ₂ O . . .	1,39	1,35	0,83	0,28	0,37
K ₂ O . . .	0,34	0,56	0,11	Spur	Spur
MgO . . .	0,20	0,25	Spur	Spur	Spur
CaO . . .	0,67	—	0,60	Spur	Spur
FeO . . .	—	—	5,37	0,67	0,84
Al ₂ O ₃ . . .	33,87	24,15	25,66	29,40	28,73
Fe ₂ O ₃ ¹⁾ . . .	1,04	0,75	—	—	—
SiO ₂ . . .	59,24	72,27	61,27	64,53	63,50
TiO ₂ . . .	0,23	Spur	—	—	—
H ₂ O . . .	3,08	1,66	5,86	5,45	5,85
	100,06	100,99	99,70	100,33	99,29

13. Pyrophyllitähnlich vom Weg von Troizk nach Tscheliabinsk (Ural); anal. J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **22**, 99 (1903).

14. Pyrophyllitähnlich, von ebenda; anal. wie oben.

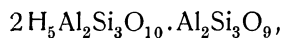
15. Schwarz, Agalmatolith von Moore Co. (N. Carol.); anal. Ch. Baskerville bei

J. H. Pratt, N. Carol. geol. Surv. 1900, Nr. 3; Z. Kryst. **36**, 81 (1902).

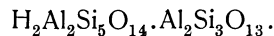
16. Gelblichweiß, von ebenda; anal. wie oben.

17. Apfelgrün, von ebenda; anal. wie oben.

J. Morozewicz berechnet für das erste Mineral die Formel

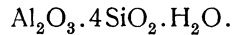


für das zweite ergibt sich:



¹⁾ Mit FeO.

C. Baskerville und J. H. Pratt berechnen

**Agalmatolith.**

	18.	19.	20.	21.	22.
Na ₂ O	} 0,25	} 10,20	0,31	0,18	0,12
K ₂ O			9,49	6,50	7,83
MgO	—	0,72	1,81	0,33	0,52
CaO	0,22	5,56	—	0,14	0,09
FeO	—	1,03	—	—	—
Al ₂ O ₃	28,97	27,45	31,56	33,05	32,02
Fe ₂ O ₃	Spur	—	2,43	2,52	2,21
SiO ₂	65,95	49,50	48,72	51,22	50,36
H ₂ O	5,48	5,10	5,75	6,03	6,74
	100,87	99,56	100,07	99,97	99,89

18. China; anal. J. G. Brush, Am. Journ. **26**, 68 (1858).19. Schemnitz (Ung.); anal. Karafiat bei Hutzelm ann, Pogg. Ann. **78**, 576 (1849).20. Kean-na-Bin (Schottl.); anal. F. Heddle, Min. Mag. **4**, 197 (1881).21. Von ebenda; anal. W. Ivison Macadam, Min. Mag. **7**, 28 (1886).

22. Creag Mhor Thollie; anal. wie oben.

	23.	24.	25.
Na ₂ O	0,16	0,13	0,15
K ₂ O	2,05	2,12	2,33
MgO	2,11	1,11	1,30
CaO	1,59	1,08	1,01
Al ₂ O ₃	8,59	9,99	10,13
Fe ₂ O ₃	1,48	2,45	0,84
SiO ₂	84,30	83,23	84,74
	100,28	100,11	100,50

23.—25. Diese Analysen können sich nicht auf Agalmatolith beziehen, da sie eine ganz andere Zusammensetzung ergeben. Fundort: Ballater Pass, Aberdeenshire; anal. W. Ivison Macadam, Min. Mag. **7**, 24 (1886).

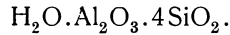
	26.	27.	28.
δ	2,782	2,687	—
MgO	0,16	9,08	—
CaO	0,67	0,59	—
FeO	—	0,30	—
Al ₂ O ₃	29,22	32,60	29,16
Fe ₂ O ₃	—	3,13	1,68
SiO ₂	64,94	43,68	63,56
H ₂ O	5,90	11,52	6,36
	100,89	100,90	

26. Von Beresowsk (Ural); anal. Th. Loewingson-Lessing, Verh. d. kais. russ. min. Ges. Sér. II, 33—283; Z. Kryst. **28**, 516 (1897).

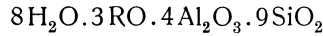
27. Dem ersten beigemengter Pseudo-Pyrophillit; anal. wie oben, von ebenda.

28. Im kristallinen Kalk von Muso (Columbia) mit Smaragd und Anthrazit; anal. A. Damour, Bull. Soc. min. **20**, 183 (1897).

Was die Analysen 26 u. 27 anbelangt, so hat das erste Mineral die Formel:



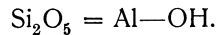
Das zweite gehört jedenfalls nicht hierher. Es wird ihm die Formel:



zugeschrieben.

Formel. Als solche wird HAlSi_2O_6 angenommen.

F. W. Clarke und G. Steiger¹⁾ haben Pyrophyllit geglüht und dann mit Natriumcarbonat gekocht, wobei nur 2,84% Kieselsäure ausgezogen wurden; läge ein Metasilicat vor, so müßten 16,18% ausgezogen werden. Sie nehmen an, daß ein basisches Salz der Säure $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ist; die Formel wäre:



Beim Glühen mit NH_4Cl wird das Mineral nur wenig angegriffen, es verlor 6,17 und 6,30%.

Bezüglich des Wassers wies G. Tammann²⁾ nach, daß sich der Dampfdruck wie bei Zeolithen mit der Zusammensetzung kontinuierlich ändert.

Eigenschaften. Optisch zweiachsig. Mittlerer Brechungsquotient $N_m = 1,58$; $2V = 62^\circ$.

Dichte 2,8—2,9. Härte ca. 1.

Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar.

Synthese. K. v. Chroustschoff³⁾ erhitzte gelatinöse Kieselsäure, Tonerde und Zirkonerde und Wasser auf dunkle Rotglut, wobei ein zirkonhaltiger Pyrophyllit sich bildete. Die Analyse ergab:

Al_2O_3	23,76
SiO_2	53,65
ZrO_2	14,54
H_2O	7,86

E. Baur⁴⁾ erhielt beim Erhitzen von Kieselsäure, Tonerde und Kaliumsilicat im Autoklaven (vgl. S. 10) ebenfalls Pyrophyllit, ebenso M. Schläpfer.⁵⁾

Razumoffskyn.

Gehört zum Pyrophyllit. Dürfte ein Gemenge sein. Analyse von J. Zellner.⁶⁾ Ein ähnliches Mineral aus dem Lavantale (Lading) wurde von R. Helmhacker untersucht und als Gemenge von 40 $\frac{1}{2}$ % Kaolin, 57% eines mit Pyrophyllit gemengten Razumoffskyns und 21,5% Azurit erkannt.

Cimolit.

Synonyma: Pelikanit, Hunterit.

Varietäten: Ehrenbergit, Anauxit, Sphragid.

¹⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4] **8**, 245 (1899); Z. Kryst. **34**, 105 (1901).

²⁾ G. Tammann, Z. phys. Chem. **27**, 323 (1898).

³⁾ K. v. Chroustschoff, Bull. Ac. St. Petersburg **35**, 343 (1892).

⁴⁾ E. Baur, Z. phys. Chem. **42**, 567 (1903); besonders **72**, 118 (1911).

⁵⁾ M. Schläpfer, Inaug.-Diss. (Zürich 1914), 27.

⁶⁾ J. Zellner, Schweigg. Journ. **18**, 340 (1816).

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
MgO	Spur	—	0,27	0,493	0,34
CaO	1,00	0,65	0,32	0,925	0,54
FeO	Spur	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	23,82	24,65	33,34	26,758	28,43
Fe ₂ O ₃	—	—	2,45	5,175	53,17
SiO ₂	62,20	62,41	50,75	56,348	56,75
H ₂ O	12,40	12,28	12,64	10,400	10,67
	99,42	99,99	99,77 ¹⁾	100,099	99,90 ²⁾

1. u. 2. Anauxit von Bilin; anal. K. v. Hauer, J. k. k. geol. R.A. **5**, 83 (1884).

3. Von ebenda; anal. W. P. Smirnof, Z. Kryst. **43**, 342 (1907).

4. Cimolilit von ebenda; anal. R. Scharizer, J. k. k. geol. R.A. **32**, 491 (1882).

5. Amorph, von ebenda; anal. W. P. Smirnof, wie oben.

Weitere Untersuchungen stammen von St. J. Thugutt:

	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
δ	—	—	2,3445	—	—	—	—
Li ₂ O	—	—	—	—	0,29	—	—
Na ₂ O	—	—	—	2,28	0,46	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	0,18	—	—
MgO	Spur	—	0,45	0,80	0,33	1,25	0,64
CaO	Spur	—	0,30	—	0,42	0,34	—
MnO	—	—	—	—	0,07	—	—
FeO	2,49	1,75	—	—	0,18	—	—
Al ₂ O ₃	19,92	29,10	20,97	17,19	22,23	37,72	28,97
Mn ₂ O ₃	—	—	—	Spur	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	0,47	0,46	5,60
SiO ₂	65,63	56,12	65,93	70,06	66,86	51,46	50,08
H ₂ O	12,56	13,03	11,61	9,53	8,26	7,62 ³⁾	14,63
F	—	—	—	—	0,06	—	—
CO ₂	—	—	—	—	—	1,54	—
	100,60	100,00	99,26	99,86	99,81	100,39	99,92

6.—7. Cimolilit von Bilin; anal. St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1912, 38.

8. Hunterit von Bilin; anal. R. Houghton, Phil. Mag. **17**, 18 (1828); **23**, 50 (1862); J. D. Dana, Miner. 1891, 690.

9. Von ebenda; anal. F. W. Clarke u. J. H. Chatard, Überzug auf Albit und Turmalin, Am. Journ. (3) **28**, 20 (1884).

10. Von Norway, Maine; anal. R. B. Roggs, Am. Journ. **32**, 355 (1886); s. auch F. W. Clarke, Bull. U.S. geol. Surv. **419**, 297 (1910).

11. Von N. South-Wales; anal. A. Liversidge, Miner. von N. S. Wales, 1888, 19.

12. Anauxit von Tschawka; anal. K. Glinka, Tr. soc. imp. Nat. St. Petersburg **34**, 71.

Eigenschaften: Dichte 2,18 – 0,30⁰; Farbe weiß, grau, rötlich, gelblich, undurchsichtig.

Vor dem Lötrohr unschmelzbar, wird beim Erhitzen grau und schließlich weiß. Mit Kobaltsolution Blaufärbung.

Genesis. Bildet sich namentlich aus Augit durch dessen Umwandlung.

¹⁾ Hygroskop. Wasser 1,26⁰/₀.

²⁾ Hygroskop. Wasser 2,72⁰/₀.

³⁾ Bei 100⁰ 3,28⁰/₀.

Kaolin.

Synonyma. Steinmark, Pholerit, Myelit, Nakrit, Carnat, Tuesit.

Monoklin, prismatisch.

$a : b : c = 0,5748 : 1 : 1,5997$; $\beta = 83^\circ 11'$ (nach A. Dick und H. A. Miers.)¹⁾

Zum Teil amorph (vgl. S. 77).

Analysezusammenstellung.

A. Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Na ₂ O	—	—	—	—	} 0,21	—	—
K ₂ O	—	—	—	—		—	—
MgO	—	1,44	—	—	} 0,19	—	—
CaO	—	—	—	—	—	0,42	0,57
Al ₂ O ₃	41,10	40,23	37,70	39,48	38,13	40,59	40,69
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	1,79	—	—
SiO ₂	44,40	47,33	47,93	46,74	45,09	45,27	45,44
H ₂ O	15,10	12,36	13,80	14,06	14,26	14,55	14,27
	100,60	100,36	99,43	100,28	99,67	100,83	100,97

1. Von Amberg (Bayern); anal. C. W. v. Gumbel, Geogn. Beschr. Königr. Bayern, 2, 466 (1868).

2. Vom Rumpelsberg, bei Elgersburg (Thüringen); anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1875, 641.

3. Nakrit von Freiberg; anal. R. Müller bei A. Breithaupt, Bg.- u. hütt. Z. 24, 336 (1866).

4. Von ebenda; anal. wie oben.

5. Carnat, von Rochlitz; anal. Naschold, Ztschr. Isis (Dresden) 1866, 63,

6. u. 7. Myelin von ebenda; anal. A. Frenzel, Journ. prakt. Chem. 5, 401 (1875).

	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Na ₂ O	—	—	} 1,64	—	0,37	—
K ₂ O	—	—		—	—	—
MgO	—	—	0,44	—	—	—
CaO	—	—	0,20	—	1,20	0,93
Al ₂ O ₃	37,88	37,51	37,97	35,36	} 41,48	} 37,92
Fe ₂ O ₃	—	0,51	0,83	—		
SiO ₂	48,49	48,27	45,96	46,76	43,46	45,19
CaCO ₃	0,18	0,86	—	—	—	—
H ₂ O	13,58	12,85	14,21	18,21	13,49	15,01
	100,13	100,00	101,25	100,33	100,00	99,05

8. Aue (Sachsen); anal. J. E. Wolff bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 640.

9. Zettlitz bei Karlsbad; anal. A. Bauer, Sitzber. Wiener Ak. 22, 693 (1856).

10. Von ebenda; anal. G. v. Sommaruga, Chem. ZB. 19, 268.

11. Ober-Graupen (Böhmen); anal. G. C. Laube, J. k. k. geol. R.A. 14, 173 (1864) (Steinmark).

¹⁾ Vgl. A. Johnsen, Z.B. Min. etc. 1911, 33.

12. Von Schlaggenwald, strahliges Steinmark; anal. C. F. Rammelsberg, l. c. 641 (Steinmark).

13. Von Szaska bei Oravicza; anal. K. v. Hauer, J. k. k. geol. R.A. 7, 362 (1856).

	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
δ	2,209	—	—	—	—	—	—
Na ₂ O	—	—	—	—	0,58	—	—
MgO	0,12	—	—	0,60	0,52	—	—
CaO	1,17	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	38,96	36,80	40,19	38,32	36,92	43,89	39,4
Fe ₂ O ₃	—	3,68	—	0,77	—	—	—
SiO ₂	45,97	45,58	45,96	46,72	48,68	40,75	47,0
H ₂ O	14,24	14,49	13,90	13,85	13,13	15,36	14,4
	100,46	100,55	100,05	100,26	99,83	100,00	100,8

14. Von Stein (Krain); anal. F. Uhlik. Tsch. min. Mit., Beil.; J. k. k. geol. R.A. 187, 197 (1873).

15. Neppe bei Quenast; anal. L. de Koninck, Acad. R. Belgique 44, Nr. 12 (1877).

16. Pholerit von La Haye a. St. Gilles, bei Lüttich; anal. wie oben.

17. Schuppiger, gelber Pholerit, von la Bagatelle bei Visé; anal. wie oben.

18. Von St. Yrieux (Haute Vienne); anal. Ph. Forchhammer, Pogg. Ann. 35, 337 (1835).

19. Pholerit, von Rive-de-Gier (Loire); anal. Guillemin, Ann. mines 11, 489 (1825).

20. Lodève (Hérault); anal. F. Pisani, C. R. 53, 1072 (1861).

	21.	22.	23.	24.	25.
Na ₂ O	—	—	—	—	2,70
K ₂ O	—	—	—	1,90	1,10
MgO	—	0,50	0,55	0,80	0,40
CaO	—	0,75	0,64	—	—
Al ₂ O ₃	38,93	40,40	40,10	33,70	30,30
Fe ₂ O ₃	—	—	0,94	1,80	2,00
SiO ₂	46,53	44,30	43,80	50,50	55,30
H ₂ O	14,54	13,50	14,21	11,20	8,20
	100,00	99,45	100,24	99,90	100,00

21. Insel Anglesey, Porth-yr-hweh; anal. Tookey bei P. Percy, Metall. 1875.

22. Tuesit, Ufer des Tweed; anal. Thomson, Outlin. Miner. 1, 244 (1836).

23. Von ebenda; anal. Richardson, ebenda.

24. Von Tong-kang (China); anal. L. Ebelmen u. Salvétat, Ann. chim. phys. 31, 27 (1851).

25. Von Sy-Kang (China); anal. wie oben.

	26.	27.	28.	29.
Na ₂ O	—	0,11	—	—
K ₂ O	—	0,06	—	—
CaO	—	—	—	0,61
MgO	—	—	—	0,63
Al ₂ O ₃	35,61	39,60	39,81	38,37
SiO ₂	48,56	46,90	45,93	46,05
H ₂ O	12,88	13,80	14,02	14,00
	97,05	100,47	99,76	99,66

26. Von Richmond (Virginia); anal. W. M. Burton, Am. Journ. **43**, 358 (1867).
 27. Tamaqua bei Pottsville (Penns.); anal. F. A. Genth, Am. Journ. **28**, 251 (1853)
 28. Sumit Hill (Penns.); anal. Johnson, Am. Journ. **43**, 354 (1867).
 29. Chaudière Falls (Quebec, Canada); anal. St. Hunt, Rep. geol. Surv. Canada 1863, 495.

B. Neuere Analysen.

	30.	31.	32.	33.	34.	35.
Na ₂ O	—	—	—	0,29	1,11	—
K ₂ O	—	—	—	0,06	0,13	—
MgO	—	0,98	—	—	—	0,69
CaO	—	1,85	—	—	0,19	0,60
MnO	—	—	—	—	—	0,38
Al ₂ O ₃	39,81	38,09	40,40	39,52	35,84	38,35
Fe ₂ O ₃	—	—	—	0,07	0,41	0,88
SiO ₂	45,62	47,73	45,60	44,69	47,86	46,15
CO ₂	—	—	—	0,06	—	—
H ₂ O	14,80	12,38	13,90	15,13	13,46	13,08
	100,23	101,03	99,90	99,82	99,00	100,13

30. In Gneiß von Schapbach; anal. K. Oebbeke bei Fr. Sandberger, Erzgänge. (Wiesbaden) 1882, Z. Kryst. **7**, 415 (1883).
 31. Steinmark von ebenda; anal. Killing, wie oben.
 32. Von Neurode (Schles.); anal. G. Bodländer bei Th. Liebisch, Schles. Ges. vaterl. Kultur **59**, 271.
 33. Von ebenda; anal. E. Weiss, Z. Dtsch. geol. Ges. **32**, 445 (1880).
 34. Von Pöbram; anal. R. Helmhacker, J. k. k. Berg.-Ak. Leoben, **13**, 376.
 35. Mouwick, Lambhoga, Fetlar (Schottl.); anal. F. Heddle, Min. Mag. **2**, 106 (1876).

	36.	37.	38.	39.	40.	41.	42.
δ	—	—	—	—	—	—	2,509
MgO	—	0,97	0,90	—	—	1,09	0,79
CaO	—	1,42	0,70	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	38,55	28,00	42,10	39,59	41,52	41,30	39,45
Fe ₂ O ₃	—	11,30	0,40	0,11	—	0,82	—
SiO ₂	45,29	49,80	40,00	46,35	45,57	42,19	45,77
CO ₂	—	—	—	0,15	—	—	—
H ₂ O	15,89 ¹⁾	7,50	14,00	13,93	13,58	14,20	13,96
	99,73	98,99	98,10	100,13	100,67	99,60	99,97

36. Schwarzer Halloysit? von Berrima (N. S. Wales); anal. A. Liversidge, Min. von N. S. Wales, 1882; nach Z. Kryst. **8**, 90 (1884).
 37. S. Pablo (Peru), Pholerit, weiß talkähnlich; anal. G. Raimondi, Miner. von Peru, 1879, 659.
 38. Dichter Pholerit von S. Pablo (Cajamarca, Peru); anal. L. Paz Soldan, wie oben.
 39. Red Mount. bei Silverton (kristallisiert) (Colorado); anal. F. W. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 2, 98 (1885).
 40. Von ebenda; anal. Th. Hjortahl, N. JB. Min. etc. **2**, 70 (1887).
 41. Jacksonville, Alabama; anal. F. R. Mallet bei J. D. Dana, Miner. 1868, 473.
 42. Von ebenda; anal. Rowan bei H. Dunnington, Ch. N. 1884, 1301.

¹⁾ Glühverlust. Bei 105° entweichen 3,05%.

	43.	44.	45.	46.	47.	48.	49.
Na ₂ O	—	1,06	0,93	1,40	—	—	—
K ₂ O	0,34	0,35	0,46	0,49	0,18	2,03	—
MgO	1,26	0,68	0,73	0,64	0,90	0,19	—
CaO	—	—	—	—	—	0,44	—
Al ₂ O ₃	35,16	37,85	35,18	30,05	38,80	36,24	42,09
Fe ₂ O ₃	1,10	0,47	0,76	1,66	0,29	2,18	—
SiO ₂	48,71	46,02	48,65	53,15	45,72	44,48	44,96
TiO ₂	—	0,18	0,39	0,92	—	—	—
Glühverlust	10,37	13,70	12,82	12,25	14,36	14,12	13,25
Hygrosk. Wasser	3,15	—	—	—	—	—	—
	100,09	100,31 ¹⁾	99,92 ¹⁾	100,56 ¹⁻²⁾	100,25	99,68	100,30

43. Von Kovászó (Ungarn); anal. A. v. Kaleczinsky, Jber. d. k. ungar. geol. A. für 1907, Budapest 1909, 294; Z. Kryst. **48**, 447 (1911).

44.—46. Kaolin vom Graphitbergbau bei Groß-Tresny; anal. F. Kovář, Abh. k. böhm. Akad. Nr. 15, I (1896).

47. Halloysitähnlich, weiß, von Vicz bei Bistritz am Pernstein (Mähren); anal. F. Kovář, nach Referat, Z. Kryst. **34**, 706 (1901).

48. Im Antimonitgang von Miramont (Revier Souliac); anal. G. Friedel, Bull. Soc. min. **2**, 6 (1901).

49. Von Diamantina (Brasilien); anal. E. Hussak bei O. A. Derby, Am. Journ. (4) **7**, 294 (1899); Z. Kryst. **34**, 100 (1901).

Amerikanische Kaoline.

	50.	51.	52.	53.	54.	55.	56.
δ	—	—	—	—	—	—	2,611
Na ₂ O	0,04	—	—	0,40	—	—	—
K ₂ O	0,41	—	—	0,28	—	—	—
MgO	0,11	—	—	0,10	—	0,30	—
CaO	0,16	—	—	0,11	—	0,22	—
Al ₂ O ₃	37,02	40,25	39,18	37,27	39,63	37,78	39,59
Fe ₂ O ₃	0,79	—	0,52	—	—	—	0,11
SiO ₂	48,73	45,56	44,94	43,21	46,06	43,66	46,35
TiO ₂	0,17	—	0,65	—	—	—	—
P ₂ O ₅	0,03	—	0,12	—	—	—	—
H ₂ O bei 100°	0,52	} 14,10	0,47	} 5,02	} 13,77	} 17,95	} 13,93
H ₂ O über 100°	12,83		13,85					13,48
F	—	—	—	—	—	—	0,15
	100,81	99,91	99,73	99,87	100,14*)	99,91	100,13

50. Von Hockessen, Delaware; anal. G. Steiger bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 296 (1910).

51. Aiken, S. Carolina; anal. F. W. Clarke, wie oben.

52. Von Aiken; anal. G. Steiger, wie oben.

53. Talladega (Alabama); anal. wie oben.

54. Eureka Ader, St. Peters Dome (Colorado); anal. W. F. Hillebrand, wie oben.

*) CaF₂O 0,68%.

55. New Discovery Mine Leadville (Colorado); anal. W. F. Hillebrand, wie oben.

56. National Belle Mine, Ouray Co. (Colorado); anal. W. F. Hillebrand, wie oben.

Über technische Analysen von Rhyolithkaolinen Ungarns siehe S. L. Petrik nach Z. Krist. **53**, 64 (1913). Weitere Kaolinanalysen siehe S. 59 u. 77.

¹⁾ Spur von Kohlensäure.

²⁾ Spur von Phosphorsäure.

Physikalische Eigenschaften. Dichte 2,4—2,6. Härte etwas höher als 1. Biigsam, plastisch. Kristallisierter Kaolin in Blättern ist perlmutterglänzend (Nakrit), sonst erdig; meist weiß, auch mit Stich ins graue, gelbe, bräunliche, rötliche, seltener grünlich- oder bläulichweiß.

$2E = 70^\circ$ an Kristallen nach A. Johnsen,¹⁾ $N_\beta = 1,563$ nach Allan Dick.²⁾
Vor dem Lötrohre unschmelzbar.

Chemische Eigenschaften siehe bei H. Stremme.
Zum Kaolin gehören noch folgende Mineralien:

Dillnit.

Analysen.

	1.	2.	3.
MgO	0,44	1,76	Spur
CaO	Spur	0,88	Spur
Al ₂ O ₃	56,40	53,00	42,81
SiO ₂	22,40	23,53	42,45
H ₂ O	21,13	20,05	12,92
	100,37	99,22	98,18

1. Von Dilln bei Schemnitz (Ungarn); anal. Hutzelmann, Ber. f. Naturw. Wien **6**, 55 (1849); Pogg. Ann. **78**, 575 (1894).

2. Von ebenda; anal. Karaffiat, wie oben.

3. Von ebenda; anal. J. Smith, Am. Journ. **11**, 58 (1851).

Eigenschaften. Weiße undurchsichtige Masse, von erdigem bis flachmuscheligen Bruch. Dichte 2,574.

Meerschaluminit.

Synonym: Simlait.³⁾

Analyse.

Al ₂ O ₂	41,17
SiO ₂	43,14
H ₂ O	15,78

Von Simla (Ind.); anal. N. St. Maskelyne und W. Flight, Ch. N. **22**, 260 (1871).

Eigenschaften. Dichte 1,5—2. Härte 2. Erdiger bis muscheliger Bruch. Farbe gelblichweiß wachsglänzend, im Äußern dem Meerschäum ähnlich.

Teratolith.

Synonym: Eisensteinmark.

Analyse siehe Freieslebens Mag. oryktogn. Sachsens **5**, 213; diese hat jedoch keinen Wert, da es sich nach H. Fischer und auch nach A. Knop nur um ein Zersetzungsprodukt handelt, welches aus mehreren Substanzen besteht.

¹⁾ A. Johnsen, ZB. Min. etc. 1911, 34.

²⁾ Allan Dick, Min. Mag. **8**, 15 (1889).

³⁾ Siehe A. Schrauf, Verh. k. k. geol. R.A. 1870, 43.

Die Genesis des Kaolins in der Literatur.

Von H. Stremme (Berlin).

Über die Entstehung des Kaolins existiert eine sehr ausgedehnte Literatur, von welcher H. Rösler¹⁾ in seinen „Beiträgen zur Kenntnis einiger Kaolinlagerstätten“ 303 Nummern zusammenstellte. A. Stahl²⁾ fügte diesen für die Kaolinlager Deutschlands noch 107 weitere hinzu. In der kurz darauf erschienenen Arbeit über den Kaolin und seine Entstehung hat J. Ginsburg³⁾ 354 Literaturstellen aufgeführt, allerdings behandeln nicht alle unmittelbar die Genesis des Kaolins, sondern stehen zum Teil nur in mittelbarem Zusammenhange damit (z. B. die neueren Arbeiten über die Humussäuren). Fügt man zu diesen die zahlreichen Angaben über das Vorkommen kaolinisierter Gesteine in und unter Mooren, welche in der bodenkundlichen Literatur, in Reisewerken und den Erläuterungen geologischer Karten zu finden sind, so wird man alles in allem auf etwa 500 Stellen kommen. Es würde zu weit führen, wollte ich diese hier wiedergeben. Ich begnüge mich, eine Anzahl der wichtigsten Stellen zu zitieren.

I. Entstehung durch Pneumatolyse.

Bereits G. Forchhammer⁴⁾ bezeichnete es als „schon längst anerkannt, daß die unter dem Namen Porzellanerde bekannten reineren Tonarten der Verwitterung des Feldspats ihren Ursprung verdanken. Geognostische Untersuchungen haben dies über jeden Zweifel erhoben; allein die chemische Analyse ist bis jetzt nicht imstande gewesen, das Verhältnis des Tons zum Feldspat festzustellen, und auf diese Weise eine genügende Erklärung des Phänomens der Verwitterung zu geben“. In der Tat haben die verschiedenen Autoren unter Verwitterung etwas gänzlich Verschiedenes verstanden. G. Forchhammer selbst glaubt nach chemischen Versuchen annehmen zu dürfen, „daß es wenigstens zum Teil Wasserdämpfe unter hohem Drucke sind, die den Pegmatit in Kaolin verwandelt haben, und es stimmt wohl mit diesen Erfahrungen überein, daß es die Ränder der Gebirge sind, die vorzüglich Kaolinlager zeigen“. Als Verwitterung wird man diese Art der Zersetzung nicht bezeichnen dürfen. Sondern Verwitterung ist lediglich die durch die Witterung, die Atmosphärien, hervorgerufene Zersetzung.

G. Forchhammer war mit seiner Annahme einer der ersten Autoren, welche Pneumatolyse als Ursache der Kaolinisierung erkannten. Andere Anhänger dieser Ansicht waren L. v. Buch⁵⁾ und J. H. Collins,⁶⁾ welche jedoch nicht in gespannten Wasserdämpfen, sondern in Flußsäure und Flußsäureverbindungen die Agenzien sahen. Auch nach A. Daubrée⁷⁾ treten in den Thermalquellen Substanzen auf, welche in ähnlicher Weise wie Laboratoriumsversuche mit Säuren eine Kaolinisierung der Feldspate zustande bringen können.

¹⁾ H. Rösler, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 15, 231—393 (1902).

²⁾ A. Stahl, Die Verbreitung der Kaolinlagerstätten in Deutschland. Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 12, herausg. von der k. preuß. geol. L.A. (Berlin 1912).

³⁾ J. Ginsburg, Annales de l'Institut Polytechn. Pierre le Grand St. Petersburg 17, 245—542 (1912).

⁴⁾ G. Forchhammer, Pogg. Ann. 35, 331—356 (1835).

⁵⁾ L. v. Buch, Beschreibung des Harzes. 1824.

⁶⁾ J. H. Collins, Min. Mag. 7, 213 (1887).

⁷⁾ A. Daubrée, C. R. 45, 792 (1857).

Besonders eingehend begründet wurde die Ansicht von der pneumatolytischen Entstehung sämtlicher Kaolinlagerstätten durch H. Rösler.¹⁾ Für die Richtigkeit dieser Ansicht würden nach H. Rösler das nestartige Vorkommen der Kaolinlager, ihre unendliche Tiefe und die streifenförmige (auf Spalten deutende) Anordnung der Nester sprechen. Die Wirkung der von den Spalten aus sich im Gestein verbreitenden Agenzien sei eine rein chemische und nicht wie bei den Tagewässern eine chemische und mechanische. Die schwer angreifbaren Mineralien Muskovit und Apatit würden in vielen bzw. allen Fällen zerstört. Neugebildete Mineralien wiesen auf die Natur der kaolinisierenden Agenzien hin, Turmalin auf Fluor und Bor, Topas und Flußspat auf Fluor, Eisenspat auf Kohlensäure, Schwefelkies vielleicht auf schwefelige Säure, Graphit auf Metallcarbonyle, ferner Zinnerz und Türkis, für welche eine pneumatolytische Bildungsweise wahrscheinlich ist, und Bleiglanz, für welchen gewöhnlich eine Entstehung durch Absatz aus Thermalwässern angenommen wird. „Man darf also vermuten, daß die kaolinisierenden Agenzien in Gestalt von Dämpfen und heißen Lösungen aus der Tiefe kamen, unter denen die wichtigste Rolle wohl Fluor, Borsäure und vielleicht schwefelige Säure gespielt haben.“ Aber nicht die heute vorhandenen Exhalationen und Thermen rufen die Kaolinisierung hervor, sondern viel stärkere der Vergangenheit, bald nach der Eruption der Granite bzw. Quarzporphyre usw. — Diese Ansicht seines Schülers H. Rösler vertritt extrem besonders E. Weinschenk in seinen Lehrbüchern.

Einen Fall von Kaolinbildung im Granit durch einen kalten Kohlensäuerling haben C. Gagel und H. Stremme²⁾ von Gießhübel mitgeteilt. —

A. Stahl hat in seiner gründlichen Arbeit über die deutschen Kaolinlagerstätten zahlreiche Fälle von Kaolinbildung durch Kohlensäuerlinge beschrieben. „Besonders im Basaltgebiete des südlichen Fichtelgebirges und der nördlichen Oberpfalz dürften fast alle Kaoline durch Säuerlinge entstanden sein, die im Gefolge der Basalteruption auf Spalten in die Höhe drangen und die Zersetzung des Cesteins einleiteten.“ Charakteristisch sind für diese die langgestreckte schmale Gestalt der Vorkommen, die Zunahme der Intensität der Kaolinisierung nach der Tiefe, die reinweiße bis gelblichweiße Farbe, der relativ beträchtliche Eisen- bzw. Eisenoxydgehalt. A. Stahl widerlegt eingehend die H. Rösler-E. Weinschensche Ansicht: Nur in 17 von ca. 50 Fällen konnte H. Rösler die von ihm für Neubildungen erklärten Mineralien Turmalin, Topas, Flußspat nachweisen und zwar fast ausschließlich in Granitkaolinen, nur zweimal Spuren von Turmalin in Porphyркаolinen, von welchen H. Rösler 22 beschreibt. In unzersetzten Graniten kommen diese Mineralien so häufig vor, daß ihr Vorkommen in Granitkaolinen nicht wundernehmen kann. Topas und Turmalin sind in diesen auch häufig zu schuppigen muskowitzartigen Aggregaten oder zu aufgelockerten Haufwerken zersetzt. Wo die Mineralien zusammen mit Zinnerz als Neubildungen auftreten, haben wir die Greisen- und nicht die Kaolinbildung, wenigstens tritt diese nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit jener auf. Richtig an der H. Rösler-E. Weinschenschen Ansicht ist nur, daß von postvulkanischen Prozessen Kohlensäuerlinge Kaolinlagerstätten bilden können.

Unzweifelhaft hat J. H. Collins mit Hilfe von Flußsäure kleine Mengen von Kaolin aus Feldspat herstellen können. Kleine Mengen Einzelkristalle

¹⁾ H. Rösler, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 15, 231—393 (1902).

²⁾ C. Gagel u. H. Stremme, ZB. Min. etc. 1909, 468.

von Kaolin werden geringe Flußsäuremengen, namentlich in sehr verdünntem Zustande, auch in der Natur hervorbringen, dafür sprechen die Absätze heißer Quellen wie der Teplitzer Therme, in welcher F. Cornu¹⁾ Flußspat neben Kaolin fand. Das gleiche gilt für Schwefelsäure und Salzsäure. Da diese Säuren aber den Kaolin auch zerstören, so können ihre eventuell zur Bildung von Kaolinlagerstätten notwendigen großen Mengen in Wahrheit als deren Bildner nicht in Betracht kommen, da die großen Mengen sich nicht so über das Gestein verteilen können (zumal von Spalten aus), daß ihre Wirkung mit der Auslaugung, z. B. von K_2O und SiO_2 , unter Zurücklassung des ebenso von den Säuren zerstörbaren $Al_2O_3 \cdot SiO_3$ endigt. Kaolinlagerstätten können nur von einem Agens gebildet werden, welches in keiner Menge imstande ist die Bindung zwischen Al_2O_3 und $2SiO_2$ im Kaolin zu zerlegen, sondern lediglich K_2O und das nicht an Al_2O_3 gebundene SiO_2 auflöst. Das einzige Agens, von welchem bisher mit Sicherheit bekannt geworden ist, daß es diese Wirkung auf die Alkalifeldspäte ausübt, ist die Kohlensäure in wäßriger Lösung. Daß im Sinne P. W. Forchhammers auch heißes Wasser Kaolin zu bilden vermöchte, ist nicht bewiesen.²⁾

II. Entstehung durch Verwitterung.

Diese älteste, in den meisten geologischen Lehrbüchern und vielen Beschreibungen von Kaolinlagerstätten zu findende Theorie der Kaolinbildung wird zurzeit besonders von J. Ginsburg³⁾ vertreten: In jedem Boden ist infolge der Anwesenheit von CO_2 eine Kaolinisierung der Gesteine möglich, aber die maximale Kaolinisierung, welche zur Entstehung von Kaolinlagerstätten führt, wird nur da stattfinden, wo die hierzu notwendigen Bedingungen: große Mengen Kohlensäure, Feuchtigkeit, Wärme, Abwesenheit dekaolinisierender Prozesse, am günstigsten vorhanden sind. In Gebieten mit Podsolböden, Schwarzerde und Salzmorästen finden sich diese Bedingungen nicht. Wohl aber könnten sie in tropischen und subtropischen Gegenden auftreten. Laterit und Roterde enthalten Kaolin mitunter in bedeutender Menge. Laterit ist daneben reich an Hydraten von Tonerde und Eisenoxyd, Roterde oft viel weniger. Manchmal kann sie in Weißerde übergehen, in welcher die Hydrate fehlen können. Dann hätte man ein Kaolinlager, welches durch normale atmosphärische Verwitterung entstanden sei.

Jüngst hat A. Lacroix⁴⁾ bei dem Studium des Laterits von Guinea, Westafrika, tropische Kaolinbildung angetroffen. A. Lacroix unterscheidet bei den dortigen Lateriten über dem unzersetzten Gestein zunächst eine „zone de départ“, in welcher tiefgründige Zersetzung stattgefunden hat, aber die Gesteinsstruktur noch erhalten ist. Darüber folgt die „zone de concrétion“, in welcher die Ausscheidung von Konkretionen der Sesquioxide stattgefunden hat und die Gesteinsstruktur völlig verschwunden ist. Diese „zone de concrétion“ schließt oben häufig mit der „cuirasse ferrugineuse“ ab, einer festen mächtigen Bank, welche hauptsächlich aus den Sesquioxiden besteht. Die Kaolinbildung findet in der „zone de départ“ statt, aber nicht bei allen Gesteinen. Gabbro

¹⁾ F. Cornu, Tsch. min. Mit. **25**, 234 (1906).

²⁾ H. Stremme, Z. prakt. Geol. 1908, 122; Fortschr. Min. II, 1912, 115.

³⁾ J. Ginsburg, a. a. O. 540.

⁴⁾ A. Lacroix, Nouv. Arch. Mus. Nation. d'Hist. Natur. Paris 1914. 5. V. 1913, 255—356.

und Diabas weisen in diesem Horizont zumeist völlige Umwandlung ihrer Mineralien in Gibbsit, Hydrargyllit und Eisenoxydhydrate auf, nur selten ist Kaolin vorhanden. Dagegen war dieser Horizont bei Glimmerschiefer, Granit und Gneis reich an Kaolin. Glimmerschiefer war zu einer buntfarbigen Zone verwittert, in welcher Weiß, Rot, Gelb, Grau ineinander übergingen oder scharf miteinander abwechselten. Die Rückstände eines Salzsäureextrakts zeigen allmählichen Übergang des Glimmerschiefers von der Zusammensetzung eines Muskovits bis zu der eines unreinen Kaolins. Es hat in der Hauptsache Auslaugung der Basen und Wasseraufnahme stattgefunden. Eine Berechnung des Kaolins auf die Molekularzahlen ergibt 0,08 Basen: $1\text{Al}_2\text{O}_3 : 2,12\text{SiO}_2 : 2,63\text{H}_2\text{O}$. In der Salzsäure war ein Drittel der Substanz gelöst, in welchem 60,9% Fe_2O_3 und 22,4% Al_2O_3 enthalten waren. Dagegen betrug die Löslichkeit des Glimmerschiefers nur 0,8%, die fast vollständig (zu 99%) aus Fe_2O_3 bestanden. Die größere Menge der Sesquioxyde im Kaolin dürfte illuvial zugeführt sein.

Eine besondere Art der Bildung von Kaolinlagerstätten durch die Verwitterung hat A. Stahl¹⁾ wahrscheinlich gemacht. A. Stahl faßt die Kaolinlager von Passau als eine Hutbildung in der Oxydationszone der Graphitlagerstätten auf. Durch die Verwitterung des Graphits wird Kohlensäure gebildet, welche den Gneis zu Kaolin nebst den begleitenden Mineralien Nontronit, Mog, Chloropal, Brauneisenerz zersetzt. Auch andere Graphitvorkommen, z. B. solche von Niederschlesien, dem Odenwald, Ceylon, zeigen Kaolin als Hutbildung.

III. Entstehung durch Moorwässer.

Häufig wird in der bodenkundlichen Literatur das Vorkommen einzelner kaolinisierter Granitgeschiebe in norddeutschen Mooren oder kaolinisierten Gesteins unter den Mooren der Gebirge (Harz, Thüringer Wald, Riesengebirge, Erzgebirge, Fichtelgebirge, Bayrischer Wald, Schwarzwald usw.) angegeben. In den Erläuterungen zu den geologischen Spezialkarten des sächsischen Erzgebirges findet sich diese Angabe ebenfalls häufig.

Besonders klar hat sich hierüber F. Senft²⁾ geäußert: „Ob der bei der Verwitterung der Feldspatgesteine entstehende Ton weißer Kaolin (d. i. Porzellanton) oder ockergelber gemeiner Ton oder auch Lehm ist, das hängt einerseits von der Art ihrer Verwitterung und andererseits von der Menge des in ihnen enthaltenen Glimmers und der Hornblende ab. Geht nämlich die Verwitterung dieser Gesteine unter Abhaltung des Sauerstoffs oder unter dem ungehemmten Einflusse von Kohlensäure oder quellsaures Alkali (Ammoniak) haltigem Wasser vor sich, wie dieses namentlich der Fall ist, wenn eine Gesteinsoberfläche eine starke Decke von verwesenden Pflanzenabfällen besitzt, dann wird alles in dem Feldspate, dem Glimmer oder der Hornblende vorhandene Eisenoxydul in doppelkohlensaures oder quellsaures Eisenoxydul umgewandelt und als solches vom Wasser ausgelaugt, wodurch dem sich entwickelnden Tone alle Beimengung von Eisenoxyd und mit diesem das ockergelbfärbende Mittel entzogen wird, so daß nun der Ton selbst weiß erscheint. Indem ihm nun durch kohlensaures Wasser allmählich alle Salze der Alkalien entzogen werden,

¹⁾ A. Stahl, a. a. O. S. 104.

²⁾ F. Senft, Fels und Erdboden (Sammlung Die Naturkräfte XVII; München 1876), 196—197.

bildet er zuletzt reines kieselsaures Tonerdehydrat, d. i. Kaolin. Anders ist es dagegen mit den Feldspatgesteinen, welche unter vollem Zutritt von Sauerstoff verwittern; denn in diesem Falle wird ihr ganzer Eisenoxydulgehalt in Eisenoxydhydrat umgewandelt, welches sich nun mit dem entstehenden Tone mischt und denselben in ockergelben gemeinen Ton umwandelt, mit welchem sich dann auch noch die aus ihrem Glimmer- und Hornblendegehalte entstehenden Verwitterungsprodukte mischen.“

Später hat E. Ramann diese Ansicht in die verschiedenen Auflagen seiner Bodenkunde aufgenommen und für die vielen Kaolinlager von Sachsen die Entstehung unter braunkohletertiärem Moor angenommen.

H. Stremme¹⁾ hat im Anschlusse an F. Senft und E. Ramann versucht, diese Ansicht als richtig zu erweisen. Nach H. Stremme sind die Kaolinlager von Adolphshütte, Karlsbad, Halle, Meißen und Muldenstein im Tertiär unter Torfbedeckung entstanden, unter dem Moore des oberen Rhät bzw. unteren Lias die von Bornholm. Charakteristisch für diese Lagerstätten sind die flächenartige Ausbreitung, die begrenzte Mächtigkeit, die Humusfarbe, das Auftreten von Eisenspat und Eisenkies als Neubildungen in alten Tälern und an den Flanken der Berge.

A. Stahl hat in seiner schönen Arbeit über die Kaolinlagerstätten Deutschlands die Frage der Entstehung unter Mooren eingehend erwogen. Zusammenfassend sagt er:²⁾ „Wenn wir die Verbreitung der Kaolinlagerstätten in Deutschland ins Auge fassen, so zeigt sich, daß die überwiegende Mehrzahl und zugleich auch die bedeutendsten an der Basis der norddeutschen Braunkohlenformation in der Provinz Sachsen, Thüringen, dem Königreich Sachsen und in der Provinz Schlesien auftreten. Die durch Säuerlinge entstandenen Kaoline haben ihre größte Verbreitung im nördlichen Teile Bayerns im Basaltgebiete zwischen Fichtelgebirge und Oberpfälzer Wald. Kaolinlagerstätten in Begleitung von Erz- und anderen Mineralgängen kommen in Deutschland mehrfach vor, während Kaoline in der Hutzzone von Graphitlagerstätten auf die Gegend von Passau und auf einige Punkte Niederschlesiens und des Odenwaldes, d. h. also auch auf die Verbreitung der Graphitlagerstätten beschränkt sind. Technische Verwendung im größeren Maßstabe finden gegenwärtig fast ausschließlich die tertiären Moorkaoline, sowie einige durch Säuerlinge gebildete Lagerstätten. Eine wesentliche Rolle spielt bei der Beurteilung der technischen Verwendbarkeit der Fe-Gehalt. Bei den unter Braunkohlenmooren entstandenen Kaolinen ist das Fe in der Regel infolge des vorhandenen Luftabschlusses und reduzierender organischer Substanzen bis auf geringe Spuren völlig ausgelaugt oder doch in eine Form gebracht, in der es leicht auszuschlämmen ist. Bei allen anderen Kaolinisierungsprozessen, bei denen kein Luftabschluß vorhanden ist, wird das Fe dagegen leicht als kolloides Oxydhydrat ausgeschieden und vermindert dann die Brauchbarkeit des Kaolins nicht unwesentlich. Die Moorverwitterung ist daher unter allen Kaolinisierungsprozessen zweifellos derjenige, der im allgemeinen die reinsten und technisch wertvollsten Kaoline erzeugt hat, und zu dieser Gruppe gehören denn auch unsere besten deutschen Lagerstätten wie Meißen, Mügeln, Hohburg, Halle, deren reines Material für die wertvollsten Produkte der Keramik geeignet ist und nicht unwesentlich zu dem Aufschwung der deutschen Porzellanindustrie beigetragen hat.“

¹⁾ H. Stremme, Z. prakt. Geol. 1908, 122—129; N. JB. Min etc. 1909, 91; C. Backofen u. H. Stremme, Sprechsaal 1911, 8.

²⁾ A. Stahl, a. a. O. S. 134—135.

Halloysit.

Von **C. Doelter** (Wien).

Anhangsweise einige **Analysen** unter diesem Namen bezeichneter kaolin-artiger Mineralien; die Trennung von Kaolin ist meist nicht durchführbar.

A. Ältere Analysen.

	1.	2.	3.
MgO	0,5	—	0,25
Al ₂ O ₃	37,8	37,5	35,00
SiO ₂	40,4	37,5	40,25
H ₂ O	21,8	25,0	24,25
	100,5	100,0	99,75

1. Von Dade, Georgia; anal. F. Pisani, Journ. prakt. Chem. **82**, 515.
2. Lenzinit, von Kall (Eifel); anal. John bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 642.
3. Miechowitz (Oberschlesien); anal. Oswald, Journ. prakt. Chem. **12**, 173.

B. Neuere Analysen.

	4.	5.	6.	7.	8.	9.
MgO	Spur	—	—	—	—	—
CaO	—	—	0,10	—	—	—
CuO	2,55	2,31	2,58	—	—	—
Al ₂ O ₃	34,84	32,07	33,83	33,31	33,02	34,53
Fe ₂ O ₃	Spur	0,27	Spur	—	—	—
SiO ₂	40,19	36,34	35,73	38,37	38,68	40,07
H ₂ O bei 100° .	8,08	10,59	10,96	15,75	14,97	12,30
H ₂ O über 100° .	15,27	18,29	17,65	13,05	13,23	13,50
	100,93	99,87	100,85	100,48	99,90	100,40

4. Grube Kozla, Drenkova (Banat); anal. Ad. Hofmann bei R. Helmhacker, Tsch. min. Mit. **2**, 236 (1880).
Dichte 1,961—1,962; in trockener Luft 1,985.
5. Von ebenda; anal. R. Helmhacker, wie oben.
6. Freienstein bei Leoben (Steiermark); anal. R. Helmhacker, wie oben.
- 7.—9. Von Tüffer (Steiermark); anal. C. v. John, Verh. k. k. geol. R.A. 1898, 57.
7. Halbdurchsichtig; 8. Weiß, kompakt; 9. Weiß, erdig.

	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Al ₂ O ₃	39,5	38,0	38,7	35,6	36,5	39,3	38,8	39,7
SiO ₂	46,3	47,9	46,3	48,3	48,7	46,6	47,4	46,4
Glühverlust . .	14,3	14,3	14,0	14,3	13,6	13,0	14,0	13,9
	100,1	100,2	99,0	98,2	98,8	98,9	100,2	100,0
Hygroskop. Wasser	8,5	5,4	6,5	12,5	4,0	3,5	7,0	

10. Von Angleur (Belgien); anal. H. Le Chatelier, Bull. Soc. min. **10**, 204 (1887); Bull. Soc. chim. **48**, 116 (1887).
11. Von Huelgoat (Finisterre); anal. wie oben.
12. Von Moglos (Ariège); anal. wie oben.
13. Von Breteuil (Eure); anal. wie oben.
14. Von Laumède (Dordogne); anal. wie oben.
15. Lenzinit aus der Eifel; anal. wie oben.
16. Rußland; anal. wie oben.
17. Theoret. Zusammensetzung.

	18.	19.	20.	21.	22.	23.
K ₂ O	—	—	—	—	—	0,30
MgO	—	0,83	—	0,33	—	—
CaO	—	0,75	—	2,92	—	—
MnO	—	0,25	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	38,13	38,57	33,7	30,06	33,27	39,77
Fe ₂ O ₃	—	1,43	—	Spur	0,22	—
SiO ₂	42,91	39,30	45,8	40,48	38,65	45,82
H ₂ O bei 100°	18,95	19,34 ¹⁾	20,0	25,53	14,34	13,38
H ₂ O über 100°					13,70	
	99,99	100,47		99,32	100,18	99,27

18. Detroit Copper Mine (Calif.); anal. F. W. Clarke u. J. M. Chatard, Am. Journ. (3) **28**, 20 (1884); Z. Kryst. **10**, 317 (1885).

19. Vom Hospital Quarry bei Ezezin (Schottland); anal. F. Heddle, Min. Mag. **5**, 1 (1882); Z. Kryst. **7**, 192 (1883).

20. Estrada Velha da Tijuca (R. d. Janeiro); anal. D. Pedro, Aug. Prinz von Sachsen-Coburg-Gotha, Tsch. min. Mit. **10**, 459 (1889).

21. Umgegend von Budapest; anal. Fr. Koch, Vegytani Lapok **5**, 9 (1887); Z. Kryst. **19**, 198 (1891).

22. Von der Logan-Mine; anal. F. L. Ransome, Ann. Rep. U.S. geol. Surv. **22**, 237 (1902); Z. Kryst. **38**, 698 (1903).

23. Edwards County (Texas); anal. G. P. Merrill, Repl. U.S. Nat. Mus. 1899, 155; Z. Kryst. **36**, 73 (1902).

	24.	25.	26.	27.	28.	29.
Li ₂ O	—	—	—	—	0,23	—
Na ₂ O	—	—	—	—	0,19	—
K ₂ O	—	—	—	—	0,03	—
MgO	—	—	—	0,30	0,19	0,58
CaO	—	0,06	0,29	0,33	1,02	—
MnO	—	—	—	—	0,26	—
FeO	—	—	—	0,28	—	—
CuO	—	—	—	2,83	—	—
Al ₂ O ₃	38,13	35,88	39,25	33,83	35,55	34,48
Fe ₂ O ₃	—	0,37	0,41	0,04	0,21	—
SiO ₂	42,91	41,69	42,03	42,11	43,62	36,92
H ₂ O bei 100°	—	7,97	2,69	6,54	6,63	8,74
H ₂ O üb. 100°	18,95	14,01	15,52	14,37	12,25	17,88
	99,99	99,98	100,19	100,63	100,18	—

24. Von Horse Cave; anal. H. C. Mac Neil bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 296 (1910).

25. Edwards County; anal. wie oben.

26. Lucia mining distrikt, Nevada; anal. G. Steiger, wie oben.

27. Detroit Kupfer-Mine (Calif.); anal. F. W. Clarke, wie oben.

28. Pala, S. Diego (Calif.); anal. W. T. Schaller, wie oben.

29. Boulder (W. Austr.); anal. E. S. Simpson u. C. G. Gibson, Bull. geol. S. W. Austr. 1912, 111. Weitere Analysen siehe bei H. Stremme.

Eigenschaften. Dichte 2,0—2,2. Oft Perlmutterglanz. Weiß, grau, grünlich, gelblich, rötlich und bläulich.

¹⁾ Bei 100° entweichen 4,63%.

Glagerit.

Gehört zum Halloysit.

Analyse.

MnO	0,25
CaO	0,64
Al ₂ O ₃	36,97
Fe ₂ O ₃	Spur
SiO ₂	45,85
H ₂ O	16,14
	99,85

Gussevsk (Ural); anal. A. Sajtzew, Bull. comité géol. russe, **7**, 265 (1888); Z. Kryst. **17**, 628 (1890).

Indianit, ein Gemenge, gehört ebenfalls hierher.

Na ₂ O, K ₂ O.	0,54
MgO	0,63
Al ₂ O ₃	36,00
SiO ₂	39,00
H ₂ O bis 100°	9,50
Glühverlust	14,00
	99,67

Von Lawrence Co. (Indiana); anal. H. Pemberton nach J. D. Dana, Miner. 1891, 688.

Allophan.

Amorph.

Synonyma: Riemannit, Elhuyarit.

Analysen. (Vgl. auch die Analysen S. 40.)

Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
δ	—	2,079	—	—	—	—
MgO	—	—	—	2,83	1,96 ¹⁾	Spur
CaO	1,92	1,92	—	—	—	3,1
CuO	—	—	0,56	—	—	—
Al ₂ O ₃	31,34	37,73	39,68	38,77	35,20	29,1
Fe ₂ O ₃	0,31	—	—	—	—	—
SiO ₂	20,50	23,53	23,76	22,65	21,39	24,2
CO ₂	2,73	—	—	—	—	—
H ₂ O	42,91	36,86	35,74	35,24	40,86	42,9
	99,71	100,04	99,74	99,49	99,41	

1. New Charlton bei Woolwich; anal. Nirthcote, Phil. Mag. **13**, 333; nach C. F. Rammelsbergs Min.-Chem. 1875, 643.

2. Von Dehrn bei Limburg a. d. Lahn, hyalithähnlich; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 393 (1871).

3. Fermi (Aveyron); anal. Guillemin, Ann. chim. phys. **42**, 260.

¹⁾ (Ca, Mg)CO₃.

4. Richmond (Massachusetts); anal. E. Silliman, Am. Journ. (2) 7, 417.
5. Allentown (Penns.); anal. E. F. Smith, Am. Chem. Journ. 5, 272 (1883).
6. Von Steinbrück (Steiermark); anal. J. Gamper, Verh. k. k. geol. R.A. 1876, 354.

Neuere Analysen.

	7.	8.	9.	10.	11.
δ	1,94	—	—	—	—
CaO	—	0,23	—	0,65	2,45
CuO	—	1,18	—	—	—
ZnO	—	1,63	—	—	—
Al ₂ O ₃	41,66	32,63	34,83	34,65	23,52
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	Spur
SiO ₂	(24,76)	30,39	30,84	39,13	28,80
H ₂ O bei 100°.	—	27,18 ¹⁾	28,44 ²⁾	0,89	23,19 ²⁾
Glühverl.	33,58	5,88	5,89	24,02	20,77
	100,00	99,12	100,00		98,73

7. Vom Joplin-Zinkdistrikt; anal. A. F. Rogers, Kansas Univ. Quart. 9, 261 (1900); Z. Kryst. 36, 79 (1902).

8. Kupfer- und zinkhaltiger A. von Rosas; anal. G. d'Achiardi, Atti soc. Toscana Sc. nat. Pisa 11, 26; Z. Kryst. 32, 521 (1900).

9. Dieselbe Analyse nach Abzug des als Chrysokoll berechneten CuO und des als Calamin berechneten ZnO.

10. Von Kwittein (Quittein) (Westmähren); anal. F. Kretschmer, J. k. k. geol. R.A. 52, 353 (1902).

11. In der Kreide zu Abbey Wood (Plumstead); anal. J. L. Foucar, Geol. Mag. 6, 166 (1909); Z. Kryst. 50, 264 (1912).

Dichte des Allophans gering 1,85—1,89. Härte 3. Glasglanz. Blaßblau, auch grünlich, braun, gelblich, mitunter auch farblos. Durchsichtig.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar, mit Kobaltsolution blaue Färbung. Gelatiniert mit Salzsäure.

Montmorillonit.

Synonyma. Confolensit, Delanovit, Delanouit, Stolpenit, Saponit, zum Teil Bergseife, Steargillit, Erinit.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O	1,50	1,27	—	—	0,10	—
K ₂ O						
MgO	0,27	0,23	2,1	—	0,30	3,90
CaO	1,50	1,46	2,1	0,63	1,66	—
MnO	—	—	—	4,40	—	—
Al ₂ O ₃	19,70	20,16	18,0	19,15	22,60	22,15
Fe ₂ O ₃	0,80	0,68	—	—	1,05	—
SiO ₂	49,40	50,04	49,5	50,55	45,55	45,92
H ₂ O	25,67	26,00	28,0	24,05	26,20	25,86
	98,84	99,84	99,7	98,78	99,46 ³⁾	97,83

¹⁾ Unter 350°.

²⁾ Einschl. etwas CO₂.

³⁾ Gelatinöse SiO₂ ca. 96%; Quarz 1,04%.

1. u. 2. Von Montmorillon; anal. Salvétat u. A. Damour, Ann. chim. phys. **21**, 376 (1874).
3. Confalensit von Confalens; anal. P. Berthier nach J. D. Dana, Miner. 1891, 696.
4. Delanouit, von Millac; anal. K. v. Hauer, J. k. k. geol. R.A. **4**, 633 (1853).
5. Confolensit von St. Jene de Côte; anal. Salvétat, wie oben. Analyse 1.
6. Stolpenit von Stolpen; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **47**, 180 (1839).

	7.	8.	9.	10.
Na ₂ O	1,70	—	0,67	(0,8)
MgO	—	—	4,73	—
CaO	—	1,00	2,32	—
FeO	1,21	6,36	—	—
MnO	1,48	—	—	—
Al ₂ O ₃	23,30	18,46	24,03	27,1
Fe ₂ O ₃	—	—	0,52	1,2
SiO ₂	45,30	47,04	58,77	47,9
NaCl	—	0,90	—	—
H ₂ O	27,00	25,28	10,28	23,0
	99,99	99,04	101,32	100,00

7. Steargillit; anal. Meillet, Min. **1**, 205 (1862); nach J. D. Dana. l. c.
8. Erinit von Giants Causeway; anal. Thomson, Outlines Min. **1**, 341 (1836).
9. Von Macskamező bei Poduruoj (Siebenbürgen); anal. R. Helmhacker, Tsch. Min. Mit. **2**, 251 (1880).
10. Von Cornwall; anal. J. G. Collins, Min. Mag. **2**, 92 (1878).

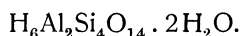
	11.	12.	13.	14.
δ	—	2,027	—	—
Na ₂ O	} 0,56	2,77	—	—
K ₂ O		0,42	Spur	—
MgO	3,72	1,88	5,29	3,82
CaO	3,53	0,84	1,07	2,21
MnO	0,18	—	—	Spur
Al ₂ O ₃	22,14	21,98	19,38	22,83
Fe ₂ O ₃	—	5,90	0,20	1,07
SiO ₂	51,20	42,12	48,54	59,57
P ₂ O ₅	1,42	—	—	—
H ₂ O	17,08	22,37	25,75	10,46
	99,83	—	100,23	99,96

11. Von Brancheville (Connect.); anal. H. L. Wells, Am. Journ. **20**, 283 (1880).
12. Aus Granulit von Cala Francese (Ins. Maddalena); anal. D. Lovisato, R. Acc. d. Linc. **22**, II, 670 (1913).
13. Stolpenit, Rhön; anal. A. v. Fersmann, Bull. Ac. Sc. St. Petersburg 1908, I, 168.
14. Von Bordas, Tremouille; anal. Azéma, Bull. Soc. min. **36**, 111 (1912).

Eigenschaften. Schwacher Glanz. Weiß und grau, auch rosenrot und bläulich, sowie pistaziengrün.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Stolpenit soll schmelzbar sein.

Folgende Analysen werden von A. v. Fersmann als solche von Paramontmorillonit bezeichnet:

Paramontmorillonit.¹⁾

Auf einen Bergkork von dieser Zusammensetzung bezieht eine einzige Analyse:

	14.	15. umgerechnet	16. theoret.
(Na ₂ O)	0,52	—	—
(K ₂ O)	0,13	—	—
(CaO)	4,61	1,26	—
MgO	1,56	1,62	—
Al ₂ O ₃	19,02	19,85	23,63
Fe ₂ O ₃	1,91	2,04	—
SiO ₂	52,84	55,10	55,54
(CO ₂)	2,60	—	—
H ₂ O unterh. 110° C .	(2,56)	2,66	8,33
H ₂ O oberh. 110° C .	16,75	17,47	12,50
	99,94	100,00	100,00

14. Rancho dell Ahuacatillo, Michoagan., Mexico; anal. S. D. Villarello, Parerg. Instit. geolog. Mexico 5 133—149 (1903). Ref. N. JB. Min. etc. 1906, I, 342. Weiße bergkorkähnliche Masse in Kalkstein.

15. Zahlen der Analyse nach dem Auszug von 6% CaCO₃ und der Alkalien wiedergegeben.

16. Theoretische Zusammensetzung nach A. v. Fersmann.

Zweifelhafte Silicate der Tongruppe.

Die nachstehend angeführten Mineralien sind sicher keine Verbindungen, sondern mechanische Gemenge. Sie mögen nur der Vollständigkeit halber angeführt werden.

Smektit.

Synonyma. Terra Fullonum, Terre à foulon, Walkerit, Malthacit.

	1.	2.
MgO	4,89	—
CaO	2,13	0,25
Al ₂ O ₃	12,25	10,66
Fe ₂ O ₃	2,07	3,15
SiO ₂	51,21	50,17
H ₂ O	27,89	35,83
	100,44	100,06

1. Von Cilli (Steiermark); anal. Jordan, Pogg. Ann. 77, 591 (1849).

2. Von Steindörfel (Malthacit), Lausitz; anal. Meissner nach J. D. Dana, Miner. 1891, 695.

Siehe auch bei H. Stremme.

Eigenschaften. Dichte 1,9—2,1. Weiß, grau, grünlich, olivengrün, auch bräunlich. Haftet nicht an der Zunge.

Vor dem Lötrohre ist der Malthacit unschmelzbar, während der Smektit wegen der Verunreinigungen leichter schmelzbar ist. Durch HCl zersetzbar.

¹⁾ Nach Mitteilung von A. v. Fersmann.

Newtonit.

Kryptokristallin.

Analysen.

Na ₂ O	}	1,73	0,73
K ₂ O			0,99
MgO	Spur		Spur
CaO	0,31		0,54
Al ₂ O ₃	35,20		35,27
Fe ₂ O ₃	0,21		0,21
SiO ₂	38,86		40,22
Glühverlust	23,69		22,89
	100,00		100,85

Wasser bei 100—115°: 5,53 5,44

Sneeds Creek, Newton Co. (Arkansas); anal. R. N. Brakett, J. F. Williams, Am. Journ. **42**, 11 (1891).

Nach Abrechnung der als Verunreinigungen betrachteten Alkalien, der Magnesia, Kalkerde und Eisenoxyd ist die Zusammensetzung folgende, welcher zum Vergleich die aus der Formel Al₂O₃·2SiO₂·4H₂O berechnete Zusammensetzung beigelegt wird.

Al ₂ O ₃	36,01	35,85	34,72
SiO ₂	39,76	40,88	40,82
Glühverlust	24,23	23,27	24,46
	100,00	100,00	100,00

Der Wassergehalt ist doppelt so groß, wie der des Kaolins. Man kann annehmen, daß ein Kaolin mit 1 Mol. Kristallwasser vorliegt, also Al₂O₃·2SiO₂·4H₂O. Vor dem Lötrohre unschmelzbar; von konzentrierter kochender HCl nur wenig angegriffen, von kochender konzentrierter Schwefelsäure und von Kalilauge zersetzt.

Dichte 2,37.

Rectorit.

	1.	2.
Na ₂ O	2,83	2,83
K ₂ O	0,26	0,26
MgO	0,51	0,51
CaO	0,45	0,45
Al ₂ O ₃	36,60	35,51
Fe ₂ O ₃	0,25	0,25
SiO ₂	52,72	52,88
Glühverl.	7,76	7,72
	101,38	100,41
Wasser bei 110°	8,78	8,33

1. u. 2. Blue Mountains Mining Distrikt, Hot Springs (Arkansas); anal. R. N. Brakett u. J. F. Williams, Am. Journ. **42**, 11 (1891).

Unter Hinweglassung von Alkalien von CaO, MgO und Fe₂O₃ berechnet sich auf 100% folgendes, wobei unter (5) noch die berechnete Zusammensetzung nach der Formel Al₂O₃ · 2SiO₂ · H₂O hinzugefügt wurde, sowie die Zahlen unter Annahme, daß es sich um lufttrockenes Material handelt (6).

	3.	4.	5.	6.
Al ₂ O ₃	37,69	36,96	42,52	33,72
SiO ₂	54,32	55,01	49,99	50,18
Glühverl.	7,99	8,03	7,49	7,32
H ₂ O bei 110—115° .	—	—	—	8,78
	100,00	100,00	100,00	100,00

Würde das bei 110—115° abgegebene Wasser als Kristallwasser angesehen, so wäre die Formel Al₂O₃ · 2SiO₂ · H₂O.

Eigenschaften. Weiches, weißes, blättriges Mineral, seifig wie Talk. Biigsam, aber unelastisch. Härte geringer als die des Talkes. Beim Glühen wird es brüchig.

Leverrierit.

Helminthähnliche Aggregate; rhombisch.

Analysen.

	1.	2.	3.
K ₂ O	1,36	—	—
MgO	0,66	—	—
CaO	6,80	1,2	4,53
MnO	0,40	—	—
Al ₂ O ₃	22,60	38,4	34,47
Fe ₂ O ₃	0,34	Spur	—
SiO ₂	49,30	46,4	46,79
H ₂ O	17,90	15,0	13,21
P ₂ O ₅	—	0,5	—
	99,36	101,5	99,00

1. In kohlenführenden Tonen des Dép. de la Loire; anal. A. Carnot, Ann. d. mines **17**, 372 (1890); C. R. **108**, 1071 (1889).

2. Anal. P. Termier, Ann. d. mines **17**, 372 (1890) nach J. D. Dana, Miner. 686.

3. Anal. St. Meunier, wie oben.

Formel. 2Al₂O₃ · 5SiO₂ · 5H₂O.

Eigenschaften. Spaltbar nach der Basis. Dichte 2,3—2,4. Härte 1,5. Glasglanz.

Optisch negativ, 2V = 45—52. Mittlerer Brechungsquotient $N_m = 1,6$ $N_\gamma - N_\alpha = 0,0075 - 0,0082$ für den von Rive-de-Gier und 0,009—0,011 für jenen von Gard; pleochroitisch.

Kollyrit (Collyrit).

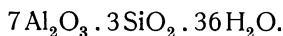
Gemenge von Allophan mit Tonerdehydrat (vgl. S. 38).

Schrötterit.

	1.	2.	3.
CaO	—	0,95	0,24
ZnO	0,74	—	—
Al ₂ O ₃	46,80	43,77	45,78
Fe ₂ O ₃	—	0,81	0,31
SiO ₂	10,35	12,56	11,73
H ₂ O	41,12	41,56	41,67
SO ₃	0,83	—	—
	99,84	99,65	99,73

1. Schrötterit von Cherokee (Alabama); anal. J. W. Mallet, Am. Journ. **26**, 79 (1858).
2. Schötterit von Saalfeld (Thür.); anal. F. Zambonini, Z. Kryst. **32**, 161 (1900).
3. Von ebenda; anal. F. Zambonini, ibid. **34**, 226 (1901).

F. Zambonini gibt dem Mineral die Formel:



Eigenschaften. Isotrop, Dichte 1,95—2,205. Härte 3—3,5. Grünlich, auch gelblich.

Wahrscheinlich ein Verwitterungsprodukt des Melits.

Neurolith.

Wahrscheinlich kein definiertes Mineral.

Ein quarzreicher Agalmatolith nach Sterry Hunt, Rep. Geol. Canada 1863, 485.

Gümbelit.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	—	2,21	—
K ₂ O	5,06	6,80	5,01
MgO	1,16	1,60	0,45
Al ₂ O ₃	29,50	28,62	36,45
Fe ₂ O ₃	3,50	2,69	0,37
SiO ₂	52,50	49,71	50,00
TiO ₂	1,00	1,04	—
H ₂ O	7,75	7,38	7,96
	100,47	100,05	100,24

1. Graptolithenmineral, Gräfental (Thüringen); anal. C. W. v. Gümbel, Tsch. min. Mit. **2**, 190 (1880).
2. Tarentaise; anal. wie oben.
3. Petit Coeur bei Montiers (Tarentaise); anal. A. Terreil, C. R. **53**, 120 (1861).

Vestanit (Westanit).

Al ₂ O ₃	51,14
Fe ₂ O ₃	1,01
SiO ₂	42,53
P ₂ O ₅	1,15
H ₂ O	4,17
	<hr/>
	100,00

Im Pyrophyllit von Westana (Schweden); anat. W. C. Blomstrand, Öfv. af Ak. Förh. (Stockholm 1868), 197; Journ. prakt. Chem. **105**, 341.

Bildet strahlige, kristallinische Massen, die Farbe ist ziegelrot. Härte 2,5. Vor dem Lötrohre unschmelzbar, von Säuren unzersetzlich. Ist wahrscheinlich ein Zersetzungsprodukt von Andalusit.¹⁾

Ehrenbergit.

Kolloid, in frischem Zustand weich.

Analysen.

	1.	2.
(Na ₂ O, K ₂ O)	3,78	(8,11) ²⁾
MgO	1,30	0,41
CaO	2,76	3,96
MnO	0,86	4,61
Al ₂ O ₃	15,77	6,04
Fe ₂ O ₃	1,65	4,56
SiO ₂	56,77	64,54
H ₂ O	17,11	7,77
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00

1. Steinschen und Wolkenburg (Siebengebirge); anal. C. Schnabel nach J. D. Dana, Miner. 1901, 696.

2. Von ebenda; anal. G. Bischof.

Ist wahrscheinlich ein Gemenge.

Katlinit

Ist ein Gemenge.

Hverlera.

Ist ein Gemenge.

Talkosit.**Analyse.**

FeO	Spur
Al ₂ O ₃	46,03
Cr ₂ O ₃	Spur
SiO ₂	49,04
H ₂ O	4,36
	<hr/>
	99,43

Mount Ida bei Heathcote (Victoria, Austr.), anal. C. Newberry bei G. H. F. Ulrich, Contrib. Miner. Victoria, Melbourne 1870; nach J. D. Dana, a. a. O. 710.

¹⁾ W. Weibull, Geol. För. Förh. **20**, 57 (1898).

²⁾ Aus der Differenz berechnet.

Termierit.

MgO	0,47
CaO	1,77
Al ₂ O ₃	15,00
Fe ₂ O ₃ ¹⁾	4,85
SiO ₂	78,29
	100,38

Im Antimonitgang von Miramont, Souliac (an d. Grenze des Cantal u. Hte. Loire); anal. G. Friedel, Bull. Soc. min. **24**, 6 (1901). Analyse an wasserfreiem Material.

Eigenschaften. Bei 100° getrocknet, enthält das Mineral noch 6,68—6,86% Wasser; in Wasser getaucht, nimmt es bis 72,4 Wasser auf. Dichte des mit Wasser gesättigten Minerals 1,54. Hellgrau, muscheliger Bruch. Härte 2. Doppelbrechend (vielleicht durch Spannung). Brechungsquotient der mit Wasser gesättigten Substanz $N = 1,403$.

Auch andere Flüssigkeiten, wie Äther, Benzin, Methylenjodid werden aufgesaugt, aber durch Wasser leicht vertrieben. Das Mineral verhält sich wie die Zeolithe.

Formel. Al₂O₃·6SiO₂·18H₂O.

Eisenoxydsilicate.

Von **C. Doelter** (Wien).

Wir haben hier, wie bei den Tonerdesilicaten, eine Anzahl von amorphen, kolloiden Silicaten, welche zumeist Gemenge sein dürften und chemisch nicht gut definiert sind. Jedenfalls sind viele Analysen an unreinem Material ausgeführt.

Es kommen hier namentlich folgende Mineralien in Betracht:

Hisingerit, Lillit, Nontronit (Chloropal), Höferit, Müllerit, Pinguit, Gramenit, Melanolith, Melit, Plinthit. Einige Eisenoxydsilicate werden zur Gruppe der Tone gerechnet, so Plinthit, welcher ein Al-, Fe-Silicat ist, dann können hier noch Chromoxydsilicate angereicht werden.

Ferner sind zu erwähnen: Melanosiderit, Anthosiderit, Gillingit, Avasit, Stilpnochloran.

Bei allen diesen Tonmineralien ist es schwer, festzustellen, ob eine chemisch definierbare Verbindung vorliegt.

Ein ganz anderer Fall liegt vor bei Ilvait, oder Lievrit, welches Mineral kristallisiert ist und eine bestimmte chemische Formel besitzt. Dieses enthält auch Eisenoxydul, ist demnach ein komplexes Eisenoxyd-Oxydulsilicat, welches besonders zu behandeln ist.

Zu letzteren gehören auch: Chlorophäit, Seladonit, welche später bei den komplexen Silicaten zu behandeln sein werden.

¹⁾ Zum Teil FeO.

Höferit.

Amorph.

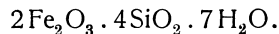
Analysen.

	1.	2.	3.
Al ₂ O ₃	1,11	} 46,64	47,76
Fe ₂ O ₃	45,26		
SiO ₂	36,14		
Glühverlust	18,15	18,20	16,12
	100,66	100,72	100,00

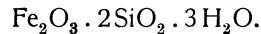
1. u. 2. In Phyllit mit Antimonit von Kritz bei Rakonitz (Böhmen); anal. F. Katzer, Tsch. min. Mit. **14**, 519 (1895).

3. Theoretische Zusammensetzung.

Formel. Das Verhältnis Fe₂O₃:SiO₂:H₂O ist 1:2:3,5, daher die Formel:



Die theoretische Formel mit dem Verhältnis 1:2:3 ergibt die unter 3 angegebenen Zahlen, welche Zusammensetzung man sehr annähernd erhält, wenn man den Mittelwert des oben gefundenen Glühverlustes durch Trocknen bei 120° als hygroskopisches Wasser abzieht und nicht in die Formel aufnimmt. Man hätte dann:



Eigenschaften. Dichte im Mittel: 2,34. Härte variierend zwischen 1—3 meist 1—2. Das erdige Mineral ist zeisiggrün, auch apfel-, laub- und grasgrün Strich zeisiggrün. Haftet an der Zunge.

In verdünnten Säuren unlöslich, nur von konzentrierter heißer Schwefelsäure unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure zum Teil zersetzbar. Alkalien greifen nicht an.

Vor dem Lötrohre färbt es sich rotbraun, dann dunkelschwarzgrau, und schmilzt zu schwarzer magnetischer Schlacke. Im Kölbchen Wasser. Mit Borax und Phosphorsalz Eisenreaktion, mit letzterem Kieselskelett.

Vorkommen und Genesis. Höferit kommt in eisenkiesreicher Umgebung vor. Durch die Zersetzung des Pyrits bildete sich Schwefelsäure und verursacht in den ersten Produkten der Feldspatverwitterungen Umsetzungen, deren Resultat der Höferit war.

Hisingerit.

Amorph.

Synonyma: Degeröit, Sotiolith.

Es existieren nur wenige neue Analysen. Hier zuerst die älteren.

	1.	2.	3.	4.	5.
MgO	8,75	1,68	3,60	2,67	6,06
CaO	—	1,48	—	—	—
MnO	—	3,02	—	—	—
FeO	3,09	7,52	7,08	9,20	3,19
Al ₂ O ₃	—	—	—	—	1,39
Fe ₂ O ₃	34,97	27,70	32,14	36,00	30,24
SiO ₂	36,73	35,71	35,33	34,90	37,14
H ₂ O	15,50	22,83	22,04	18,46	21,56
	99,04	99,94	100,19	101,23	99,58

- 23, 169 (1866); siehe C. F. Rammelsberg, Mineralchemie 1875, 664.
 1. Sottiolith von Långban (Schweden); anal. P. T. Cleve, Öfv. af Ak. Stockholm
 2. Hisingerit von ebenda; anal. A. E. Nordenskjöld, wie oben.
 3. Solbergsgrube, Nerike; anal. P. T. Cleve, wie oben.
 4. Jordäsen, schwarz; anal. P. T. Cleve, wie oben.
 5. Aus Hedenbergit entstanden, Tunaberg; anal. P. T. Cleve, wie oben.

	6.	7.	8.
MgO	2,06	2,33	2,95
CaO	—	2,70	—
FeO	8,92	1,08	2,30
Al ₂ O ₃	—	0,75	—
Fe ₂ O ₃	31,87	38,63	39,90
SiO ₂	36,92	34,15	33,66
H ₂ O	21,15	19,54	21,09
	100,92	99,18	99,90

6. Schwarzbraun von Orijärvi (Finnland); anal. G. Lindström, wie oben.
 7. Von Degerö (Finnland); anal. Thoreld, Acta soc. sc. fenn 5, 485; siehe C. F. Rammelsberg, l. c. 664.
 8. Von Waldemarsvik; anal. A. E. Nordenskjöld, wie oben (siehe C. F. Rammelsberg, l. c. 664).

Neuere Analysen. Aus etwas neuerer Zeit sind folgende:

	9.	10.	11.	12.
MgO	2,62	—	5,43	Spur
CaO	1,92	—	—	—
FeO	—	12,53	—	—
Al ₂ O ₃	1,39	—	8,06	—
Mn ₂ O ₃	15,50	—	—	—
Fe ₂ O ₃	34,34	27,46	35,86	52,94
SiO ₂	37,09	35,40	31,16	36,14
P ₂ O ₅	—	—	—	0,82
H ₂ O über 100° } H ₂ O bei 100° . }	7,81	9,89 14,30	20,50	10,49
	100,67	99,58	101,01	100,39

9. Von Vester Silfberg (Schweden); anal. M. Weibull, Öfv. af Ak. Stockholm 41, Nr. 9, 21 (1884), Manganhisingerit.
 10. Cap Mine (Penns.); Rand, Proc. Ac. Philad. 1872, 304.
 11. Alexander Cy. (N. Carolina); anal. F. W. Clarke, Am. Journ. 34, 133 (1887).
 12. Von Lostwithiel; anal. J. H. Church, Journ. chem. Soc. 23, 3 (1870).

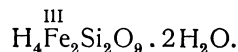
Folgende Analysen verdanke ich Herrn Prof. P. v. Tschirwinsky:

	13.	14.
δ	—	2,58
MgO	3,11	1,26
CaO	—	0,83
FeO	4,06	5,51
Al ₂ O ₃	2,61	—
Fe ₂ O ₃	23,53	36,88
Mn ₂ O ₃	16,79	—
SiO ₂	36,01	36,64
TiO ₂	—	Spur
H ₂ O	13,94	18,57
	100,05	99,69

13. Manganhisingerit von Dannemora; anal. A. Nikolajew, Tr. Soc. d. natur. St. Petersburg **36**, 226 (1912).

14. Von Paramonowka, Distrikt Gitomir (Gouv. Wolhynien), in Labradorit. Härte zirka 3. Optisch isotrop; anal. L. J. Iwanow, Abh. d. Ges. der Forscher Wolhyniens 1910, II, 226.

Es wird die Formel berechnet:



Dies wäre also die Nontronitformel + 2H₂O.

Formel. Eine Formel für den Hisingerit zu geben, ist äußerst schwierig, da manche Analysen sich auf unhomogenes Material beziehen.

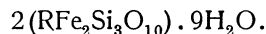
C. F. Rammelsberg hat eine Anzahl Analysen berechnet und fand das Verhältnis

$$\begin{aligned} \text{R:Fe}_2 &= 6,3:1 \text{ bis } 1:5 \\ \text{Si:H}_2\text{O} &= 1:1,33 \text{ bis } 1:2,1 \\ \text{R:Si} &= 1,16:1 \text{ bis } 1:1,1. \end{aligned}$$

Bei einigen Analysen waren die Atomverhältniszahlen

$$1:1; \quad 1:1; \quad 1:2,$$

daher die Formel:



Welches auch das Verhältnis R:Fe sein mag, R + 2Fe:Si ist stets 1:1. Er ist der Ansicht, daß alle Hisingerite aus der Oxydation der Augitsubstanz unter Wasseraufnahme entstanden sind; daher der Ausdruck



Was den Wassergehalt anbelangt, so ist zu bemerken, daß ein Teil bei 100° entweicht. Da eine Entwässerungskurve nicht vorliegt und ein Teil oder auch alles Gelwasser sein kann, so muß jedenfalls in der Formel $x\text{H}_2\text{O}$ stehen.

Eigenschaften. Schwarz, muscheliger Bruch, auch schokoladebraun, pechartiger Glanz.

Nach C. F. Rammelsberg und nach P. Sustschinsky¹⁾ dem Cronstedtit verwandt.

Vor dem Lötrohre schwer zu schwarzem Glas schmelzbar. Von Säuren zersetzbar.

Genesis. Nach P. Sustschinsky ist er ein Infiltrationsprodukt, welches sich bildet, wo aus verwitternden Sulfiden herstammende Eisenlösungen auf Silicate einwirkten, deren ausgelaugte Kieselsäure fällend auf die Eisenlösung wirkt. Wahrscheinlich waren es eisenreiche Sulfide. Der Hisingerit von Ducktown entsteht wahrscheinlich aus Magnetkies und Kupferkies.

Avasit.

Zusammensetzung nach J. Loczka: $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Kommt in schwarzen Splittern vor. Bruch muschelig. Dichte 3,3. Härte $3\frac{1}{2}$. Fundort: Limonitlagerstätte des Avatals (Ungarn). J. Loczka bei J. Krenner, Földtani Ertesztő, **2**, 105 (1881); Z. Kryst. **8**, 537 (1884).

¹⁾ P. Sustschinsky, Z. Kryst. **47**, 237 (1910). — F. A. Genth, Am. Phil. Soc. 1887, März 18; Z. Kryst. **14**, 296 (1888).

Gillingit und Thraulith.

Varietäten des Hisingerits.

	1.	2.
MgO	4,22	—
CaO	5,50	—
FeO	8,63	5,70
Al ₂ O ₃	} 30,10	43,42
Fe ₂ O ₃		
SiO ₂	32,18	31,28
H ₂ O	19,37	19,12
	100,00	99,52

1. Von Gillingegrube, Westermanland; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **75**, 389 (1848).
2. Thraulith von Bodenmais; anal. F. v. Kobell, Pogg. Ann. **14**, 67 (1828).

Nontronit.

Synonyma: Chloropal.

Zum Nontronit gehören Fettbol, dann Unghvarit, Pinguit, Graminit, derb.

Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.
δ	—	—	—	1,89
MgO	2,1	2,37	—	2,68
CaO	—	—	0,19	—
CuO	—	—	0,90	—
Al ₂ O ₃	3,6	3,96	3,31	—
Fe ₂ O ₃	29,0	30,19	35,69	36,44
SiO ₂	44,0	40,68	41,31	40,30
H ₂ O	18,7	23,00	18,63	20,98
	97,4	100,20	100,03	100,40

1. Von Nontron (Dordogne); anal. P. Berthier, Ann. chim. phys. **35**, 92.
2. Von Villefranche; anal. A. Dufrénoy, Ann. min. (3) **3**, 393.
3. Von Montmors bei Autun; anal. Jacquelin, Ann. min. **46**, 101.
4. Von Heppenheim, Baden; anal. Thorpe, Journ. chem. Soc. (2) **8**, 29.

Neuere Analysen.

	5.	6.	7.
(K ₂ O, Na ₂ O) . . .	—	—	(1,89)
MgO	2,84	Spur	—
CaO	3,35	2,09	0,14
FeO	—	0,55	—
Al ₂ O ₃	3,19	9,09	10,92
Fe ₂ O ₃	28,91	32,54	21,94
SiO ₂	42,93	48,59	39,70
H ₂ O	18,32	7,05	25,41 ¹⁾
	99,54	99,91	100,00

5. Von Mugrau (Mähren); anal. A. Schrauf, N. JB. Min. etc. 1877, 255.
6. Von Starbo (Schweden); anal. M. Weibul, Geol. För. Förh. **5**, 627 (1881).
7. Von Smallacombe (Devon.); anal. J. H. Collins, Min. Mag. **1**, 67 (1876).

¹⁾ Hygroskopisch: 11,58 %; über 250°: 7,22 %.

Folgende Analysen beziehen sich auf australische Vorkommen.

	8.	9.	10.	11.
δ	1,94	—	2,033	—
Na ₂ O	0,60	—	—	—
K ₂ O	0,17	—	—	4,54
MgO	0,51	—	—	—
CaO	2,61	—	—	—
FeO	—	—	—	0,21
Al ₂ O ₃	—	—	—	2,05
Fe ₂ O ₃	29,11	39,30	39,19	30,79
SiO ₂	49,66	40,81	42,79	41,16
H ₂ O	17,53	19,79	19,09	20,79
	100,19	99,90	101,07	99,54

8. Von Mudgee, N. S. Wales; anal. A. Liversidge, Proc. Roy. Soc. N. S. Wales, 3. November 1880.

9.—11. Sämtliche von Lehigh Mts.; anal. E. F. Smith, Am. chem. Soc. 5, 277 (1883), dunkelgelb, hellgelb, grüngelb.

	12.	13.	14.	15.
δ	—	—	—	2,06
K ₂ O	—	—	0,94	—
MgO	—	—	Spur	0,44
CaO	—	—	—	1,09
FeO	—	—	—	0,04
Al ₂ O ₃	3,04	39,52	25,95	20,05
Fe ₂ O ₃	35,35	—	11,04	22,18
Si ₂ O	41,41	43,54	44,52	38,64
H ₂ O	20,45	17,71	17,65	15,71
	100,25	100,77	100,10	98,15

12. Von Lehigh Mts. (Penns.), grüngelb; anal. wie oben.

13. Von ebenda, braun; anal. wie oben.

14. Von ebenda, weiß; anal. wie oben.

15. Von Albemarle Cy., Virg.; anal. L. N. Chapell, Ch. N. 50, 220.

	16.	17.	18.	19.
δ	—	—	2,145	
Na ₂ O	1,39	—	—	—
K ₂ O	1,17	—	—	—
MgO	1,76	0,92	0,40	0,37
CaO	4,63	1,04	0,92	1,01
MnO	1,52	—	—	—
FeO	6,13	—	—	—
Al ₂ O ₃	6,52	0,91	0,86	} 36,24
Fe ₂ O ₃	18,03	35,29	35,30	
SiO ₂	45,80	41,80	41,78	41,65
H ₂ O bei 100°	9,90	—	—	—
Glühverlust .	3,95	20,36	20,68	20,74
	100,80	100,32	99,94	100,01

16. Vom Strehlerberg (Fichtelgeb.); anal. H. Stadlinger, Sitzber. phys.-med. Soc. Erlangen 31, 1 (1899); Z. Kryst. 35, 314 (1902).

17. Von Grossau und Pulitz bei Jamnitz; anal. C. v. John, Verh. k. k. geol. R.A. 19, 335.

18. u. 19. Vom Graphitbergbau bei Groß-Tresny; anal. Fr. Kovář, Abh. k. böhm. Ak. Nr. 15, 1 (1896); Z. Kryst. 31, 524 (1899).

An unreinem Material wurde folgende Analyse ausgeführt:

	20.	20a.	21.
Unlös. Rückstand (Hornblende)	19,60	—	—
MgO	Spur	—	—
FeO	0,32	—	—
Al ₂ O ₃	0,95	1,26	—
Fe ₂ O ₃	36,47	48,34	50,63
SiO ₂	29,40	38,97	38,00
H ₂ O	—	11,43	11,37
Verlust bei 100°	5,00	—	—
H ₂ O über 100°	8,62	—	—
	100,36 ¹⁾	100,00	100,00

20. Von der Kropfmühle bei Passau; anal. E. Weinschenk, Z. Kryst. 28, 156 (1897).

20a. Auf 100 berechnet, nach Abzug der Hornblende.

21. Theoretische Zus. nach der Formel H₄Fe₂Si₂O₉.

Daraus berechnet sich für den Nontronit:

	22.	22a.
MgO	0,5	1,2
CaO	3,4	—
Fe ₂ O ₃	13,5	31,8
SiO ₂	19,0	44,8
CO ₂	2,6	—
Unlöslich	51,5	—
H ₂ O	9,5	22,2
	100,0	100,0

22. In Lava von den Palmetto Mounts, Esmeralda Co. (Nevada); anal. G. Steiger; Am. Journ. [4] 13, 343 (1902).

22a. Nach Abzug der Verunreinigungen durch Carbonate und des unlöslichen Rückstandes berechnen sich die unter 22a angegebenen Zahlen.

Die neueste Analyse stammt von einem mexicanischen Vorkommen.

	23.	24.	25.
MgO	1,90	—	—
CaO	2,27	—	—
Al ₂ O ₃	4,09	—	—
Fe ₂ O ₃	26,14	33,92	34,21
SiO ₂	57,64	58,38	58,09
H ₂ O	6,90	7,70	7,70
	98,94	100,00	100,00

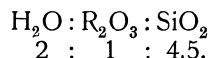
23. Nontronit, gebildet aus Wollastonit von Concepcion del Oro (Mexico); anal. F. Ratz bei A. Bergeat, ZB. Min. etc. 1909, 165.

24. Nach Abzug von CaO als Ca₂Al₂Si₄O₁₂ und von MgO als MgSiO₃ auf 100° berechnet.

25. Theoretische Zusammensetzung.

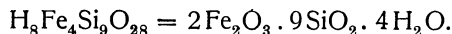
¹⁾ Im Original irrtümlich 100,53.

Die Berechnung dieser Analyse ergibt das Verhältnis:



Die Analyse weicht von jener E. Weinschenks bedeutend ab, aber auch von den übrigen, in welchen das Verhältnis R:Si = 1:3 ist.

Die Formel wäre:

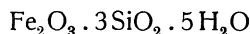


Wahrscheinlich liegt ein ähnliches Vorkommen, aber kein wirklicher Nontronit vor, da der Wassergehalt viel zu niedrig, und auch der Eisenoxydgehalt nicht hoch genug ist.

Wassergehalt. E. Weinschenk hat Untersuchungen über den Wassergehalt des Nontronits ausgeführt. Über CaCl_2 getrocknet, wurde der H_2O -Gehalt bei 100° mit $10,62\%$ bestimmt. Bei 210° ergab sich keine Veränderung. Nach zehnstündigem Glühen ergab sich ein Verlust von $8,75\%$. Bei einer zweiten Probe ergab sich bei 110° nur $7,93\%$, beim Glühen $7,97\%$. Für eine dritte Probe waren die entsprechenden Zahlen: $8,53$ und $8,66\%$.

Es wurde auch die Fähigkeit des Minerals, das bei 110° verlorene Wasser wieder aufzunehmen, geprüft. Der totale Wassergehalt war $13,62\%$ und der Verlust bei 110° 5% . Beim Stehen über Chlorcalcium nahm das Silicat um $2,16\%$ zu, nach 24 Stunden in feuchter Luft um $11,94\%$ und nach weiteren 8 Stunden um $1,83\%$. Zum Schlusse waren also $24,52\%$ Wasser enthalten, von welchen jedoch nur $8,62$ dem Mineral eigen sind, während der Rest hygroskopisches Wasser ist.

Formel. Inwieweit neben zeolithischem Wasser noch solches vorhanden ist, welches fester gebunden ist, ist noch nicht sichergestellt, es ist jedoch nach den bisherigen Ergebnissen richtiger, das Wasser nicht in zwei Teile abzutrennen. Weitere Untersuchungen werden festsetzen, ob es sich nicht um schwankende Mengen von Gelwasser handelt. Wir werden vorläufig die Formel:



annehmen können.

Allerdings entspricht gerade die Analyse E. Weinschenks des Vorkommens von Passau dieser Formel nicht, sondern der Formel:



F. Zambonini rechnet daher diesen Nontronit zum Müllerit. Die meisten älteren Analysen entsprechen dem Verhältnisse $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 3$.

A. Bergeat stellt das Mineral zum Nontronit (vgl. S. 153).

Eigenschaften. Dichte wechselnd $1,727$ — $2,08$ mit dem Eisengehalt. Nach neuen Bestimmungen von A. Bergeat¹⁾ $2,290$ — $2,295$. Härte $2,5$ — $4,5$. Farbe gelbgrün und pystaziengrün, auch braungrün. Opak bis halbdurchsichtig. Bruch muschelrig. Nach A. Bergeat bei den Vorkommen von Gellivare und Concepcion optisch zweiachsig. Starke Doppelbrechung. N annähernd bei dem mexicanischen Vorkommen $1,59$. Pleochroitisch. Nach neuen Bestimmungen¹⁾ $N_\alpha = 1,595$; $N_\gamma = 1,620$. Doppelbrechung ca. $0,025$ optisch positiv.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar, wird schwarz und magnetisch.

¹⁾ A. Bergeat, ZB. Min. etc. 1914, 107.

Im Kölbchen Wasser.

Von Salzsäure teilweise zersetzbar, unter Abscheidung von Kieselgallert.

Umwandlung von Wollastonit in Nontronit. Eine interessante Bildung von mexicanischem Nontronit, dessen Analyse S. 151 gegeben wurde, beobachtete A. Bergeat.²⁾ Wollastonit fällt aus Eisenvitriollösung, wie andere Kalkminerale, z. B. Calcit, Eisenoxydhydrat. A. Bergeat beobachtete eine sehr jugendliche Neubildung von Nontronit aus Wollastonit, welche entstanden ist aus Sulfaten, durch die Einwirkung von Wollastonit.

Der Nontronit von Gellivare (Lappland) ist nach A. Bergeat¹⁾ zum größten Teil aus Hornblende hervorgegangen, aber auch an die Stelle von Feldspat getreten. Letztere Umwandlung ist ein komplizierter Vorgang, es ist kein Verwitterungsvorgang, wie bei der Hornblende.

Protonontronit

ist ein mit Carbonaten gemengter Nontronit.

Anthosiderit.

Analyse.

Fe ₂ O ₃	. . . . .	34,99
SiO ₂	. . . . .	60,08
H ₂ O	. . . . .	3,59
		98,66

Von Antonio Pereira, Minas Geres; anal. Schnedermann, Pogg. Ann. 52, 292 (1841).

Formel: 2FeO.9SiO₂.2H₂O.

Faserig, ähnelt dem Kakoxen. Dichte 3. Härte 6¹/₂. Ockergelb. Strich braun.

Vor dem Lötrohre schwer zu magnetischer Kugel schmelzend. In HCl zersetzbar.

Müllerit.

Dem Nontronit nahe verwandt ist der von F. Zambonini aufgestellte Müllerit.

Synonyma: Zamboninit. Da der Name Müllerit für ein Guanomineral bereits vergeben war, so schlägt M. Bauer²⁾ für dieses Silicat den Namen Zamboninit vor.

	1.	2.	3.
MgO	0,35	—	0,13
MnO	0,63	—	—
Al ₂ O ₃	4,30	7,15	—
Fe ₂ O ₃	35,88	35,75	42,49
SiO ₂	48,82	47,10	47,59
H ₂ O	9,66	10,00	9,79
	99,64	100,00	100,00

1. Aus Manganerzen von Nontron (Dordogne); anal. F. Zambonini, Z. Kryst. 32, 157 (1900). Mittel aus drei sehr gut übereinstimmenden Analysen.

2. Von Tirschenreuth (Bayern); anal. Müller als Nontronit, vgl. C. F. Rammelsberg, Mineralchem. 1875, 649.

3. Von ebenda; anal. Uricoechea, nach C. F. Rammelsberg S. 649.

¹⁾ A. Bergeat, ZB. Min. etc. 1909, 161.

²⁾ M. Bauer, N. JB. Min. etc. 1901, I, 200.

Folgendes Mineral wird von M. Weibull als wasserhaltiges Eisenoxysilicat bezeichnet, von F. Zambonini zum Müllerit gestellt, von welchem es sich kaum unterscheidet.

4.	
δ	2,19
MgO	Spur
CaO	2,09
FeO	0,55
Al ₂ O ₃	9,09
Fe ₂ O ₃	32,54
SiO ₂	48,59
H ₂ O	7,05
	99,91

4. Starbo (Schweden); anal. M. Weibull, Geol. För. Förh. 5, 627; Z. Kryst. 6, 514 (1882).

Formel. F. Zambonini stellt für die erwähnten Vorkommen auf Grund seiner Analyse die Formel auf:



während der Nontronit die Formel $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ hat.

Die theoretische Zusammensetzung für obige Formel ist:

Fe ₂ O ₃	42,55
SiO ₂	47,87
H ₂ O	9,58
	100,00

F. Zambonini stellt auch das Mineral aus dem Graphitgebiet von Passau, welches E. Weinschenk¹⁾ als Nontronit bezeichnet, hierher (s. Anal. 20 S. 151).

Eigenschaften. Farbe gelblichgrün, undurchsichtig, derb. Dichte 1,97. Härte ungefähr die des Talks.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar, geglüht verliert er Wasser, zuerst wird er tonfarben, dann kastanienbraun. In der Borax- oder Phosphorsalzperle Eisenreaktion. Mit Salpeter und Soda schwache Manganreaktion. Von konz. Salzsäure nur langsam zersetzt. Das gesamte Eisen ist, wie ein Versuch bewies, als Ferrisalz vorhanden. Vorkommen mit Manganerzen.

Pinguit.

Varietät des Nontronits.

δ	2,315
MgO	0,45
FeO	6,10
Al ₂ O ₃	1,80
Mn ₂ O ₃	0,15
Fe ₂ O ₃	29,50
SiO ₂	36,90
H ₂ O	25,10
	100,00

Von Wolfenstein; anal. G. Karsten, Schweiggers Journ. 66, 9 (1832).

¹⁾ E. Weinschenk, Z. Kryst. 28, 152 (1897).

Gramenit (Graminit).

Auch dieses Mineral ist zweifelhaft.

K ₂ O	1,14
MgO	0,75
CaO	0,56
MnO	0,67
FeO	2,80
Al ₂ O ₃	6,87
Fe ₂ O ₃	25,46
SiO ₂	38,39
H ₂ O	23,36
	100,00

Von Menzenberg, Siebengebirge; anal. C. Bergmann, N. JB. Min. etc. 1857, 395.

Eigenschaften. Faserig oder stengelig. Grasgrün. Dichte 1,87. Härte 1. Fettglanz.

Melanosiderit.

Amorph. (Zweifelhaftes Mineral).

Analysen.

	1.	2.
Al ₂ O ₃	4,34	—
Fe ₂ O ₃	75,13	79,2
SiO ₂	7,42	7,4
H ₂ O unter 100°	7,68	} 13,4
H ₂ O bei 100°	6,17	
	100,74	100,0

1. Von Mineral Hill, Delaware Co. (Penns.); anal. J. P. Cooke, Am. Journ. 10, 451 (1875).

Nach F. A. Genth¹⁾ vielleicht nur ein unreines Eisenoxyd. Nach J. P. Cooke Fe₈SiO₁₄.6H₂O = 4Fe₂O₃.SiO₂.6H₂O.

Die Zahlen unter (2) geben die Zusammensetzung nach dieser Formel an. Gelatinirt mit Salzsäure.

Vor dem Lötrohre bei Nr. 4^{1/2} der Kobellschen Skala schmelzbar, wobei sich ein magnetisches Glas bildet.

Im Kölbchen gibt das Mineral unter Dekreptieren Wasser.

Dichte 3,391. Härte 4^{1/2}. Schwarz mit rötlichem Stich. Strich bräunlich bis ziegelrot. Glasglanz, pechartig.

Da das Gelatinieren, der Glasglanz und die Schmelzbarkeit doch das Mineral nicht mit den Eisenerzen identifizieren lassen, so wurde es hier eingereiht, doch ist seine Selbständigkeit als Silicat nicht erwiesen.

¹⁾ F. A. Genth, 2. Rep. Miner. Pennsylv. 1876, 216. — S. D. Dana, Mineral. 1892, 703.

Lillit.

Ein sehr zweifelhaftes Mineral ist der Lillit.

Analyse.

FeO	}	54,95
Fe ₂ O ₃		
SiO ₂		32,48
H ₂ O		10,20
CaCO ₃		1,96
FeS ₂		0,63
		100,22

Von Prizbram, mit Pyrit; anal. A. Reuss, Sitzber. Wiener Ak. 25, 530.

Härte 2. Dichte 3,043. Hellgrün. Durch Zersetzung des Pyrits entstanden.

Morencit.

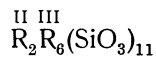
Faserig.

Analyse.

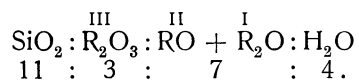
Na ₂ O	0,10
K ₂ O	0,20
MgO	3,99
CaO	1,61
MnO	Spur
FeO	0,83
CuO	Spur
Al ₂ O ₃	1,98
Fe ₂ O ₃	29,68
SiO ₂	45,74
TiO ₂	Spur
H ₂ O bei 105°	8,84
H ₂ O bis 150°	0,12
H ₂ O unter Rotglut	4,27
H ₂ O bei Rotglut	0,69
FeS ₂	0,66
P ₂ O ₅	0,18
	98,89

Von der Arizona Central Mine im Clifton-Morenci-Distrikt (Arizona); anal. W. F. Hillebrand bei W. Lindgren u. W. F. Hillebrand; auch F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. US. Nr. 409, 298 (1910).

Je nachdem man den Wassergehalt als wesentlich annimmt, wird die Formel ein Metasilicat oder ein Orthosilicat ergeben. Die Verfasser sind der Ansicht, daß ein Metasilicat von der Formel:



mit Kristallwasser vorliegt. Die Mol.-Verhältnisse sind:



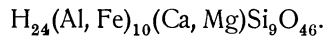
Stilpnochloran.

Analyse.

MgO	1,73
CaO	1,22
FeO	nicht vorhanden
MnO	0,34
Al ₂ O ₃	4,37
Fe ₂ O ₃	44,33
SiO ₂	33,30
P ₂ O ₅	0,37
H ₂ O	14,10
	99,76

Eisenerzbergbau Gobitschau bei Sternberg (Mähren); anal. F. Kretschmer, ZB. Min. etc. 1905, 203.

Formel. F. Kretschmer berechnet die Formel



Indessen ist es nötig, den kleinen Gehalt an MgO und CaO in die Formel einzubeziehen, es ist wahrscheinlicher, daß wir es mit einem Eisenoxysilicat zu tun haben, etwa $H_{24}(Al, Fe)_{10}Si_9O_{45}$.

Eigenschaften. Kristallin, schuppig. Dichte 1,913—1,827. Härte 2—3. Vor dem Lötrohre schmilzt es zu einer schwarzen Kugel.

Im Kolben schwarz werdend und Wasser gebend. Von Salzsäure unter Abscheidung von Kieselsäure leicht zersetzbar.

Eisenhaltige Tone.

Die nachstehend angegebenen Analysen beziehen sich wahrscheinlich nicht auf bestimmte Verbindungen, sondern auf Gemenge. Diese enthalten neben Tonerde große Mengen von Eisenoxyd, oft im Überschuß.

Plinthit.

Analyse.

	1.	2.
CaO	2,60	2,23
MnO	—	0,84
FeO	—	3,25
Al ₂ O ₃	20,76	19,03
Fe ₂ O ₃	26,16	28,01
SiO ₂	30,88	29,55
H ₂ O	19,60	17,39
	100,00	100,30

1. Von Antrim (Irl.); anal. Thomson, Miner. 1, 323 (1836).

2. Von der Insel Skye; anal. F. Heddle, Min. Mag. 5, 26 (1882).

Eigenschaften. Dichte 2,342. Härte 2,75. Ziegelrot, klebt nicht an der Zunge.

Sinopit.**Synonym:** Sinopische Erde, ein Gemenge.**Analyse.**

NaCl	1,5
Al ₂ O ₃	26,5
Fe ₂ O ₃	21,0
SiO ₂	32,0
H ₂ O	17,0
	<hr/>
	98,0

Aus Anatolien; anal. M. H. Klaproth, Beitr. 4, 345 (1807).

Melinit.

	1.	2.
MgO	1,38	—
CaO	—	0,25
Al ₂ O ₃	14,21	26,42
Fe ₂ O ₃	37,76	15,32
SiO ₂	33,23	46,30
H ₂ O	13,24	12,08
	<hr/>	<hr/>
	99,82	100,37

1. Amberg (Bayern); anal. H. Kühn, Schweigg. Journ. 51, 466 (1827).

2. Von Vicz bei Bistritz am Pernstein (Mähren); anal. J. Kovář nach Ref. Z. Kryst. 34, 706 (1901).

Dichte 2,24. Farbe gelb, klebt an der Zunge.

Melit.

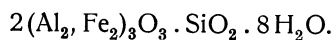
Kristallin.

Analyse.

	1.	2.
CaO	0,78	—
Al ₂ O ₃	35,24	37,85
Fe ₂ O ₃	14,90	14,84
SiO ₂	14,97	13,91
H ₂ O	33,75	33,40
	<hr/>	<hr/>
	99,64	100,00

1. Melit von Saalfeld mit Schrötterit bedeckt; anal. F. Zambonini, Z. Kryst. 32, 163 (1900).

2. Theoret. Zus. nach F. Zambonini, Z. Kryst. 34, 226 (1901).

Formel. Nach F. Zambonini ist diese:**Eigenschaften.** Undurchsichtig, sehr zerbrechlich. Dichte 2,18. Härte 3. Farbe bläulich braun.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Von Säuren leicht zersetzbar, unter Abscheidung von Kieselsäure.

Chromoxydsilicate.

Von C. Doelter (Wien).

Kosmochlor.

Synonyma: Kosmochlorit, Cosmochloro.

Monoklin.

Mineral aus einem Meteoriten.

Analyse.

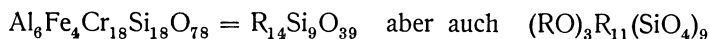
	1.	2.	3.	4.
CaO	6,06	6,29	—	—
MgO	4,55	4,49	—	—
Al ₂ O ₃	9,09	8,50	10,17	9,93
Cr ₂ O ₃	39,39	38,86	44,07	44,66
Fe ₂ O ₃	9,09	8,10	10,17	10,37
SiO ₂	31,82	33,76	35,59	35,04
	100,00	100,00	100,00	100,00

1. Aus dem Meteoriten von Toluca; anal. H. Laspeyres, Z. Kryst. **27**, 594 (1897).
2. Theor. Zusammensetzung nach der Formel: Ca₂Mg₂Fe₂Al₃Cr₉Si₁₀O₄₄.
3. Theor. Zusammensetzung unter Vernachlässigung von CaO und MgO.
4. Theor. Zusammensetzung nach der Formel: (RO₃)R₁₁(SiO₄)₉.

Das Calcium ist unsicher, Titan und Zinn fehlen.

Das Verhältnis RO:R₂O₃:SiO₂ = 3:9:9,6; FeO:MgO:CaO = 1:1:1; Al₂O₃:Cr₂O₃ = 1:3. Daher ergäbe sich Ca₂Mg₂Fe₂Al₃Cr₉Si₁₀O₄₄.

Dieser Zusammensetzung entsprechen die unter 2 angeführten Zahlen. Da aber wahrscheinlicher das Eisen als Oxyd vorhanden ist, so vereinfacht sich die Formel, wenn man die Mengen von MgO und CaO nicht berücksichtigt, zu



wäre möglich.

Da die Annahme, daß wir es nur mit einem Sesquioxydsilicat zu tun haben, nämlich mit einem vorwiegenden Chromoxydsilicat R₁₄Si₉O₃₉ wahrscheinlicher ist, so wurde das Mineral hier eingereiht.

Härte 5—6.

Eigenschaften. Vollkommene Spaltbarkeit nach (010), weniger vollkommen nach (100) und unvollkommen nach (110). Schwarz bis smaragdgrün, unschmelzbar. Schwer löslich in Borax und Phosphorsalz.

Vor dem Lötrohre. Durch Schmelzmittel schwer angreifbar. Die Perlen sind im Oxydationsfeuer heiß gelblichrot, kalt schön bläulichgrün, ebenso im Reduktionsfeuer.

Mit Soda vor dem Gebläse in der Hitze braune Perle, welche beim Erkalten gelb wird.

Chromhaltige Tonmineralien.

In einigen ist Chromoxyd in großen Mengen vorhanden, in anderen mehr untergeordnet. Bei manchen dieser kolloiden Mineralien ist es mehr als zweifelhaft, ob eine Verbindung oder aber ein Gemenge vorliegt.

Wolchonskoit.

Amorph.

Synonym: Wolkonskoit.**Analysen.**

	1.	2.	3.	4.	5.
K ₂ O	Spur	—	—	—	—
MgO	1,91	—	1,60	4,88	4,09
CaO	—	1,39	4,92	2,33	2,77
FeO	—	—	—	4,65	3,46
PbO	1,01	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	6,47	3,50	4,38	0,63	4,33
Cr ₂ O ₃	17,93	18,85	19,34	24,79	22,77
Mn ₂ O ₃	1,66	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	10,43	17,85	2,21	4,60	2,13
SiO ₂	37,01	36,84	42,30	36,04	37,14
H ₂ O über 160° .	} 21,84	} 22,46	7,36	6,65	7,38
H ₂ O bis 160° .			18,18	15,17	15,53
	98,26	100,89	100,29	99,74	99,60

1. Von Okhansk, Sibirien; anal. C. Kersten, Pogg. Ann. **47**, 489 (1839).
2. Von ebenda; anal. L. Iwanoff in N. Kokscharow, Miner. Rußlands **1**, 145.
3. Von Uchtym, Gouv. Wjatka; anal. Karpoff bei P. Krotow, Verh. k. russ. miner. Ges. **40**, 1 (1903); Z. Kryst. **39**, 609 (1903).
4. Von Perm; anal. F. Angel, Z. Kryst. **52**, 574 (1913).
5. Von Echinovka (Rußl.); anal. wie oben.

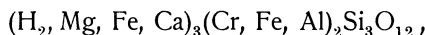
Synthese. F. Angel hat ein Chromkieselsäuregel hergestellt, aus Natronwasserglas und Chromchlorid. Es ist graugrün, klebt an der Zunge, ist schwer aufschließbar; namentlich werden die älteren Gele von Säuren schwer angegriffen, während nur einige Monate alte leicht angegriffen werden. Die Zusammensetzung ist folgende:

Cr ₂ O ₃	28,47
SiO ₂	40,33
H ₂ O geb. . . .	14,06
H ₂ O ads. . . .	16,86
	99,72

Wassergehalt. F. Angel hat die Entwässerungskurve zu bestimmen versucht. Der Wassergehalt ist zum Teil vom Feuchtigkeitsgehalte der Luft abhängig. Ein gewogenes Stück wurde in Wasser geworfen und hatte 17,22% Wasser aufgenommen. Die Wasserabgabekurve ist eine kontinuierliche. Nach 10 Stunden wurde das aufgenommene Wasser wieder abgegeben.

Bei Temperaturen über 100° verlor Wolchonskoit, welcher im Schwefelsäure-exsiccator bis zur Gewichtskonstanz getrocknet war, 11,08% Feuchtigkeit. Beim Erhitzen ergab sich in der Wasserverlustkurve eine horizontale Strecke zwischen 160—190°. F. Angel betrachtete das zwischen 100—160° entweichende Wasser als adsorbiertes, jenes, welches über 190° abgespalten wird, als Konstitutionswasser. Bei 190° beginnen die vorher grünen Splitter des Minerals sich zu verändern und bei 280—300° werden sie braunschwarz.

Formel. F. Angel schließt auf die Formel:



wobei nur das über 160° entweichende Wasser in Betracht gezogen wird. F. Angel weist auf die Ähnlichkeit mit der Granatformel hin, bei der der Chromgranat (Uwarowit) eine ähnliche Zusammensetzung hat (allerdings übersieht er den Wassergehalt).

Formel des künstlichen Gels. F. Angel hat die Entwässerung untersucht und fand ähnliche Verhältnisse, wie beim Wolchonskoit, wenn auch nicht ganz gleiche. Die Verfärbung findet beim künstlichen Gel schon bei 160° statt.

Die Formel desselben ist



Eigenschaften. Härte 1. Dichte 2,3 nach H. Kämmerer, 2,337 nach F. Angel. Letzterer fand die von ihm untersuchten Wolchonskoite amorph, während P. Krotow fand, daß das Mineral aus parallel oder radialfaserigen doppeltbrechenden Teilen zusammengesetzt war. Ich vermute, daß hier, wie bei anderen Gelen, z. B. Meerschaum, allmählich eine Umwandlung des kolloiden Minerals in ein kristallines vor sich geht.

Genesis. Nach F. Angel sind sehr verdünnte Chromisalzlösungen oder Chromhydroxyd-Hydrosole mit Alkalisilicatlösungen zusammengetroffen, wobei sich ein Chromkieselsäurehydrosol bildete. Dieses ist in die Sandsteine gelangt, deren Kalkgehalt für die Ausflockung von Bedeutung war.

Chromhaltige Tonminerale.

Außer den reinen Chromoxydsilicaten haben wir in Analogie mit den Eisentonmineralien auch einige solcher, welche Tonerde und Chromoxyd enthalten, so den Avalit, Miloschin und den Alexandrolith, von welchen allerdings nicht sichergestellt ist, ob es sich um homogene Mineralien handelt. Die Wahrscheinlichkeit ist eher die, daß wir es mit Gemengen zu tun haben.

Miloschin.

Analysen.

Nach S. M. Losanitsch ein Gemenge zweier Mineralien: Alexandrolith und Miloschin.

	1.
K ₂ O	Spur
MgO	Spur
Al ₂ O ₃	13,74
Cr ₂ O ₃	20,76
Fe ₂ O ₃	2,22
SiO ₂	52,07
H ₂ O	10,88
	99,67

1. Von Rudniak; anal. S. M. Losanitsch, Ch. N. **69**, 243 (1894); Ber. Dtsch. Chem. Ges. **28**, 2631 (1895); Z. Kryst. **28**, 218 (1897).

Ältere Analysen sind folgende:

	2.	3.
MgO	0,20	—
CaO	0,30	—
Al ₂ O ₃	45,01	41,33
Cr ₂ O ₃	3,61	8,11
SiO ₂	27,50	28,36
H ₂ O	23,30	22,75
	99,92	100,55

2. Von Rudniak (Serbien); anal. C. Kersten, Pogg. Ann. **47**, 485 (1839).

3. Von Volterra, Toscana; anal. A. Bechi, Am. Journ. **14**, 62 (1852).

Eigenschaften. Dichte 2,131. Härte 1,5—2. Indigoblau bis grün. Unschmelzbar. Eine Formel läßt sich nicht geben.

Alexandrolith.

K ₂ O	Spur
MgO	Spur
Al ₂ O ₃	30,18
Cr ₂ O ₃	9,75
Fe ₂ O ₃	0,91
SiO ₂	46,37
H ₂ O	13,76
	100,97

Von Rudniak, Serbien; anal. S. M. Losanitsch, Ch. N. **69**, 243 (1894); Ber. Dtsch. Chem. Ges. **28**, 2631 (1895); Z. Kryst. **28**, 218 (1897).

Farbe blau.

Chromocker.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	—	—	0,46
K ₂ O	—	—	3,44
Al ₂ O ₃	22,5	30,00	30,53
Cr ₂ O ₃	5,5	2,00	4,28
Fe ₂ O ₃	3,5	3,00	3,15
SiO ₂	57,0	58,50	46,11
H ₂ O	11,0	6,25	12,53
	99,5	99,75	100,50

1. Von Halle; anal. Duflos, Schweiggers Journ. **64**, 251 (1832).

2. Aus Schlesien; anal. J. Zellner, Isis 1834, 637.

3. Von Halle; anal. J. E. Wolff, Journ. prakt. Chem. **34**, 20 (1845).

Letztere Analyse entspricht mehr dem Selwynit. Eine Formel läßt sich nicht geben.

Analyse.	Selwynit.	4.
	MgO	4,56
	Al ₂ O ₃	33,23
	Cr ₂ O ₃	7,61
	SiO ₂	47,15
	H ₂ O	6,23
		98,78

4. Von Heathcote, Victoria (Australien); anal. Cosmo Newberry, Contr. Miner. Victoria, 61; siehe J. D. Dana, Syst. Miner. 1892, 697.

Eigenschaften. Dichte 2,53. Härte 3,5. Farbe smaragdgrün, Bruch uneben bis splitterig.

Vor dem Lötrohre bleicht er und schmilzt zu grauem Glas.
In konzentrierten Säuren teilweise löslich.

Avalit.

Eine Analyse dieses zweifelhaften Minerals sei hierhergestellt:

K ₂ O	4,61
MgO	2,06
Al ₂ O ₃	20,46
Cr ₂ O ₃	10,88
Fe ₂ O ₃	1,18
SiO ₂	54,66
H ₂ O	5,66
	99,51

Berg Avala bei Belgrad; anal. S. M. Losanitsch, wie oben S. 162.

Ist kristallin, wird auch von manchen zum Glimmer gestellt.

Wismutsilicate.

Eulytin (Kieselwismut).

Regulär-tetraedrisch. (W. C. Brögger rechnet das Mineral zur Granatgruppe).

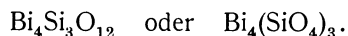
Analysen.	1.	2.	3.
Fe ₂ O ₃	2,50	0,52	—
Bi ₂ O ₃	69,75	80,61	82,23
SiO ₂	22,46	15,93	16,52
P ₂ O ₅	3,12	0,28	1,15 ¹⁾
HF + H ₂ O	0,55	—	—
	98,38	97,34	99,90

1. Vom Schneeberg (Sachsen); anal. C. Kersten, Pogg. Ann. 27, 95.

2. u. 3. Von ebenda; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. 136, 416 (1869).

¹⁾ Inkl. Eisenoxyd.

Formel. Aus den Analysen von G. vom Rath ergibt sich:



Eigenschaften. Dichte 6,106. Härte $5\frac{1}{4}$ —6. Diamantglanz. Halbdurchsichtig. Nelken- oder rötlichbraun, auch wachsgelb, selten schwarz. Muscheliger Bruch.

Vor dem Lötrohre leicht schmelzbar. Auf Kohle Wismutkorn. Gelatiniert mit konz. Salzsäure.

Agricolit.

Monoklin.

Analyse.

Fe ₂ O ₃	0,90
Bi ₂ O ₃	81,82
SiO ₂	16,67
	<hr/>
	99,39

Von Johanngeorgenstadt (Sachsen); anal. A. Frenzel, N. JB. Min. etc. 1873, 792.

Formel. Die Zusammensetzung stimmt mit jener des Kieselwismuts gut überein, so daß man annehmen kann, daß hier dieselbe Formel anwendbar sei, nämlich $\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$, daher vielleicht Dimorphie vorliegt.

Eigenschaften. Matte bis glänzende Kugeln von weingelber bis ölgrüner Farbe.

Bismutoferrit.

Analyse.

δ	4,47
Fe ₂ O ₃	33,33
Bi ₂ O ₃	43,26
SiO ₂	23,08
	<hr/>
	99,67

Von Schneeberg; anal. A. Frenzel, Journ. prakt. Chem. 4, 355 (1871) und N. JB. Min. etc. 1872, 516.

Ist ein Gemenge, ebenso Hypochlorit.

Uransilicat.

Von A. Ritzel (Jena).

Uranophan (Uranotil).

Der Uranophan wurde von M. Websky¹⁾ gefunden und von ihm näher beschrieben. Danach bildet er blaßhonniggelbe Nadeln, die einen blätterigen Bruch zeigen. Die Härte ist 2—3, das spez. Gewicht ist 3,81—3,90. Der Uranophan soll rhombisch kristallisieren. Von P. Pjatnitzky²⁾ wird das aber bezweifelt. Auf alle Fälle ist das Mineral kristallographisch noch nicht genau untersucht. Nach der Analyse von H. B. v. Foullon³⁾ hat es folgende Zusammensetzung:

¹⁾ M. Websky, Z. Dtsch. Geol. Ges. 5, 427 (1853) und 11, 384 (1859).

²⁾ P. Pjatnitzky, Z. Kryst. 21, 74 (1893).

³⁾ H. B. v. Foullon, J. k. k. geol. R.A. 33, 1 (1883).

CaO	7,49
Fe ₂ O ₃	0,47
UO ₃	64,36
SiO ₂	13,47
H ₂ O	13,32
	99,11

P. Groth¹⁾ gibt dementsprechend die Formel an: CaU₂Si₂O₁₁ · 5H₂O.
 Wahrscheinlich ist der Uranophan ein Zersetzungsprodukt des Gummits,
 mit dem er, ihn überziehend oder durchdringend, zusammen vorkommt.
 Uranotil kristallisiert nach P. Pjatnitzky triklin.

Silicate der seltenen Erden.

Von **C. Doelter** (Wien).

Wir teilen diese Silicate ein: 1. In solche, welche nur ganz geringe Mengen von anderen Metallen als die seltener Erden enthalten, wie Cerit; ferner 2. in beryllium- und eisenhaltige, wie Gadolinit; 3. Silicate, welche neben den seltenen Erden noch viel Calcium aufweisen; zu diesen gehören: Britholith und Beckelith; 4. Silicate, welche Aluminium, dann in größeren Mengen auch Calcium neben den Metallen seltener Erden führen, wie Hellandit. Hierher würde eventuell auch der Orthit zu stellen sein; da dieser jedoch mehr ein Calciumaluminiumsilicat ist, welches doch verhältnismäßig wenig Ceroyd führt, so möge er besser bei der analogen Epidotgruppe behandelt werden; 5. Borosilicate der seltenen Erden. Es sind namentlich die Mineralien der Melanocerit-Cappelenitgruppe; 6. eine besondere Stellung nimmt der Thortveitit ein, welcher durch seinen hohen Skandiumgehalt ausgezeichnet ist und welcher wohl hier seinen Platz finden kann; 7. dann reiht sich an das Carbonosilicat Kainosit.

Die unter 1. erwähnten Silicate sind reine Silicate der seltenen Erden. Die unter 2—5 erwähnten sind komplexe Silicate; ebenso der Kainosit.

Analysegang für die Silicate der seltenen Erden.

Von **K. Peters** (Oranienburg-Berlin).

Hauptbestandteile: Ceriterden (Ce, La, Di), Yttererden (Y, Er), Kieselsäure.

Nebenbestandteile: Th, Zr, Be, Fe, Mn, Al, Ca, Mg, K, Na, Wasser.

Wasser. Die Bestimmung des Wassers erfolgt nach den in Bd. I, S. 589 f. und Bd. II, 1, S. 110 f. angegebenen Methoden.

Kieselsäure. Bei der Analyse von Cerit, Orthit, Gadolinit und anderen erdsäurefreien Mineralien dieser Gruppe kann folgender Analysegang eingehalten werden. Diese Mineralien werden beim Erhitzen mit rauchender Chlorwasserstoffsäure vollständig unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzt. Die Bestimmung der Kieselsäure erfolgt in der Bd. I, S. 565 f. beschriebenen Weise. Im Filtrat (F₁) können dann die Basen bestimmt werden.

Bestimmung der Basen. Das Filtrat (F₁) wird unter Luftabschluß mit ausgekochtem Ammoniak gefällt: Niederschlag (N₂) und Filtrat (F₂). Um die

¹⁾ P. Groth, Chem. Kristallographie 2, 445.

Fällung von Mg und Mn zu verhindern, muß die Lösung (F₁) genügend Ammoniumchlorid enthalten. Die Ammoniakfällung wird wiederholt, um den Kalk vollständig in Lösung zu erhalten. (N₃ und F₃).

Der Niederschlag (N₃) enthält die Cerit- und Yttererden, Th, Zr, Be, Fe und Al.

In Lösung (F₃) bleiben Mn, Ca, Mg und die Alkalien; diese werden auf die übliche Weise bestimmt.

Der Niederschlag (N₃) wird in Chlorwasserstoffsäure gelöst und mit Oxalsäure gefällt. Über die einzuhaltenden Bedingungen siehe Bd. III, S. 192. In den Niederschlag (N₄) gehen die Cerit- und Yttererden sowie Th; in Lösung (F₄) bleiben Zr, Be, Al, Fe.

Der Niederschlag (N₄) wird geglüht, die Oxyde in Chlorwasserstoffsäure gelöst und die neutrale Lösung nach Bd. III, S. 216 mit Natriumthiosulfat gefällt. Man erhält Niederschlag (N₅) und Filtrat (F₅).

Der Niederschlag (N₅) wird mit Chlorwasserstoffsäure zersetzt, die Lösung mit Oxalsäure gefällt, der Niederschlag geglüht und als ThO₂ gewogen.

Das Filtrat (F₅) wird mit Chlorwasserstoffsäure zersetzt, eingedampft und nach dem Filtrieren des ausgeschiedenen Schwefels mit Oxalsäure gefällt. Beim Glühen erhält man die Cerit- und Yttererden. Die Bestimmung des Cers erfolgt nach Bd. III, S. 195, die Trennung der Cerit- und Yttererden nach Bd. III, S. 204.

Das Filtrat (F₄) wird eingedampft, im Rückstand die Oxalsäure mit roter rauchender Salpetersäure zersetzt und Zr, Be, Al und Fe nach den Bd. III, S. 123—126 angegebenen Methoden getrennt.

Nach H. Beck¹⁾ wird die Oxalsäure auch vollkommen und glatt zersetzt, indem man zur kochenden Lösung so lange Ammoniumpersulfat in kleinen Anteilen zusetzt, als sich noch Kohlensäure entwickelt.

Einfache Silicate der seltenen Erden.

Von **C. Doelter** (Wien).

Cerit.

Rhombisch.

Synonym: Lanthanocerit z. T.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
MgO . . .	1,25	—	—	—	—	—
CaO . . .	3,56	1,23	1,31	1,65	4,35	1,69
MnO . . .	0,27	—	—	—	—	—
FeO . . .	3,17	4,98	1,54	1,46	3,92	3,18
Al ₂ O ₃ . . .	1,68	—	—	—	1,26	—
La ₂ O ₃ . . .	16,33	8,47	7,28	3,51	} 35,37	34,60
Di ₂ O ₃ . . .	18,05	—	—	3,90		
Ce ₂ O ₃ . . .	26,55	58,50	64,55	60,99	24,06	33,25
SiO ₂ . . .	16,06	21,30	19,18	21,35	22,79	18,18
(CO ₂) . . .	4,62	—	—	0,83	—	—
H ₂ O . . .	8,10	5,52	5,71	6,31	3,44	5,18
	99,64	100,00	99,57	100,00	99,52 ²⁾	96,08

¹⁾ H. Beck, Dissertation, München 1907. — H. Kellermann, Die Ceritmetalle und ihre pyrophoren Legierungen 1912, 112.

²⁾ Inkl. 4,33% Gangmasse.

1. Lanthanocerit, wahrscheinlich mit Lanthanit (Lanthanarbonat) gemengt, Bastnäsgrube von Ryddarhyttan (Schweden); anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **82**, 406 (vgl. auch C. F. Rammelsberg, Mineralchemie 1875, 662).
2. Von ebenda; anal. Th. Kjerulf, Ann. Chem. u. Pharm. **87**, 12 (1833).
3. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **107**, 632 (1859).
4. Von ebenda; anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **82**, 406 (1861).
5. Von ebenda; anal. G. Nordström, Vet. Ak. Stockholm, **30**, 16 (1873).
6. Von ebenda; anal. J. Stolba u. Kettner, Sitzber. Böhm. Ak. Prag 1870, 372.

	7.	8.
MgO	1,12	2,65
Fe ₂ O ₃	3,49	} 2,14
Al ₂ O ₃	2,64	
Y ₂ O ₃	16,36	} 63,18
La ₂ O ₃	—	
Pr ₂ O ₃	8,45	
Nd ₂ O ₃	16,49	
Ce ₂ O ₃	24,80	} 20,14
SiO ₂	17,92	
H ₂ O	6,95	
	98,22	

7. Von Riddarhyttan; anal. W. Muthmann u. L. Stützel, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **32**, 2675 (1899); Z. Kryst. **35**, 383 (1902).

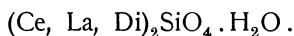
Es ist dies eigentlich die einzige genaue Analyse des Cerits, in welcher die seltenen Elemente Neodymium und Praseodymium voneinander getrennt wurden.

8. Von Schweden; anal. A. Arche, Monatshefte f. Chem. **4**, 913 (1883); Sitzber. Wiener Ak. 1883.

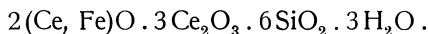
Außerdem werden in dieser unvollständigen und wohl ungenauen Analyse noch 5,94 CaCO₃, 0,21 CuS₂, 0,17 Bi₂S₃ und 2,85 MoS₂ angegeben, deren Provenienz unklar ist; wahrscheinlich handelt es sich um einen mit Wismutglanz, Molybdänglanz und Kupferkies verunreinigten Cerit, also um ein Gemenge.

Seltene Bestandteile. Im Cerit wurden außer den in den Analysen angegebenen Elementen noch einige in Spuren vorkommende aufgefunden; so von H. St. Claire Deville¹⁾ Vanadium, Titan und Tantal, von G. Krüss und Nilson auch Samarium.²⁾

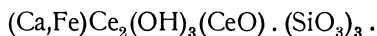
Formel. C. F. Rammelsberg³⁾ stellte die Formel auf:



Aus der Analyse Nr. 5 ergibt sich die Formel:



Über den Wassergehalt ist nur wenig bekannt, so daß es zweifelhaft ist, ob man es mit Konstitutionswasser oder mit Kristallwasser zu tun hat. P. Groth nimmt ersteres an und wird dann die Formel:



Eigenschaften. Dichte 4,86—4,912. Härte 5,5.

¹⁾ H. St. Claire Deville, Ann. chim. phys. **6**, 344 (1861).

²⁾ G. Krüss u. Nilson, Öfv. Akad. Stockholm **44**, 371 (1887); vgl. auch W. Crookes, Ch. N. **54**, 21 (1886).

³⁾ C. F. Rammelsberg, Mineralchem. 1875, 662.

Wachs- bis Pechglanz. Wenig durchscheinend. Farbe nelkenbraun, kirschrot, rötlichgrau. Strich grauweiß.

Nicht spaltbar. Splitteriger Bruch. Spröde.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. G. Spezia¹⁾ gelang es mit einem eigenen Lötrohre unter Anwendung von erwärmter Luft Cerit in der Reduktionsflamme zu braunem Email zu schmelzen.

Färbt die Boraxperle gelb, welche Farbe beim Erkalten schwindet. In Phosphorsalz schwer zu bräunlichgelbem (in der Kälte weißem) Glas schmelzbar.

Cerit ist nach G. Bardet²⁾ radioaktiv. Nach M. W. Travers³⁾ entwickelt er beim Erhitzen H_2 und O.

Durch HCl unter Gallertbildung zersetzbar.

Vorkommen. Auf einem Lager im Gneis mit Hornblende, Biotit, Orthit, Kupferkies und Wismutglanz.

Anhang.

Ein bisher unbenanntes Ceriummineral, dessen Stellung unklar ist und welches man auch zu den Titano-Zirkonosilicaten rechnen könnte, stelle ich hierher. Es ist auch als Titanocerit auffaßbar.⁴⁾

Analyse.

CaO	2,33
FeO	3,70
CuO	0,67
Y_2O_3	6,97
La_2O_3	6,73
Di_2O_3	2,27
Ce_2O_3	34,20
Er_2O_3	0,67
SiO_2	6,57
TiO_2	14,73
ZrO_2	11,67
ThO_2	0,73
UO_2	Spur
P_2O_5	3,30
SO_3	0,97
H_2O	3,43

Von Batum, Südkaukasus; anal. G. Tschernik, J. russ. phys.-chem. Ges. **28**, 345 (1896); Z. Kryst. **31**, 513 (1899).

Eine Formel wurde nicht aufgestellt.

Dichte 5,08. Härte 5–6. Farbe fast schwarz mit braunrotem Strich. Fettglanz. Spröde, ohne Spaltbarkeit. Bruch uneben bis splitterig. Fast undurchsichtig. Argon- und Heliumgehalt, siehe S. 181.

¹⁾ G. Spezia, Z. Kryst. **14**, 504 (1884).

²⁾ G. Bardet, Bull. Soc. min. **27**, 65 (1904).

³⁾ M. W. Travers, Proc. Roy. Soc. **64**, 130 (1898).

⁴⁾ J. Schilling, Vork. d. seltenen Erden (München 1904) 85, nennt das Mineral Certitanit.

Rowlandit.

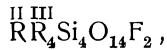
Tesseral?

Analyse.

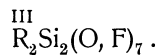
Alkalien	0,28
MgO	1,62
CaO	0,50
MnO	0,67
FeO	4,39
Fe ₂ O ₃	0,09
Y-Gruppe	47,70
La-Gruppe	9,34
Ce ₂ O ₃	5,06
SiO ₂	26,04
ThO ₂	0,59
H ₂ O	0,24
F	3,87
CO ₂	0,34
P ₂ O ₅	Spur
X ¹⁾	0,39
	101,12
O für F	- 1,63
	99,49

Von Llano Co., Texas; anal. W. F. Hillebrand, bei W. E. Hidden, Am. Journ. 46, 208 (1893); Z. Kryst. 25, 107 (1896).

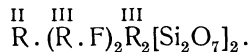
Formel. W. E. Hidden berechnet die folgende Formel:



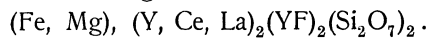
wobei er die kleinen Mengen von Alkalien, Ca, Mn und Mg zum Eisenoxydul schlägt; es wäre aber leicht denkbar, daß es sich teils um Verunreinigungen, teils um feste Lösung handelt, so daß ich lieber den Rowlandit als ein fluorhaltiges Silicat von Y, La und Ce betrachte von der ungefähren Formel:



W. C. Brögger²⁾ schreibt die Formel:



P. Groth schreibt in analoger Weise den Rowlandit:



und bezeichnet ihn als intermediäres Silicat.

W. E. Hidden berechnet die Zusammensetzung folgendermaßen: I nach der Analyse, II nach der Formel.

	1.	2.
Si	12,73	12,93
Y	50,83	50,37
Fe	6,50	6,46
F	4,05	4,39
O	25,89	25,85
	100,00	100,00

¹⁾ X ist ein Gemenge unbestimmter Erden mit U und etwas Ti.

²⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. 42, 438 (1907).

Eigenschaften. Bräunlich flaschengrüne Farbe, Glasglanz, Härte 6, Dichte 4,515. Bruch muschelig.

In Säuren unter Gelatinieren zersetzbar.

Vor dem Lötrohre schwillt er an und leuchtet stark; unschmelzbar.

Eine Umwandlung in eine ziegelrote Substanz wurde konstatiert durch Oxydation von FeO, womit auch Aufnahme von Wasser und Kohlensäure verbunden ist.

Vorkommen. In Pegmatitgängen mit Gadolinit und Yttrialith.

Thalenit.

Analysen.

Monoklin. $a:b:c = 1,154:1:0,602$, $\beta = 80^\circ 12'$.

	1.	2.	3.
δ	4,227	4,11–4,16	3,945
Na ₂ O	0,26	0,36	1,07
MgO	0,21	0,10	0,40
CaO	0,49	0,37	2,19
Al ₂ O ₃	0,45	0,25	0,35
Fe ₂ O ₃	0,30	—	1,51
Y ₂ O ₃	63,35	63,91	58,58
SiO ₂	29,88	30,89	27,69
SnO ₂	0,23	0,19	0,22
H ₂ O	2,08	1,54	2,70
(CO ₂)	1,04	—	3,32
N, He etc.	1,40	1,96	2,50
	99,69	99,57	100,53

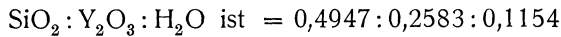
1. Fleischrote Hauptvarietät, 2. gelbe Varietät, 3. Verwittert, weich. Sämtliche von Österby in Dalekarlien; anal. C. B. Benedicks, Geol. För. Förh. **20**, 308 (1898); Z. Kryst. **32**, 614 (1900).

Die neueste Analyse ist folgende:

	4.
δ	4,41
Na ₂ O	0,08
MgO	0,05
CaO	0,11
Fe ₂ O ₃	0,45
Y ₂ O ₃	61,84
(La, Di) ₂ O ₃	4,15
Ce ₂ O ₃	0,83
SiO ₂	28,88
SnO ₂	0,22
ThO ₂	0,18
Glühverl.*)	3,33
	100,12
	*) davon H ₂ O = 1,73

4. Vom Askager Quarzbruch, Wermland; anal. R. Mauzelius bei Hj. Sjögren, Geol. För. Förh. **28**, 93 (1906); Z. Kryst. **45**, 102 (1908).

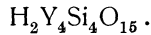
Formel. Das Verhältnis



für die erste Analyse, dagegen für die zweite:

$$2 : 1 : 0,5.$$

Das Wasser entweicht erst über 100° und wird erst vollständig in der Glühhitze ausgetrieben; die Formel ist nach der zweiten Analyse:



C. Benedicks bringt dieses Mineral mit Yttrialith, Rowlandit und Kainosit in eine Gruppe als von $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ deriviert.

Diese Ansicht Benedicks wird jedoch von W. F. Hillebrand bestritten (vgl. S. 172).

Hj. Sjögren gibt ebenfalls die Formel: $\text{R}_2\text{Si}_2\text{O}_7$, schließt sich also der Ansicht von C. Benedicks an.

Hellfleischrot, Fettglanz, halbdurchsichtig, Bruch uneben. Härte 6,5. Brechungsquotienten.

$$N_\alpha = 1,7312, \quad N_\beta = 1,7375, \quad N_\gamma = 1,7436, \quad 2V = 67^\circ 35'.$$

Alle Werte für Natriumlicht.

Vorkommen. Mit Fluocerit in einer Quarzgrube, auch mit Gadolinit und Allanit.

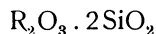
Yttrialith.

Analysen.

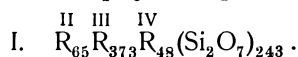
	1.	2.
MgO	0,16	—
CaO	0,67	0,60
MnO	0,88	0,77
FeO	1,96	2,89
PbO	0,80	0,85
Al ₂ O ₃	—	0,55
Fe ₂ O ₃	0,76	—
Y ₂ O ₃	43,45	46,50
La ₂ O ₃	5,18	2,94
Ce ₂ O ₃	3,07	1,86
SiO ₂	29,63	29,17
TiO ₂	0,05	—
ThO ₂	10,85	12,00
UO ₂	1,64	0,83
H ₂ O über 105° .	0,32	—
H ₂ O unter 105° .	0,04	0,79
Cl	0,11	—
P ₂ O ₅	0,12	—
N, He, F, Alk. . .	(0,31)	—
	100,00	99,75

1. Von Llano Cy., Texas; anal. W. F. Hillebrand, Am. Journ. (4) **13**, 145 (1902).
2. Von ebenda; anal. W. E. Hidden u. J. B. Makintosh, Am. Journ. **38**, 474 (1889).

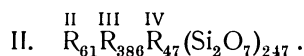
Formel. Aus Analyse 2 berechneten die Verfasser das Sauerstoffverhältnis der gesamten Basen zur Kieselsäure wie 3:4, daher die Formel



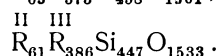
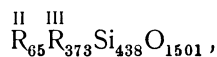
oder



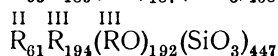
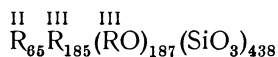
W. F. Hillebrand¹⁾ kommt zu der Formel:



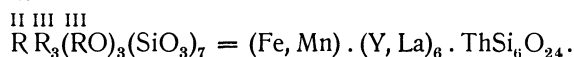
Zieht man diesem zufolge Th, U und die entsprechende Menge Si und O ab, so werden die obigen Formeln I und II:



Es liegt ein basisches Salz der Metakieselsäure vor:



oder angenähert:



Die drei Mineralien Yttrialith, Gadolinit und Rowlandit zeigen nahe Übereinstimmung in ihren relativen Mengen der Erdmetalle.

Eigenschaften. Orangegelb, auf Bruchflächen olivengrün, Dichte 4,575. Härte 5—5,5.

In HCl leicht löslich. Beim Erhitzen dekrepitiert das Mineral und zerfällt zu Pulver. Durch Glühen wird es tabakbraun und unlöslich; unschmelzbar. Es kommt mit Gadolinit im Granit vor.

Komplexe Silicate der seltenen Erden.

An die bisher betrachteten einfachen Silicate der seltenen Erden schließen sich einige an, welche außer den seltenen Erden noch ein zweiwertiges Metall (Ca, Be, Fe) enthalten, also den komplexen Alumosilicaten vergleichbar sind. Diese sollen im Anschluß an die einfachen Silicate seltener Erden gebracht werden, damit alle Verbindungen mit größeren Mengen solcher Erden, welche je genetisch zusammengehören, zusammen betrachtet werden.

Diese Mineralien sind: Gadolinit, Beckelith, Britholith und Hellandit.

Ferner gibt es noch Mineralien wie Orthit welche jedoch neben geringeren Mengen der Oxyde seltener Erden größere Mengen von Tonerde und Ca enthalten, so daß es richtiger erscheint, diese bei den Aluminium-Calciumsilicaten zu behandeln.

Gadolinit.

Monoklin prismatisch. $a:b:c = 0,6273:1:0,6607$. $\beta = 90^\circ 33\frac{1}{2}'$ (nach P. Groth).

¹⁾ W. F. Hillebrand, Z. Kryst. **38**, 526 (1903).

Isomorph mit Homilit, und dann, wenn auch weniger, verwandt mit Datolith und Euklas, daher werden gewöhnlich diese vier Mineralien zusammen betrachtet und in einer Gruppe vereinigt.

Analysenzusammenstellung.

Ältere Analysen.

Da in früheren Jahren die Trennung der seltenen Erden eine sehr unvollkommene war, so haben die Analysen vor 1870 keinen Wert; einen solchen Wert besitzen eigentlich nur die aus den letzten 20 Jahren stammenden. Die Anordnung ist daher eine historische.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O	0,25	—	—	—	—	—
BeO	10,94	8,97	9,39	6,56	10,03	8,58
MgO	—	0,33	Spur	0,24	—	—
CaO	0,27	0,83	1,11	0,79	0,57	0,36
MnO	0,19	—	—	—	—	—
FeO	8,18	12,40	12,40	16,04	7,47	11,50
Al ₂ O ₃	0,14	2,82	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—	—	2,15	—	4,07	2,85
Yttererden . .	22,93	42,75	35,16	30,59	38,13	45,51
(La, Di) ₂ O ₃ . .	14,40	—	—	—	—	—
Ceroxyde . . .	4,80	8,65	6,52	9,93	13,55	7,01
Er ₂ O ₃	11,65	—	4,11	10,91	—	—
SiO ₂	23,65	23,25	25,16	24,24	25,35	24,36
P ₂ O ₅	—	—	1,28	—	—	—
Glühverlust . .	3,03	1,03	2,32	0,62	1,34	0,50
	100,43	101,03	99,60	99,92	100,51	100,67
	7.	8.	9.	10.	11.	12.
δ	—	4,096	4,201	4,254	4,65	—
Na ₂ O	0,19	0,18	0,20	0,23	0,28	0,32
K ₂ O	—	—	0,15	0,12	0,18	0,20
BeO	10,10	10,55	9,24	9,19	7,19	5,46
MgO	0,26	0,07	0,07	0,11	0,14	0,16
CaO	0,37	0,35	0,64	0,71	0,34	0,47
MnO	0,16	0,12	0,22	0,18	—	0,11
FeO	12,19	12,97	13,69	12,93	10,43	11,36
PbO	0,05	0,05	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	—	0,12	0,28	0,31	2,34	0,54
Fe ₂ O ₃		0,21			1,13	3,59
Y ₂ O ₃	45,62	47,06	44,35	44,45	9,50	12,63
Er ₂ O ₃					—	12,74	15,80
(Di, La) ₂ O ₃ . .	6,67	3,33	5,22	5,01	21,23	19,10
Ce ₂ O ₃		0,92	2,65	2,66	11,10	6,87
SiO ₂	23,72	23,84	22,87	22,80	22,13	21,86
ThO ₂	0,35	0,31	—	—	0,89	0,81
Glühverlust . .	—	—	0,72	0,79	0,86	0,74
	99,68	100,08	100,30	100,42 ¹⁾	100,48	100,02

¹⁾ Unlöslich 0,93%.

1. Von Carlberg (Schweden); anal. N. Lindström, Geol. För. Förh. **2**, 218 (1874).
2. Von Finbö (Schweden); anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, *Man. de Minér.* (Paris 1874) **2**, XIII.
3. Von Ytterby (Schweden); anal. J. S. Humpidge u. W. Bourney, *Journ. chem. Soc.* **35**, 117 (1879).
4. Von Hitterö (Norwegen); anal. wie oben.
5. Von Ytterby; anal. C. F. Rammelsberg, *Sitzber. Berliner Ak.* 1886, 549.
6. Von Hitterö; anal. wie oben.
7. Von Hitterö; anal. C. W. Blomstrand, *Lunds Univers.-Arch.* 1888, 24; *Z. Kryst.* **20**, 366 (1892).
8. Von Ytterby; anal. C. W. Blomstrand, wie oben.
9. u. 10. Von Llano Co. (Texas); anal. F. A. Genth, *Am. Journ.* **38**, 198 (1889).
11. u. 12. Devils Head Mts. (Color.); anal. L. G. Eakins, *Ch. N.* **53**, 282 (1886).

Analysen von W. Petersson (1890).

	13.	14.	15.	16.	17.
δ	4,51	4,24	4,29	—	4,225
Na ₂ O	0,17	0,17	0,15	0,49	0,53
BeO	9,65	10,17	9,91	9,89	9,90
MgO	0,22	—	0,12	—	—
CaO	0,42	0,30	0,42	0,03	0,10
MnO	0,19	0,25	—	0,09	0,07
FeO	11,16	11,14	12,89	10,74	10,74
Al ₂ O ₃	—	0,58	—	—	—
Fe ₂ O ₃	0,84	1,45	0,60	2,26	2,22
Gadoliniterden . .	46,51	45,96	45,30	35,78	35,16
Ce ₂ O ₃	1,21	1,69	3,84	4,42	} 16,67
Übrige Ceriterden .	4,26	3,02	2,57	11,42	
SiO ₂	24,28	24,35	23,88	23,52	23,54
ThO ₂	0,39	0,30	0,41	0,37	0,26
H ₂ O	0,54	0,52	0,37	1,40	1,40
	99,84	99,90	100,46	100,41	100,59

	18.	19.	20.	21.	22.
δ	4,235	4,002	—	4,06	4,02
Na ₂ O	0,20	0,35	0,35	0,22	0,13
BeO	10,13	10,47	9,10	8,87	9,30
MgO	—	0,10	—	0,06	0,18
CaO	0,09	0,46	0,69	1,81	1,84
MnO	0,41	—	0,16	0,32	0,12
FeO	10,29	9,44	12,66	8,85	5,78
B ₂ O ₃	—	—	—	—	Spur
Al ₂ O ₃	—	—	0,29	0,79	—
Fe ₂ O ₃	1,84	2,02	0,72	3,28	3,07
Gadoliniterden . .	40,73	36,71	46,08	38,09	35,95
Ce ₂ O ₃	4,51	6,61	0,52	2,69	2,33
Übrige Ceriterden .	4,45	7,40	4,13	7,00	12,01
SiO ₂	24,19	23,58	24,55	24,40	23,32
ThO ₂	0,32	Spur	0,75	0,83	0,88
H ₂ O	1,46	2,38	0,80 ¹⁾	2,38	3,36
	98,62	99,52	100,80	99,59	98,35 ²⁾

1) Etwas zu hoch ausgefallen.

2) 0,08% Kohlenstoff.

13. Grüner Teil, anisotrop, von Hitterö; anal. W. Petersson, Geol. För. Förh. 1888, 181 u. Inaug.-Dissert. Upsala, 1890. Nach Ref. Z. Kryst. **20**, 376 (1892); N. JB. Min. etc. 1891, I, 373.
14. Von Ytterby; anal. wie oben.
15. Grüner, reinster Anteil, von ebenda; anal. wie oben.
16. Isotrope, grüne Substanz, von Broddbo; anal. wie oben.
17. Von demselben Material; anal. wie oben.
18. Grün, isotrop, gibt schwache Borreaktion. Von Gamla Karafvet; anal. wie oben.
19. Umgewandelt, schwache Borreaktion, von Nya Karafvet; anal. wie oben.
20. Von Torsåker. Im Innern frisch, grün, isotrop; anal. wie oben.
21. Von Carlberg (Dalekarlien), isotrop, umgewandelt; anal. wie oben.
22. Von Malö (SO. Grimstad, Norwegen); anal. wie oben.

W. Petersson berechnet aus seinen Analysen die folgenden Verhältnisse:

	RO : R ₂ O ₃ : SiO ₂		
Analyse 18	2,91	1	: 2,08
„ 19	2,96	1	: 2,02

Analysen von G. Tschernik.

	23.	24.	25.	26.
δ	4,582	4,544	4,285	4,221
Na ₂ O	0,14	0,18	Spur	—
BeO	10,10	10,57	5,18	2,58
MgO	0,24	0,20	0,86	—
CaO	0,40	0,31	0,62	0,47
MnO	0,13	0,22	0,03	—
FeO	11,59	14,34	12,05	10,25
Al ₂ O ₃	—	—	Spur	Spur
(Y, Er...) ₂ O ₃	46,79	47,10	49,95	62,00
(La, Pr, Nd) ₂ O ₃	4,03	0,42	4,17	—
Ce ₂ O ₃	1,46	0,13	1,06	—
SiO ₂	23,35	25,29	24,63	23,30
ThO ₂	0,32	0,03	—	—
H ₂ O	0,57	0,52	0,49	0,42
	99,12	99,31	99,04	99,02

23. Von Hitterö, amorph; anal. G. Tschernik, Verh. d. kais. russ. min. Ges. **43**, 451, 467 (1905); N. JB. Min. etc. 1907, II, 367.
24. Von ebenda, kristallisiert; anal. wie oben.
25. Von Ytterby, glasähnlich, fast schwarz; anal. wie oben.
26. Von ebenda; anal. wie oben.

	27.	28.	29.	30.
δ	0,004	4,447	4,295	4,107
Alkalien	Spur	Spur	Spur	Spur
MgO	0,17	0,02	0,22	0,09
BeO	2,23	6,50	8,08	13,09
CaO	0,75	0,52	0,62	0,36
MnO	0,12	—	0,03	0,12
FeO	9,65	12,40	9,36	7,68
PbO	—	—	0,02	—
Al ₂ O ₃	0,46	—	0,18	—
Y ₂ O ₃ , Er ₂ O ₃	—	48,10	48,77	50,51
(La, Pr, Nd) ₂ O ₃	59,08	5,64	4,13	1,06
Ce ₂ O ₃	—	1,86	3,89	0,30
SiO ₂	26,20	23,70	22,90	25,70
TiO ₂	—	—	Spur	—
ThO ₂	—	Spur	0,31	—
P ₂ O ₅	—	—	Spur	—
H ₂ O	0,53	0,55	0,60	0,52
	99,19	99,29	99,11	99,43

27. Aus der Umgegend von Fahlun (Schweden), dunkelgrün, fast schwarz; anal. wie oben.

28. Von einer der Inseln unweit Kap Lindesnäs (Hitterö).

29. Wahrscheinlich von Ytterby; anal. wie oben.

30. Aus Dalekarlien; anal. wie oben.

	31.	32.	33.	34.
δ	4,382	4,536	4,2333	
Na ₂ O	Spur	Spur	Spur	Spur
K ₂ O	Spur	Spur	Spur	Spur
BeO	9,98	0,54	1,03	—
MgO	0,21	—	0,65	0,05
CaO	0,60	0,62	0,62	10,06
MnO	—	Spur	—	0,27
FeO	12,74	1,58	12,99	—
Al ₂ O ₃	Spur	—	Spur	—
Y ₂ O ₃	42,94	51,94	48,32	28,05
(La, Pr, Nd) ₂ O ₃	5,52	} 14,49	4,91	20,22
Ce ₂ O ₃	1,94		2,48	Spur
(CO ₂)	—	—	—	12,26
SiO ₂	24,41	26,08	28,87	21,57
TiO ₂	—	—	—	0,97
ThO ₂	0,30	2,77	Spur	Spur
H ₂ O	0,48	0,97	0,39	5,56
	99,12	98,99	100,26	99,01

31. Von Idaho (Amer.); G. Tschernik, K. russ. chem.-phys. Ges. **36**, 25 (1904).

32. Dunkelflaschengrüner Einschluß in diesem Gadolinit; anal. wie oben.

33. Von Ytterby, grünlichschwarz; anal. ebenda 287.

34. Einschluß im kristallinen Gadolinit von Hitterö (vgl. N. 24), stark CO₂-haltig, vielleicht eine Mischung von Kainosit (vgl. S. 192) und Lanthanit; anal. derselbe, siehe bei Analyse 24.

Eine weitere Analyse G. Tscherniks bezieht sich auf einen wahrscheinlich verunreinigten Gadolinit, welcher eine Beimengung von Titanoniobat enthält. Nach Abzug der entsprechenden Mengen läßt sich die Zusammensetzung auf 100%₀ berechnen.

	35.	35 a.
K ₂ O	nicht best.	—
BeO	4,22	4,74
MgO	Spur	Spur
CaO	0,53	1,58
MnO	Spur	Spur
FeO	10,02	11,24
Al ₂ O ₃	Spur	Spur
Y ₂ O ₃	28,38	31,84
La ₂ O ₃	4,86	2,59
(Pr, Nd) ₂ O ₃	4,99	2,67
Er ₂ O ₃	11,01	12,35
Ce ₂ O ₃	4,92	2,61
SiO ₂	22,20	24,91
TiO ₂	5,08	4,65
Nb ₂ O ₅	1,05	—
H ₂ O	0,73	—
	98,87 ¹⁾	100,00 ¹⁾

35. Aus Granitgeschiebe, Mündung des Tschoroch, Batumsches Gebiet; anal. G. Tschernik, J. russ. phys.-chem. Ges. **28**, 34, 653, 684 (1902); nach Ref. N. JB. Min. etc. 1903, II, 192.

35 a. Berechnung nach N. JB. Min. etc. 1907, II, 366.

Endlich noch eine Analyse eines australischen Vorkommens:

	36.
δ	4,14
BeO	12,28
MgO	0,69
FeO	10,38
Y ₂ O ₃	33,40
(La, Di) ₂ O ₃	18,30
Ce ₂ O ₃	2,50
SiO ₂	23,33
Glühverl.	0,32
	101,20

36. Aus Granit vom Cooglegong-Zinnfeld (W.-Austr.); anal. B. F. Davis bei A. G. Maitland, Bull. geol. S. West-Austr. 1906, Nr. 23, 65; Z. Kryst. **45**, 314 (1908).

Der Glühverlust besteht aus He, H₂, N₂, CO₂.

Formel.

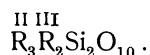
C. F. Rammelsberg²⁾ hat einige Analysen berechnet, wobei es sich allerdings zum Teil auch um ältere Analysen vor 1888 handelt.

¹⁾ In der Summe im Referat ein Fehler.

²⁾ C. F. Rammelsberg, Mineralchem. 2. Suppl. Leipzig 1895.

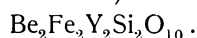
Das Verhältnis von $\overset{\text{II}}{\text{R}}:\overset{\text{III}}{\text{R}}_2:\text{Si}$ schwankt zwischen den Zahlen 3,3:1:2,1 und 2,5:1:2,1. Es ist häufig 3:1:2.

Die allgemeine Formel wäre nach ihm:

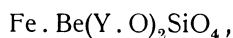


Das Verhältnis Fe:Be ist meistens 1:2,5; doch beobachtet man auch 1:5 und 1:3. Das Verhältnis Y:Ce schwankt stark, man findet 14:1 bis 3:1.

Die Formel wird von C. Hintze¹⁾ nach W. Blomstrand geschrieben:



P. Groth schreibt:



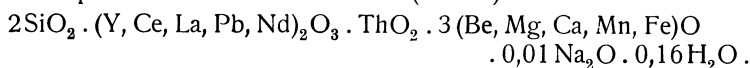
während W. Petersson die Formel



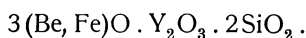
anwendet.

G. Tschernik²⁾ hat für seine oben mitgeteilten Analysen Formeln berechnet:

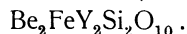
1. Amorpher Gadolinit von Hitterö (Nr. 23):



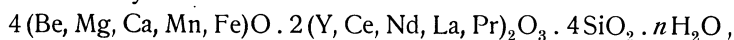
Unter Vernachlässigung der Alkalien und des Wassers wird die Formel:



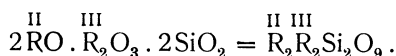
2. Kristalliner Gadolinit von ebenda (Anal. Nr. 24):



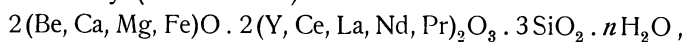
3. Von Ytterby:



oder allgemein



4. Von Ytterby (Anal. Nr. 25):



oder unter Berücksichtigung der vorherrschenden Elemente:



5. Gadolinit von Fahlun:



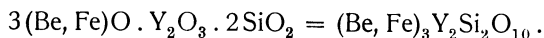
6. Kap Lindesnäs (Anal. Nr. 28):



7. Gadolinit von Ytterby (Anal. Nr. 33):



8. Gadolinit von Dalekarlien:



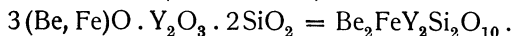
9. Gadolinit von Batum (Anal. Nr. 35a)



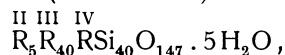
¹⁾ C. Hintze, Mineral. 1, 187.

²⁾ G. Tschernik, l. c., vgl. S. 175.

10. Gadolinit von Idaho (Anal. Nr. 31):



11. Gadolinit von Idaho (Anal. Nr. 32):



das Verhältnis

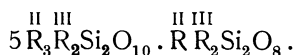


Entweder liegt hier ein neues Mineral vor oder es handelt sich um ein Gemenge.

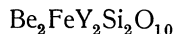
G. Tschernik bespricht auch die Formeln, welche sich aus den alten Analysen ergeben, die Berlins von Ytterby gibt:



Die von Th. Scheerer und die von J. S. Humpidge (Anal. Nr. 3) führen zu der Formel:



A. Himmelbauer¹⁾ hat nach der G. Tschermakschen Methode (vgl. Bd. II, 1) die Säure isoliert und fand darin die Datholithsäure $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, diese stimmt mit der Formel:



und zeigt die Ähnlichkeit mit dem isomorphen Datholith.

Chemisch-physikalische Eigenschaften.

Dichte, wie aus den bei den Analysen angegebenen Zahlen hervorgeht, schwankend ca. 4—4,5 (Veränderung beim Glühen siehe S. 180). Härte an frischen Stücken gegen 7, an verwitterten 6 und darunter. Farbe pechschwarz bis grünlichschwarz, meist undurchsichtig, nur in dünnen Splintern gras-olivengrün, zum Teil aber braun. Bruch muschelig. Strich grünlichgrau, auch grünlichgelb und grünlich. Schwacher Glasglanz, manchmal etwas fettig.

Optische Eigenschaften. Ebene der optischen Achsen die Symmetrieebene. Achsenwinkel nach A. des Cloizeaux $2H = 107^\circ 18'$ für Gelb, nach Eichstädt für Natriumlicht:

$$2H = 105^\circ, \quad 2V = 85^\circ 28'.$$

Gadolinit ist oft ein Gemenge von doppelbrechender und isotroper Substanz.

Ein durchgreifender chemischer Unterschied existiert zwischen beiden nicht. Wahrscheinlich ist die doppelbrechende Masse die ursprüngliche, während die isotrope ein Umwandlungsprodukt dieser ist.

Manche Gadolinite erscheinen wie amorph (vgl. z. B. das Material von Analyse Nr. 25) und viele bestehen aus einem anisotropen und einem isotropen Anteil. Häufig ist auch ein Gemenge brauner und grüner Partien, welche verschiedene Auslöschungsrichtungen haben. Die braune Masse ist pleochroitisch.

Vor dem Lötrohre verhält sich der isotrope Teil anders als der anisotrope. Die isotropen Gadolinite blähen sich sehr stark auf und geben eine

¹⁾ A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak. 115 I, 1147 (1906); N. JB. Min. etc. 1907, I, 349.

graugrüne Masse; sie sind sehr schwer schmelzbar; während die kristallinen ihre Durchsichtigkeit behalten, sind die amorphen kaum durchscheinend.

Pyrognomie. H. Rose¹⁾ konstatierte am Gadolinit von Ytterby beim Erhitzen eine Lichterscheinung, ein plötzliches Erglühen. Nach Th. Liebisch,²⁾ welcher die Erscheinung genau verfolgte, handelt es sich um eine Temperaturstrahlung. Durch die Wärmeentwicklung tritt eine Temperaturerhöhung ein. Die Temperatur im Ofen war bei Beginn der Verglimmung 811°.

Die Untersuchungen von W. C. Brögger,³⁾ W. Petersson,⁴⁾ sowie von G. T. Prior⁵⁾ ergaben, daß im Gadolinit und anderen pyrognomischen Mineralien, zu denen Äschynit, Euxenit, Samarskit und Pyrochlor gehören, eine Umwandlung des ursprünglichen kristallinen Minerals in den amorphen Zustand Platz gegriffen hat. Verschiedenheiten sind im großen und ganzen nicht vorhanden, obgleich die Ansicht W. Peterssons, daß gar kein Unterschied vorhanden ist, vielleicht doch, nach den Analysen von G. Tschernik eine kleine Einschränkung verdient. Durch Glühen wird nach Th. Liebisch der amorphe Zustand wieder in den kristallinen zurückgeführt. Die Umwandlung tritt erst beim Verglimmen ein. Erhitzt man kristallinen Gadolinit, so steigt seine Erhitzungskurve mit der Ofentemperatur gleichmäßig.

Volumenänderung bei der Zustandsänderung des Gadolinit.⁶⁾ Beim Glühen von Gadolinit tritt eine Zunahme der Dichte ein, wie auch im Orthit, während im Äschynit eine Abnahme stattfindet, ebenso bei Fergusonit.

Mineral	Fundort	Dichte	
		Vor d. Glühen	Nach d. Glühen
Gadolinit	Hitterö	{ 4,35	4,63 ⁷⁾
		{ 4,51	4,73 ⁸⁾
		{ 4,36	4,61 ⁸⁾
	Ytterby	{ 4,097–4,226	4,287–4,456 ⁹⁾
		{ 4,29	4,52 ⁸⁾
	Hitterö	{ 4,289	4,371 ¹⁰⁾
		{ 3,470	3,523 ¹¹⁾
		{ 4,582	4,807 ¹¹⁾
		{ 4,544	4,752 ¹¹⁾
		{ 4,285	4,455 ¹¹⁾
Kap Lindesnäs	{ 4,447	4,769 ¹¹⁾	
	{ 4,107	4,324 ¹¹⁾	
Orthit	Fille Field	{ 3,65	3,94 ⁷⁾
		{ 3,54	3,76 ⁷⁾
	Hitterö	{ 3,450–3,456	3,505 ⁸⁾
		{ 3,496	3,597 ⁷⁾
		{ 3,452	3,580 ⁷⁾

¹⁾ H. Rose, Pogg. Ann. **59**, 479 (1843).

²⁾ Th. Liebisch, Sitzber. Berliner Ak. **20**, 351 (1910).

³⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 110, 174, 495; **25**, 427 (1890).

⁴⁾ W. Petersson, l. c.

⁵⁾ G. T. Prior, Min. Mag. **10**, 234 (1894).

⁶⁾ Zusammenstellung zum Teil nach Th. Liebisch, l. c.

⁷⁾ Th. Scheerer, Pogg. Ann. **51**, 493; **56**, 485 (1842); **61**, 636 (1844).

⁸⁾ W. Petersson, l. c.

⁹⁾ H. Rose, Pogg. Ann. **103**, 314 (1858).

¹⁰⁾ W. Ramsay u. M. W. Travers, Z. f. phys. Chem. **25**, 568 (1898).

¹¹⁾ G. Tschernik, l. c.

Radioaktivität. Gadolinit ist nur sehr schwach radioaktiv, wie V. M. Goldschmidt¹⁾ konstatierte, entsprechend dem geringen ThO₂-Gehalt.

R. J. Strutt²⁾ fand für Gadolinit von Hitterö $1,36 \times 10^{-8}$ Radium, doch ist die Bestimmung als Gadolinit unsicher.

Heliumgehalt. R. J. Strutt fand in dem erwähnten Vorkommen cmm per 100 g: 1050. Das Verhältnis Ra:He ist 1:50. Th. Liebisch³⁾ machte darauf aufmerksam, daß es unrichtig war, das Erglimmen und die damit verbundene Dichteveränderung mit dem Entweichen von Helium bei Äschynit und Gadolinit in Zusammenhang zu bringen, wie dies W. Ramsay und M. W. Travers⁴⁾ glaubten, da das Helium schon viel früher bei Erhitzung entweicht. Der Energieverlust beim Erglühen pyrognomischer Mineralien ist nicht verknüpft mit der Abgabe von Helium, sondern mit der Rückbildung des kristallisierten Zustands aus dem amorphen (siehe S. 180).

Das S. 168 erwähnte Ceritmineral welches von G. Tschernik untersucht wurde, enthält Gase; er fand

O	4,8
He	3,6
N	90,5
	98,9

Journ. russ. phys-chem. Ges. St. Petersburg **29**, 291 (1897); Z. Kryst. **31**, 514 (1899).

Genesis. Gadolinit ist ein Mineral der Pegmatitgänge, daher ist eine Entstehung aus Schmelzfluß unter Mitwirkung von Kristallisatoren, oder vielleicht auch durch Pneumatolyse wahrscheinlich. Als Begleiter erscheinen Feldspat, Quarz, auch Orthit, Ilmenit, Fergusonit, Monazit und Xenotim.

Britholith.

Rhombisch. $a:b:c = 0,620:1:0,423$ nach Chr. Winther. Hexagonal nach O. B. Böggild.⁵⁾

Analysen.

	1.	2.
Na ₂ O	1,85	2,06
MgO	0,13	} 11,18
CaO	11,28	
Fe ₂ O ₃	0,43	} 60,90
(La, Di, Ce) ₂ O ₃	60,54	
SiO ₂	16,77	16,70
P ₂ O ₅	6,48	6,59
F	1,33	1,32
H ₂ O	1,27	1,25
	100,08	100,00

1. Von Naujakasik (Grönland); anal. Chr. Winther, Meddelelser om Grönland **24**, 181 (1899); Z. Kryst. **34**, 686 (1901).

2. Berechnete Zusammensetzung.

¹⁾ V. M. Goldschmidt, Z. Kryst. **45**, 494 (1908).

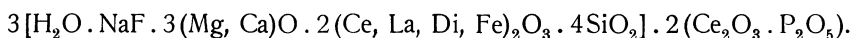
²⁾ R. J. Strutt, Proc. Roy. Soc. **76**, 581 (1908).

³⁾ Th. Liebisch, l. c. 363.

⁴⁾ W. Ramsay u. M. W. Travers, Proc. Roy. Soc. **64**, 62 (1898); l. c. vgl. S. 180.

⁵⁾ O. B. Böggild, Z. Kryst. **50**, 435 (1912).

Formel. O. B. Böggild und Chr. Winther berechnen die Formel:



Aus dieser Formel wurden die unter 2 angegebenen Zahlen berechnet.

Eigenschaften. Opaq, Fett- bis Glasglanz, braun. Doppelbrechung schwach, zirka 0,004. Optisch negativ.

Dichte 4,446. Härte $5\frac{1}{2}$.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar, im Lichtbogen schmilzt er und erstarrt zur durchsichtigen Kugel, diese besteht nach O. B. Böggild¹⁾ aus einem einzigen Kristalle.

Nach O. B. Böggild in verdünnter kochender Salzsäure vollkommen löslich.

Vorkommen. Im Pegmatit mit Arfvedsonit, Eudialith, weißem Feldspat, Steinstrupin, Nephelin, Sodalith und Ägirin.

Beckelith.

Tesseral.

Analyse.

Na ₂ O . . .	0,78
K ₂ O . . .	0,39
MgO . . .	Spur
CaO . . .	15,46
Mn ₂ O ₃ . . .	0,07
SiO ₂ . . .	17,13
ZrO ₂ + R ₂ O ₃	65,31
Glühverl. . .	0,99

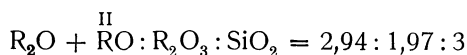
100,13

Zusammensetzung von ZrO₂ + R₂O₃

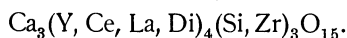
Al ₂ O ₃ . . .	0,30
Fe ₂ O ₃ . . .	Spur
ZrO ₂ . . .	2,50
(Y, Er) ₂ O ₃ . . .	2,80
La ₂ O ₃ . . .	13,60
Di ₂ O ₃ . . .	18,00
Ce ₂ O ₃ . . .	28,10

Aus Gang-Mariupolit, von Mariupol (Asowsche Granittafel); anal. J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **24**, 120 (1905).

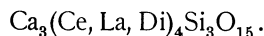
Formel. Das Verhältnis



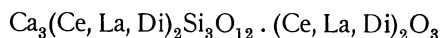
oder 3 : 2 : 3. Die Formel ist daher:



Zählt man die kleine Menge des Zr zum Si und ferner die Alkalien zu Ca, so vereinfacht sich die Formel und ergibt:



Man kann sie mit der Granatformel in Übereinstimmung bringen:



oder



Beckelith ist analog den Alumosilicaten: ein Cer-Lanthanosilicat des Calciums.

Eigenschaften. Dichte 4,15. Härte 5. Spaltbar nach (100).
Bruch muschelrig.

¹⁾ O. B. Böggild, Z. Kryst. **50**, 435 (1912).

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Leicht in der Phosphorsalzperle auflöslich, wobei die Perle gelblichgrün wird.

Sowohl vor als nach dem Glühen in Säuren leicht löslich.

Hellandit.

Monoklin prismatisch. $a:b:c = 2,0646:1:2,507$. $\beta = 109^{\circ} 45'$ (nach W. C. Brögger).

Analysen.	1.	2.
δ	3,48	3,41–3,33
Na_2O	0,26	0,23
K_2O	0,06	0,06
MgO	—	0,10
CaO	10,05	9,81
Al_2O_3	10,22	10,12
Mn_2O_3	5,69	5,91
Fe_2O_3	2,64	2,56
Y_2O_3	} 40,12	19,29
Er_2O_3		15,43
Ce_2O_3		1,01
SiO_2	23,55	23,66
ThO_2	—	0,62
H_2O	7,55	11,75
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100,14 ¹⁾	100,55

1. Von Lindvikskollen bei Kragerö (Norw.); anal. O. N. Heidenreich bei W. C. Brögger, Z. Kryst. **42**, 430 (1907); Nyt. Mag. f. Naturw. **41**, 217 (1903).
2. Von ebenda; anal. L. Andersen-Aars, wie oben.

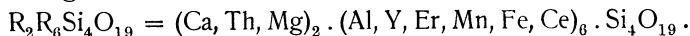
Die Berechnung der Analyse 2 ergibt folgende Zahlen:

Mol.-Gew.		
62	Na_2O	0,0037
94	K_2O	0,0005
40	MgO	0,0025
56	CaO	0,1752
102	Al_2O_3	0,0992
158	Mn_2O_3	0,0374
160	Fe_2O_3	0,0160
226	Y_2O_3	0,0854
380	Er_2O_3	0,0406
328	Ce_2O_3	0,0031
60,4	SiO_2	0,3917
264	ThO_2	0,0024

Daher ergibt sich, wenn man die Alkalien auf Rechnung von beigemengtem Feldspat annimmt, folgendes Verhältnis:

$$\text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 0,1825 : 0,2775 : 0,3666 \quad \text{oder} \quad 2 : 3 : 4.$$

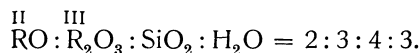
Daraus ergibt sich die Formel:



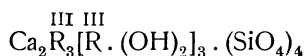
¹⁾ Im Original 100,19.

W. C. Brögger berücksichtigt dabei das Wasser nicht, da er es für sekundär hält. Wahrscheinlicher ist es mir jedoch, daß es sich um adsorbiertes Wasser (eventuell sogenanntes gelöstes Wasser) handelt, wie wir es bei vielen Silicaten gefunden haben (vgl. auch die Arbeiten von F. Zambonini). Diese Annahme wird durch die Versuche von L. Andersen-Aars bestätigt. Es zeigte sich, daß der Wassergehalt gleichmäßig und ohne Sprünge bis zu 6% bei 500° abnahm und erst bei heller Rotglut das Maximum von 11,75% erreichte. Jedoch meint W. C. Brögger auf Grund eines weiteren Versuches von O. N. Heidenreich, daß das bei Glühhitze entweichende Wasser genau 5% beträgt und daß dieser Anteil als Konstitutionswasser anzunehmen sei. Seither ist allerdings wahrscheinlich geworden, daß auch Wasser, welches nicht Konstitutionswasser ist, in manchen Fällen trotzdem erst bei hohen Temperaturen entweicht, wie denn überhaupt diese Frage eine äußerst schwierig zu entscheidende ist.

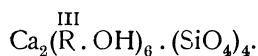
Unter Berücksichtigung dieses Teiles des Wassers erhält W. C. Brögger das Verhältnis:



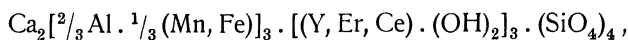
Die Formel ist nach ihm:



oder



Auf Grund kristallographischer Ähnlichkeiten des Hellandits mit Topas, Danburit und Guarinit, welche nahestehende Achsenverhältnisse haben, nimmt W. C. Brögger, um die Formel dieser Mineralien in gute Übereinstimmung zu bringen, die erstgenannte Formel an. Er berechnet die Analyse von L. Andersen-Aars auf 100 (unter Abzug der Alkalien und der auf diese entfallenden kleinen Mengen von Al_2O_3 und SiO_2 , wenn man eine mechanische Beimengung von Feldspat annimmt) und vergleicht diese Zahlen mit denen unter Annahme der Formel



wobei für die seltenen Erden ein Molekulargewicht von 276 (?) angenommen ist.

	3.	4.
MgO	0,11	—
CaO	10,71	11,17 ¹⁾
Al ₂ O ₃	10,59	10,17
Mn ₂ O ₃	6,45	} 7,88
Fe ₂ O ₃	2,80	
Y ₂ O ₃	21,06	} 40,30
Er ₂ O ₃	16,86	
Ce ₂ O ₃	1,10	
SiO ₂	24,18	24,09
ThO ₂	0,68	—
H ₂ O	5,46	5,39
	100,00	99,00 ²⁾

¹⁾ Bezieht sich auf CaO + MgO + ThO₂.

²⁾ Im Original irrtümlich 100 angegeben. Die Berechnung ist daher falsch.

3. Analyse 2 auf 100° berechnet, unter Annahme von 5% Wasser und Berechnung der Alkalien als Feldspat.

4. Theoretische Zusammensetzung: $\text{Ca}_2[\frac{9}{8}\text{Al}, \frac{1}{8}(\text{Mn}, \text{Fe})]_3[(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce})_3(\text{OH})_2]_3(\text{SiO}_4)_4$, wobei für die seltenen Erden ein Atomgewicht von 276 angenommen ist. (Berechnung von W. C. Brögger.)

Physikalische Eigenschaften.

Dichte 3,69—3,70. Härte 5,5 bei den frischen Stücken; weiße, stark zersetzte zeigen nur 1—2. Farbe bei frischen braunrot, nußbraun.

Bei zersetzten Stücken ist die Dichte geringer.

Schwach glasglänzend, Auslöschungsschiefe nach (010) bei zersetzten stark wechselnd. Bei frischen: Winkel $c:\gamma = 43 \frac{1}{2}^\circ$.

Umwandlung. Hellandit ist zumeist zersetzt, die stark zersetzten sind weich, erdig und weiß. Eine Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

	5.
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0,41
MgO	0,13
CaO	9,97
Al_2O_3	9,67
Mn_2O_3	3,13
Fe_2O_3	2,01
Y_2O_3	19,71
Er_2O_3	13,26
Ce_2O_3	0,37
SiO_2	27,88
ThO_2	0,30
H_2O	13,09
	99,93

5. Von Kragerö; anal. L. Andersen-Aars bei W. C. Brögger, l. c.

Es zeigt der Vergleich mit dem frischen Material, daß vorzugsweise die Sesquioxide der seltenen Erden weggeführt wurden. Das durchschnittliche Molekulargewicht der seltenen Erden macht in der Analyse 5 vielleicht 327 aus, während es bei Analyse 3 und 4 nur 247 bzw. 276 ausmachen soll.

Unverändert erscheint bei der Zersetzung der Gehalt an Al_2O_3 , Y_2O_3 und Ce_2O_3 , dagegen der von Er_2O_3 stark verringert.

Der Wassergehalt ist natürlich stark gestiegen.

W. C. Brögger beschrieb auch Pseudomorphosen von Mikroklin nach Hellandit.

Vorkommen. In einem Pegmatitgange mit Feldspat, Turmalin, Orthit, Euxenit, Titanit und Thorit, auch Apatit.

Borosilicate der seltenen Erden.

Über die Konstitution dieser Salze lassen sich sichere Anhaltspunkte nicht geben, daher es nicht sicher ist, ob sie von einer Boro-Kieselsäure ableitbar

sind oder ob feste Lösungen von Silicat und Borat vorliegen. Wir behandeln auch diese Silicate hier, um alle ähnlichen Verbindungen der seltenen Erden zusammen zu betrachten.

Melanoceritgruppe.

Die vier trigonalen Mineralien Cappelenit, Melanocerit, Karyocerit und Tritomit sind kristallographisch nahe verwandt; ihre Achsenverhältnisse sind:

Cappelenit . . .	$a : c = 1 : 1,2903,$
Melanocerit . . .	$a : c = 1 : 1,25537,$
Karyocerit . . .	$a : c = 1 : 1,1845,$
Tritomit . . .	$a : c = 1 : 1,114.$

Melanocerit.

Analyse.

Na ₂ O	1,45
MgO	0,14
CaO	8,62
B ₂ O ₃	3,19
Al ₂ O ₃	0,83
Mn ₂ O ₃	1,22
Fe ₂ O ₃	2,09
Y ₂ O ₃	9,17
La ₂ O ₃	12,94
Di ₂ O ₃	7,67
Ce ₂ O ₃	20,76
CO ₂	1,75
SiO ₂	13,07
ZrO ₂	0,46
CeO ₂	3,68
ThO ₂	1,66
P ₂ O ₅	1,29
Ta ₂ O ₅	3,65
H ₂ O	3,01
F	5,78
	<hr/>
	102,43
ab O = 2F.	2,43
	<hr/>
	100,00

Von Kangerdluarsuk (Grönl.); anal. P. T. Cleve bei W. C. Brögger, Z. Kryst. 16, 472 (1890).

W. C. Brögger berechnet folgende Quotientenzahlen:

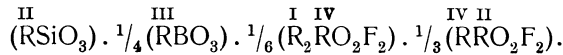
I	Ca(Ta, P) ₂ O ₆	0,034
II	(Ca, Mg, H ₂ , Na ₂) ₂ Si ₂ O ₆	0,436
III	Ca ₂ C ₂ O ₆	0,080
IV	H ₄ (Zr, Th, Ce) ₂ O ₄ F ₄	0,064
V	(Y, Ce) ₂ B ₂ O ₆	0,092
VI	R ₂ R ₂ O ₄ F ₄	0,144

In der letzten Formel sind R = Ce, La, Di, Al, Fe, Mn, daher das Verhältnis von I:II:III:IV:V:VI ist:

$$\frac{1}{12} : 1 : \frac{1}{5} : \frac{1}{6} : \frac{1}{4} : \frac{1}{3}.$$

Die Formel W. C. Bröggers ist nicht einwandfrei, weil sie von der Voraussetzung ausgeht, daß Cappelinit und Melanocerit wegen ihrer kristallographischen Ähnlichkeit auch analoge Formeln haben müssen, und daher das Fluor eine Art der Bindung haben muß, daß dadurch die Rolle der Borsäure ersetzt wird, was heute kaum annehmbar ist.

Die Formel W. C. Bröggers lautet:



Eigenschaften. Dichte 4,129, im Mittel nach P. T. Cleve 4,113—4,148. Tiefbraun bis schwarz, in Schlifren hellgelb durchsichtig. Härte 5—6. Bruch muschelrig.

Doppelbrechung ziemlich stark, negativ. Kleiner Achsenwinkel, 5—8°.

Vor dem Lötrohre entfärbt er sich und quillt auf, schmilzt nicht. Im Kölbchen Wasserabgabe.

In Salzsäure unter Abscheidung von Kieselsäure löslich.

Vorkommen. In Pegmatitgängen mit Ägirin, Wöhlerit, Zirkon, Feldspat, Leukophan, Astrophyllit, Flußspat und umgewandeltem Sodalith.

Karyocerit.

Analyse.

Na ₂ O	1,42
MgO	0,17
CaO	7,37
B ₂ O ₃	(4,70)
Al ₂ O ₃	0,87
Mn ₂ O ₃	0,66
Fe ₂ O ₃	1,36
Y ₂ O ₃	2,21
La ₂ O ₃	14,34
Di ₂ O ₃	6,75
Ce ₃ O ₃	14,83
CO ₂	0,35
SiO ₂	12,97
ZrO ₂	0,47
CeO ₂	5,89
ThO ₂	13,64
UO ₂	Spur
P ₂ O ₅	0,86
Ta ₂ O ₅	3,11
F	5,63
H ₂ O	4,77
	<hr/>
	102,37*)
ab O = F ₂	2,37
	<hr/>
	100,00

Aröscheeren (Norw.); anal. W. C. Brögger, Z. Kryst. 16, 478 (1890).
im Original unrichtig.

*) Summe

W. C. Brögger berechnet daraus:

$\text{Ca}(\text{Ta}, \text{P})_2\text{O}_6$	0,026
$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{H}_2, \text{Na}_2)_2\text{Si}_2\text{O}_6$	0,432
$\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4$	0,016
$\text{H}_4(\text{Zr}, \text{Th}, \text{Ce})_2\text{O}_4\text{F}_4$	0,180
$(\text{Y}, \text{Ce}, \text{Di})_2\text{B}_2\text{O}_6$	0,134
$\text{R}_2\text{R}_2\text{O}_4\text{F}_4$	0,072

Eine befriedigende Formel läßt sich nicht geben.

Eigenschaften. Glasglanz, harzähnlich. Nußbraun. Dichte 4,286 bis 4,305. Härte 5—6. Optisch isotrop.

Beim Glühen wird er heller und quillt auf. Mit KHSO_4 und CuF_2 deutliche Borreaktion.

Cappelenit.

Es ist dies ein bariumhaltiges Borosilicat, ein komplexes Silicat. Um jedoch sämtliche Silicate (mit Ausnahme der Titanosilicate und verwandten, welche wir bei Titan und anderen vierwertigen Elementen im dritten Band behandeln) der seltenen Erden zusammen zu betrachten, sei es gleich hier bei den ihm verwandten Silicaten eingereicht.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na_2O	0,25	0,53	0,53
K_2O	0,20	0,22	0,22
CaO	0,67	0,56	0,67
BaO	8,02	8,29	8,29
B_2O_3	(17,16)	(16,96)	(16,98)
Y_2O_3 }	—	—	52,62
La_2O_3 }	57,68 ¹⁾	57,52 ¹⁾	2,97
CeO_2 }	—	—	1,29
SiO_2	14,21	14,11	14,66
ThO_2	—	—	0,80
Glühverlust	1,81	1,81	0,61
	100,00	100,00	98,64 ²⁾

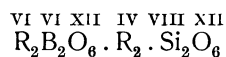
1. u. 2. Von der Insel Klein-Arö (Norw.); anal. P. T. Cleve bei W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 462 (1890).

3. Zur Berechnung angewandte Zahlen.

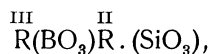
Formel. W. C. Brögger berechnet folgende Formel:

$(\text{Y}, \text{La}, \text{Di})_2\text{B}_2\text{O}_6$	0,4860
$\text{Y}_2\text{Si}_2\text{O}_9$	0,2068
$(\text{Ce}, \text{Th})_2\text{Si}_2\text{O}_6$	0,0309
$(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)_2\text{Si}_2\text{O}_6$	0,1540

die Formel wäre:



oder



¹⁾ Inkl. ThO_2 .

²⁾ Im Original steht 100,00.

worin $\overset{\text{III}}{\text{R}} = \text{Y, La, Di}$ und $\overset{\text{II}}{\text{R}} = \text{Ba, Ca, Na}_2, \text{K}_2$.

Eigenschaften. Fettartiger Glasglanz. Durchscheinend. Grünlichbraun. Bruch muschelrig. Doppelbrechung stark und negativ.

Vor dem Lötrohre unter Aufblähen ziemlich schwierig zu weißem Email schmelzbar. Im Kölbchen Spuren von Wasser gebend.

Mit Fluorcalcium und Kaliumbisulfat, am Platindraht erhitzt, gibt das Mineral Borsäurereaktion. Durch Salzsäure leicht zersetzbar.

Vorkommen. In einem im Augitsyenit auftretenden Pegmatitgang.

Tritomit.

Hexagonal-rhomboedrisch-hemimorph oder Trigonal hemimorph.

Nach W. C. Brögger ist der Tritomit ein Glied der Cappelenit-Melanoceritreihe. Vgl. S. 186.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	0,56	1,40	0,71
K ₂ O	2,10	—	—
MgO	0,16	—	—
CaO	6,41	7,04	6,97
SrO	0,71	—	—
BaO	0,19	—	—
B ₂ O ₃	—	7,31	8,37
Al ₂ O ₃	1,61	1,18	0,88
Mn ₂ O ₃	0,49	0,67	0,34
Fe ₂ O ₃	2,27	1,67	1,55
Y ₂ O ₃	0,42	2,97	2,58
Di ₂ O ₃	44,05	5,57	4,76
La ₂ O ₃		16,31	21,56
Ce ₂ O ₃	10,66	10,65	8,14
SiO ₂	15,38	13,54	13,59
ZrO ₂	3,63	1,09	1,03
SnO ₂	0,74	—	—
CeO ₂	4,48	11,69	11,26
ThO ₂	—	9,51	8,58
Ta ₂ O ₅	—	1,15	1,11
H ₂ O	5,63 ¹⁾	6,40	6,48
F	—	4,29 ²⁾	3,15 ³⁾
	99,49	100,63	99,73

1. Von der Insel Låven (Lamö); anal. F. P. Möller, Am. Journ. **34**, 222; Ann. Chem. u. Pharm. **120**, 241 (1861). (Bei ZrO₂ auch Tantalsäure.)

2. Von der Umgegend von Brevik; anal. N. Engström, Inaug.-Diss. Upsala; Z. Kryst. **3**, 200 (1879).

3. Von Barkevik; anal. wie oben.

¹⁾ Glühverlust.

²⁾ Nach Abzug von 1,81 für O = 2F.

³⁾ Nach Abzug von 1,33 für O = 2F.

Formel. W. C. Brögger deutet die Analysen folgendermaßen:

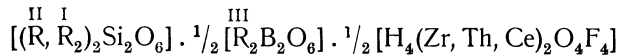
	2.	3.
CaTa ₂ O ₆	0,006	0,004
(Ca, Na ₂ , H ₂) ₂ Si ₂ O ₆	0,452	0,454
H ₄ (Zr, Th, Ce) ₂ O ₄ F ₄	0,224	0,214
R ₂ B ₂ O ₆	0,280	0,268

Für die Formel fehlen an Borsäure:

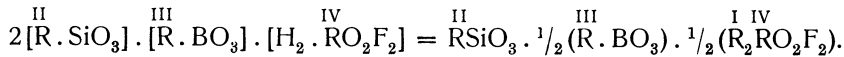
$$2,50\% \text{ bzw. } 1,08\%.$$

Das Silicat verhält sich zu der Summe der übrigen Bestandteile wie 1:1.

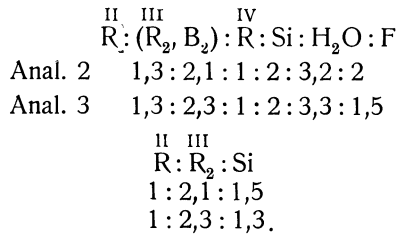
Die Formel wäre nach W. C. Brögger:



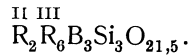
oder:



C. F. Rammelsberg berechnet aus den Analysen von N. Engström:



Die Formel ist:



W. C. Brögger¹⁾ bringt, wie S. 186 erwähnt, den Tritomit mit dem Cappelenit und ähnlichen in Verbindung und schreibt die Formel analog wie oben angegeben.

Eigenschaften. Dichte schwankend; die Angaben sind: 3,908—4,66. Nach W. C. Brögger dürften die Zahlen 4,15—4,25 der Wahrheit am nächsten kommen. Härte 5—6.

Farbe dunkelbraun, Glanz harzähnlich isotrop, durchscheinend. Im ganzen ähnelt er in allem dem Karyocerit.

Vor dem Lötrohre brennt er sich weiß, bläht sich auf. Im Kolben Wasser gebend, in Salzsäure löst er sich unter Gallertbildung und unter Ausscheidung von freiem Chlor.

Mit Leukophan, Analcim, Feldspat, Ägirin, Eläolith kommt er in den Pegmatitgängen der südnorwegischen Augitsyenite vor, wobei der Tritomit während und nach der Feldspatbildung entstand.

Der Tritomit gehört zu den pyrognomischen Mineralien. Th. Liebisch²⁾ konstatierte, daß in 80 Sekunden die Temperatur von 610° auf 712° stieg.

¹⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 489 (1890).

²⁾ Th. Liebisch, Sitzber. Berliner Ak. **22**, 357 (1910).

Erdmannit.

Es ist dies ein wasserhaltiges komplexes Silicat, in welchem außer den Metallen seltener Erden noch Beryllium und insbesondere Calcium vorkommen. Auch Zirkonium ist vertreten.

Analysen.

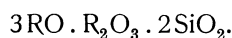
Ältere unvollständige Analysen stammen von W. Blomstrand, Em. Nobel und C. A. Mikaelson.

Neuere Analysen sind von A. Damour und von N. Engström, welche später von W. C. Brögger berechnet wurden,¹⁾ doch ist es zweifelhaft, ob nicht zwei verschiedene Mineralien vorlagen. Vielleicht liegt auch ein Gemenge vor.

	1.	2.
δ	3,388	3,03
Na ₂ O	1,02	—
K ₂ O	0,42	1,98
BeO	3,16	—
CaO	18,78	11,00
MnO	—	1,35 ²⁾
FeO	3,16	—
B ₂ O ₃	8,18	5,54
Al ₂ O ₃	—	3,31
Fe ₂ O ₃	3,01	5,42
Y ₂ O ₃	1,64	—
(La, Di) ₂ O ₃	8,66	8,09
Ce ₂ O ₃	9,00	19,28
Er ₂ O ₃	0,50	—
SiO ₂	25,15	28,01
SnO ₂	—	0,45
ZrO ₂	2,14	3,47
ThO ₂	9,93	—
H ₂ O	5,25	12,10
	100,00	100,00

1. Von Stockö bei Brevig (Norw.); anal. N. Engström, Z. Kryst. **3**, 200 (1879).
2. Von ebenda; anal. A. Damour, Ann. chim. phys. **12**, 405 (1877).

W. C. Brögger berechnete die Analyse N. Engströms und stellte die Formel auf:



Er bezeichnet das Mineral als Cer-Homilit.

Thortveitit.

Rhombisch. $a : b : c = 0,7456 : 1 : 1,4912$.

Analyse. Eine vollständige Analyse existiert bisher nicht, die qualitative Analyse ergibt neben SiO₂, Fe₂O₃ noch folgende seltene Elemente: Sc (Hauptbestandteil), Y, Di, Er, Ad, Cp, Tm. Es fehlen: Be, Eu, Nd, Pr, Sa, La, Ce, Zr.

¹⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 496 (1890).

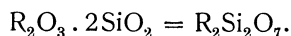
²⁾ Als Oxyd gedeutet.

Die Analysen ergaben:

	1.	2.
MgO	Spur	—
CaO	Spur	—
R ₂ O ₃	57,70	57,63
SiO ₂	42,78	42,94
Glühverl.	—	0,44
	101,48	101,01

1. u. 2. Ljoslandsknipa (Kirchspiel Iveland, Sätersdalen Norw.); anal. J. Schetelig, ZB. Min. etc. 1911, 721. In dem R₂O₃ ergaben sich 3% Fe₂O₃ und etwa 37% Sc₂O₃.

Formel. Das Verhältnis R₂O₃:SiO₂ = 1:1,936, daher



Darin ist R₂O₃ unter Annahme eines Atomgewichts Sc₂O₃ = 136 und (Y, Dy, Er)₂O₃ = 250 ungefähr wie 4,4:1.

Eine vollständige Analyse soll später ausgeführt werden. Am nächsten steht diesem Scandiumsilitat das Yttriumsilitat Thalenit (vgl. S. 170).

Eigenschaften. Dichte 3,5712. Härte 6—7. Spaltbar nach (110). Bruch kleinmuschelartig bis uneben. Glasglanz bis diamantartiger Glasglanz. Graulichgrün, bei zersetzten Stücken graugrünlich, weißgrau bis rötlichgrau. Strich schwach graugrünlich. Durchscheinend.

Optische Achsenebene (010). Optisch negativ $2V_a = 80^\circ$, $N_a = 1,7625$ (grünes Glas); $N_\alpha = 1,7573$ und $N_\gamma = 1,8030$ (gelbes Glas). Doppelbrechung $\gamma' - \alpha = 0,0457$; $\gamma - \alpha = 0,05$.

Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar. Von konz. Salzsäure teilweise angegriffen, ohne Ausscheidung von Kieselsäure.

Vorkommen. Im Ausläufer eines Pegmatitganges mit Euxenit, Monazit, Xenotim, Beryll, Ilmenorutil, Magnetit, Glimmer, Oligoklas, Mikroklinperit, Quarz, an der Grenze zwischen Schriftgranit und grobkörnigem Feldspat und Quarz.

Calcium-Yttrium-Carbonosilitat.

Kainosit.

Rhombisch. $a:b:c = 0,9517:1:0,8832$ nach Hj. Sjögren.

Analysen.

	1.	2.
Na ₂ O	0,40	3,6*
MgO	0,03	1,4
CaO	15,95	16,5
FeO	0,26	2,9
Y ₂ O ₃	37,67	35,9
(Ce, La, Di) ₂ O ₃	Spur	—
SiO ₂	34,63	31,7
CO ₂	5,90	5,1
H ₂ O	5,26	2,9
	100,10	100,0

1. Von Hitterö; anal. A. E. Nordenskjöld, Geol. För. Förh. **8**, 143 (1886); Z. Kryst. **13**, 399 (1888).

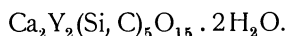
2. Kögrube (Nordmarken); anal. R. Mauzelius bei Hj. Sjögren, Geol. För. Förh. **19**, 53 (1897); Z. Kryst. **31**, 311 (1899). * Na₂O + K₂O.

Formel. Das Verhältnis Ca:Y:(Si, C):H₂O ist
2 : 2 : 5 : 2.

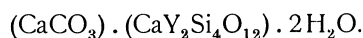
Die Formel wäre:



oder



C. F. Rammelsberg¹⁾ deutet, da C:Si = 1:4 ist, die Formel²⁾ als:



Eine andere Frage ist die, ob das Wasser Konstitutionswasser ist. Das Mineral ist chemisch mit Cancrinit verwandt, nach A. E. Nordenskjöld auch mit Thaumazit. Dieser enthält jedoch auch Schwefelsäure (vgl. Bd. IV).

Eigenschaften. Dichte 3,413. Härte 5¹/₂. Fettglanz, halbdurchsichtig, gelbbraun, deutlich spaltbar.

Von Salzsäure unter geringer Kohlensäureentwicklung leicht zersetzbar. Kommt in feinkörnigem Magneteisen vor.

Komplexe Silicate von Aluminium (Eisen) mit einwertigen Alkalimetallen.

Von **C. Doelter** (Wien).

Es handelt sich hier um Verbindungen, welche Tonerde und Eisenoxyd neben den Alkalien Li₂O, Na₂O, K₂O, Cs₂O enthalten. Die Anordnung ist nach den Atomgewichten, so daß zuerst die lithiumhaltigen, dann die natriumhaltigen usf. folgen.

Lithium-Aluminiumsilicate.

Diese in der Natur nicht eben häufigen Silicate sind teils Orthosilicate, wie der Eukryptit, teils Metasilicate, wie der Spodumen oder Polysilicate, wie der Petalit. Weitere, Lithium neben Natrium und Kalium enthaltende Silicate siehe unten.

Das System Li₂O — Al₂O₃ — SiO₂ (siehe Bd. I, S. 749).

Im Erstarrungsdiagramm Li₄SiO₄ — Al₄(SiO₄)₃ findet sich neben dem vermutlichen Doppelsalz 3Li₄SiO₄ · Al₄(SiO₄)₃ (verdecktes Maximum) eine Kristallart von der Zusammensetzung des Eukryptits: Li₄SiO₄ · Al₄(SiO₄)₃ mit dem Erstarrungspunkt 1330°, optisch einachsig und negativ. Eine sichere Identifizierung mit dem natürlichen Mineral war nicht möglich.³⁾

Im Erstarrungsdiagramm des Systems Li₂SiO₃ — Al₂(SiO₃)₃ treten zwei Doppelsalze auf: 2Li₂SiO₃ · Al₂(SiO₃)₃ mit dem Erstarrungspunkt 950°, der

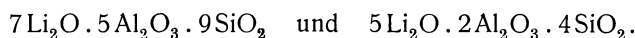
¹⁾ C. F. Rammelsberg, Mineralchemie, II. Suppl., 1895, 462.

²⁾ W. C. Brögger schreibt: Ca₂H₄(Y₂ · CO₃) · (Si₂O₇)₂; Z. Kryst. **42**, 439 (1907).

³⁾ R. Balló u. E. Dittler, Z. anorg. Chem. **76**, 39 (1912).

Dichte 2,3880 und einem mittleren Lichtbrechungsquotienten 1,46—1,47 und $\text{Li}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$, künstlicher Spodumen (γ -Spodumen) mit einem Erstarrungspunkt von 1275° , der Dichte 2,31 und einer mittleren Lichtbrechung von 1,525. Der γ -Spodumen unterscheidet sich außer durch seine geringere Dichte und Lichtbrechung, auch durch seine optische Einachsigkeit und positive Doppelbrechung von dem natürlichen als α -Spodumen bezeichneten Mineral. Der natürliche oder α -Spodumen und der mit diesem identische, aber viel reinere Kunzit wandelt sich bei ca. 900° in ein Aggregat kleinster Kriställchen um, deren Dichte bei 2,41 liegt und deren Lichtbrechung ca. 1,527 ist. Die Umwandlung ist nicht reversibel. Diese β -Modifikation schmilzt zwischen 1300 und 1380° zu einem klaren Glase, aus dem sich bei entsprechend langsamer Abkühlung bei 1290° die γ -Form (synthetischer Spodumen) abscheidet.

Weitere, nicht in der Natur vorkommende Lithiumaluminiumsilicate hat Z. Weyberg¹⁾ dargestellt. Durch Zusammenschmelzen von Kaolin mit Lithiumchlorid erhielt K. Dutkowski die Verbindungen:

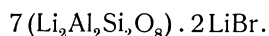


Z. Weyberg konnte bei Wiederholung dieser Versuche nicht zu demselben Resultat kommen. Dagegen erhielt er durch Zusammenschmelzen von Kaolin mit Lithiumchlorid ein Salz von der Zusammensetzung: $3\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$.

Die Zahlen dafür sind unter 1 angegeben, während unter 2 die theoretische Zusammensetzung des berechneten Silicats sich findet.

	1.	2.
Li_2O	28,40	28,80
Al_2O_3	33,07	32,63
SiO_2	38,62	38,57
	100,09	100,00

Z. Weyberg erhielt auch durch Zusammenschmelzen von Kaolin mit nicht entwässertem LiBr ein Salz, welches einem Lithiumbromsodalith entspricht:



Eukryptit.

Hexagonal.

Analysen.

	1.	2.
Li_2O	10,90	11,88
K_2O	0,47	—
Al_2O_3	40,50	40,61
SiO_2	48,13	47,51
	100,00	100,00

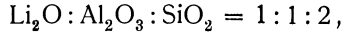
1. Von Brancheville (Connecticut); anal. S. L. Penfield bei G. J. Brush und E. S. Dana, Am. Journ. **20**, 266 (1880); Z. Kryst. **5**, 194 (1881).

2. Theoretische Zusammensetzung.

Die Substanz ist mit Albit gemengt, und wurde durch Salzsäure, in welcher Albit unlöslich ist, isoliert.

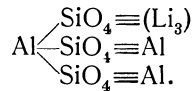
¹⁾ Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1905, 646.

Formel. Das Molekularverhältnis ist



daher die Formel: LiAlSiO_4 , also ein Orthosilicat.

F. W. Clarke und J. S. Diller¹⁾ haben die Konstitution des Eukryptits mit jener des Topases, Xenoliths und Fibroliths verglichen. Sie fanden für diese, sowie für Damourit und Paragonit einen ähnlichen Typus und stellen alle diese Silicate durch eine analoge Formel dar. Für den Eukryptit ergibt sich die Konstitutionsformel:



Basische Spaltbarkeit. Dichte 2,667.

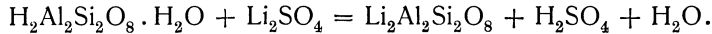
Eigenschaften. In HCl löst er sich unter Gelatinieren. Angeblich leicht schmelzbar (?).

R. Balló und E. Dittler²⁾ fanden den Erstarrungspunkt zu 1330°.

Synthese. E. Dittler und R. Balló erhielten aus Schmelzfluß ein Salz $(\text{Li}_2\text{SiO}_4) \cdot \text{Al}_2(\text{SiO}_4)$, also von der Zusammensetzung des Eukryptits, optisch einachsig, negativ (vgl. S. 193). A. S. Ginsberg³⁾ hat ähnliches erhalten. Er fand den Erstarrungspunkt bei 1307°.

Z. Weyberg⁴⁾ hat auch das Silicat LiAlSiO_4 dargestellt, erhielt jedoch nicht den Eukryptit, sondern rhombische Kristalle, oder rhomboedrische. Es ist also das Silicat LiAlSiO_4 trimorph, indem außer der natürlichen, hexagonalen Form noch eine rhombische und eine rhomboedrische vorkommen.

Die rhombische Form wurde erhalten, als Kaolin mit Lithiumsulfat zusammengeschmolzen wurde; die Reaktion verläuft nach der Gleichung:



Es ist nach Weybergs Ansicht der Eukryptit ein Lithiumkaolinat, welcher das Li-Salz der Kaolinsäure HAlSiO_4 ist. Das rhombische Kaolinat ist in schwachen Säuren löslich. Im alkalischen Li_2SO_4 -Medium ist es stabil. In der Li_2SO_4 -Schmelze bildet das Lithiumkaolinat weder Verbindungen mit Li_2O noch mit Li_2SO_4 .

Die Zusammensetzung ist:

Li ₂ O	11,84
Al ₂ O ₃	40,52
SiO ₂	47,50
	99,86

Durch Zusammenschmelzen von $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ mit vanadinsaurem Lithium erhält man ein rhomboedrisches Salz, wie zuerst P. Hautefeuille und A. Perrey⁵⁾ fanden.

¹⁾ F. W. Clarke u. J. S. Diller, Am. Journ. [3] **28**, 378 (Mai 1885); Z. Kryst. **11**, 298 (1886).

²⁾ R. Balló u. E. Dittler, Z. anorg. Chem. **76**, 39 (1912).

³⁾ A. S. Ginsberg, ebenda **73**, 277 (1912).

⁴⁾ Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1905, 646; Trav. d. l. soc. d. natural. de Varsovie (Warschau 1906), 24; Z. Kryst. **26**, 299 (1906); siehe auch ibid. **53**, 611 (1914).

⁵⁾ P. Hautefeuille u. A. Perrey, Bull. Soc. min. **13**, 145 (1890).

Spodumen.

Synonyma: Triphan.

Varietäten: Hiddenit, Kunzit.

Zersetzungsprodukte: Cymatolith, Aglait.

Monoklin, isomorph mit Diopsid und Augit.

$a : b : c = 1,1283 : 1 : 0,63345$; $\beta = 69^\circ 32\frac{1}{2}'$ (G. vom Rath) oder $1,0539 : 1 : 0,7686$; $\beta = 90^\circ 47'$ (P. Groth).

Topische Parameter nach F. Zambonini¹⁾:

$$\chi = 4,7336; \quad \psi = 4,4627; \quad \omega = 2,7825. \quad \text{M.-Vol. } 58,60.$$

Analysen.

Die älteren Analysen waren durchwegs infolge unrichtiger Lithiumbestimmung von sehr geringem Werte, daher es überflüssig erscheint, die vor 1877 veröffentlichten Analysen zu reproduzieren, und nur bei einigen wichtigen Vorkommen, von welchen keine neue Analyse existiert, wurde eine Ausnahme gemacht.

	1.	2.	3.	4.	5.
Li ₂ O . . .	5,47	4,49	2,90	6,99	7,04
Na ₂ O . . .	0,46	0,07	0,44	0,50	1,10
K ₂ O . . .	0,14	0,07	4,54	1,33	0,12
MgO . . .	0,15	0,07	0,10	1,55	0,21
CaO . . .	0,50	0,97	0,30	0,79	0,73
MnO . . .	—	—	—	1,04	—
FeO . . .	Spur	1,42	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	29,14	29,04	27,47	23,43	27,03
Fe ₂ O ₃ . . .	—	—	—	2,73	0,39
SiO ₂ . . .	65,02	65,53	65,27	61,86	63,79
H ₂ O . . .	—	—	—	0,46	—
	100,88	101,66	101,02	100,68	100,41

1. Von Utö (Schweden); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **85**, 544 (1852).
2. Von Sterzing; anal. wie oben.
3. Von Sterzing; anal. C. F. Rammelsberg, ebenda **89**, 144 (1853).
4. Von Chesterfield, anal. A. Julien, Ann. N. York Acad. 1879, I, 322.
5. Von Norwich; anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit. **1**, 524 (1878).

	6.	7.	8.	9.	10.
δ . . .	—	—	3,177	—	—
Li ₂ O . . .	7,62	7,05	6,82	6,89	5,84
Na ₂ O . . .	0,39	0,50	1,54	0,99	1,78
K ₂ O . . .	—	—	0,07	1,45	—
MgO . . .	—	—	—	2,02	0,11
CaO . . .	—	—	—	0,11	0,29
MnO . . .	—	—	—	0,64	—
FeO . . .	—	—	1,11	—	0,85
Al ₂ O ₃ . . .	27,20	28,10	26,58	23,73	27,88
Fe ₂ O ₃ . . .	0,20	0,25	—	1,17	—
Cr ₂ O ₃ . . .	—	—	0,18	—	—
SiO ₂ . . .	64,25	64,35	63,95	63,27	62,70
H ₂ O . . .	0,24	0,15	—	0,36	0,26
	99,90	100,40	100,25	100,63	99,71

¹⁾ F. Zambonini, Z. Kryst. **46**, 1 (1909).

6. Rosa, von Brancheville (Connecticut); anal. S. L. Penfield, Z. Kryst. **5**, 193 (1881).
 7. Von Alexander Co. (Conn.); anal. L. Smith, Am. Journ. **21**, 128 (1881).
 8. Hiddenit von ebenda; anal. F. A. Genth, ebenda **23**, 68 (1882).
 9. Von Goshen; anal. A. Julien, wie oben.
 10. Von Čichov (Böhmen); anal. F. Kovář, Z. f. chem. Industrie (Prag 1900), Nr. 10; Z. Kryst. **36**, 204 (1902).

	11.	12.
δ	3,1766	3,1868
Li ₂ O	3,76	4,02
Na ₂ O	0,98	1,03
K ₂ O	0,13	0,21
MgO	0,13	Spur
CaO	0,52	0,50
MnO	Spur	Spur
Al ₂ O ₃	29,87	29,79
Fe ₂ O ₃	0,15	2,48
SiO ₂	63,85	62,21
Glühverl.	0,37	0,25
	99,76	100,49

11. Aus den Pegmatitgängen von Maharitra (Madagaskar); anal. L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, Bull. Soc. min. **33**, 53 (1910); Mém. Soc. phys. u. nat. Genève **3**, 36, 283. Kunzitähnliche, rosarote Varietät.
 12. Grüne Varietät (Hiddenit). Summe im Original unrichtig.

Kunzit.

Kunzit ist kein selbständiges Mineral, sondern nur ein lila oder rosa gefärbter Spodumen.

Analysen.

	13.	14.
δ	3,189	—
Li ₂ O	7,20	6,88
Na ₂ O	0,39	0,30
K ₂ O	0,03	0,06
CaO	—	0,80
MnO	—	0,11
NiO	—	0,06
ZnO	—	0,44
Al ₂ O ₃	27,32	27,30
Mn ₂ O ₃	0,15	—
SiO ₂	64,42	64,05
Glühverl.	—	0,15
	99,51	100,15

13. Von S. Diego Co. (Calif.); anal. W. T. Schaller, Bull. Dep. Geol. Univ. Calif. **3**, 265 (1903); Z. Kryst. **41**, 201 (1906).
 14. Von ebenda; anal. R. O. E. Davis, Am. Journ. [4] **18**, 29 (1904); Z. Kryst. **42**, 296 (1907).

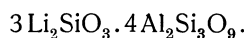
Bei dieser Analyse wurde auch auf folgende Elemente geprüft und ein negatives Resultat erhalten:

Mg, Sr, Ba, Cr, Fe, Ti, Zr, Th, Ph, V.

Ebenso fehlen die Elemente der Cer-Yttriumgruppe.

Eine chemische Verschiedenheit des Kunzits vom Spodumen liegt also nicht vor, insbesondere ist der von Brancheville, welcher auch ähnlich gefärbt ist, gleich, ebenso 11 und 12.

Formel. C. F. Rammelsberg hatte die Formel gegeben:



In den älteren Analysen ist jedoch, wie ich¹⁾ zuerst nachgewiesen, der Lithiumgehalt immer zu niedrig bestimmt worden. Durch Verbesserung der Lithiumbestimmung bekommt man bei der Analyse den richtigen, höheren Lithiumgehalt. Viele ältere Analysen ergaben wegen der Zersetzung einen zu niedrigen Lithiumgehalt.

Aus dem frischeren Material ergibt sich das Verhältnis

$$\text{R}:\text{Al}:\text{Si} = 2:2:4,$$

daher die einfache Formel sich ergibt:



welche häufig verdoppelt wird.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Dichte 3,1—3,2. Härte 6—7. Spaltbar nach (110), Bruch uneben. Glasglanz, durchscheinend, frische Stücke durchsichtig. Farbe grünlichweiß, grau, apfel- bis smaragdgrün (Hiddenit). Rosa oder lila (Kunzit).

An brasilianischen Kristallen:

Brechungsquotienten. $N_\alpha = 1,651$; $N_\beta = 1,669$; $N_\gamma = 1,677$ für Gelb nach A. Des Cloizeaux,²⁾ während A. Michel-Lévy und A. Lacroix³⁾ für Rot folgende Werte erhielten:

$$N_\alpha = 1,660; \quad N_\beta = 1,666; \quad N_\gamma = 1,678.$$

Achsenwinkel nach denselben: 54—60° für Rot. An brasilianischen Kristallen erhielt G. Greim⁴⁾ $2H = 64^\circ 57'$ für Rot; $64^\circ 58\frac{1}{2}'$ für Natriumlicht.

W. T. Schaller erhielt bei Kunzit approximativ folgende Werte:

$$N_\alpha = 1,652; \quad N_\gamma = 1,679.$$

Die letzten Beobachtungen wurden von L. Duparc⁵⁾ und Mitarbeitern an den Vorkommen von Madagaskar ausgeführt (siehe Analyse Nr. 12).

	Rosenrose Varietät			Weiße Varietät		
	N_α	N_β	N_γ	N_α	N_β	N_γ
Li . .	1,6567	1,6617	1,6722	1,6567	1,6617	1,6719
Na . .	1,6603	1,6653	1,6758	1,6604	1,6648	1,6755
Tl . .	1,6634	1,6681	1,6694	1,6634	1,6680	1,6791

¹⁾ C. Doelter, Tsch. Min. Mit. 1, 524 (1878).

²⁾ A. Des Cloizeaux, Minér. (Paris 1862), 351; Am. Journ. 32, 204 (1886).

³⁾ A. Lacroix, Minér. des Roches, (Paris 1888), 266.

⁴⁾ G. Greim, N. JB. Min. etc. 1889, I, 253.

⁵⁾ L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, Bull. Soc. min. l. c. (vgl. S. 197).

	Grüne Varietät		
	N_α	N_β	N_γ
Li . . .	1,6652	1,6682	1,6673
Na . . .	1,6682	1,6712	1,6815
Tl . . .	1,6717	1,6742	1,6837

Pleochroismus lebhaft, namentlich bei dunkelgrünen. Natürliche Ätzfiguren werden an Kristallen beobachtet. Greim erhielt mit Flußsäure ganz mit diesen übereinstimmende.

Vor dem Lötrohre unter Aufblähen leicht zu farblosem Glas schmelzbar. Mit Kaliumbisulfat und Fluorcalcium geschmolzen, wird die Flamme rot gefärbt. In Säuren nicht zersetzbar. Alkalische Reaktion, nach dem Glühen, jedoch nach dem Schmelzen nicht mehr (A. Kenngott).

Radioaktivität und Heliumgehalt. Der Spodumen ist nicht radioaktiv; indessen konstatierte A. Piutti¹⁾ am Spodumen von Minas Geraës Spuren, wobei er Mineralien als nicht radioaktiv betrachtet, welche weniger als $10^{-3} \times 0,1$ sind (auf ein gleiches Gewicht UO_2 bezogen). Dagegen sind der Spodumen und der Kunzit heliumhaltig.

Verhalten des Spodumens gegenüber Strahlungen.

Bemerkenswert ist vor allem das Verhalten gegenüber Radiumstrahlen, wobei sich die Varietäten wesentlich unterscheiden. Kunzit wird in kurzer Zeit grün gefärbt. Dagegen verändert sich Spodumen nicht und auch der grüne Hiddenit wird nur ganz wenig heller blaugrün. Die Färbung des Kunzits ist etwas mehr blaugrün, als die des natürlichen Hiddenits, welcher einen Stich ins Gelbliche zeigt, jedoch erhält der bestrahlte Hiddenit dieselbe Farbe.²⁾

Kunzit wird bei ca. 400° farblos, nachdem er bei ca. 240° etwas stärker rosa wird. Auch dieser erhitzte Kunzit wird bei Bestrahlung grün. Grüner Kunzit verliert seine Farbe bei ca. 200° im Sauerstoffstrom, und wird wieder lila.²⁾

Bemerkenswert ist ferner die ungemein starke Phosphoreszenz mit Radiumstrahlen.³⁾ Das Phosphoreszenzlicht ist rot und rosa; es ist polarisiert.⁴⁾ Spodumen und Hiddenit zeigen keine Phosphoreszenz. Grüner Kunzit leuchtet bei einer Temperatur von 40° rosa.⁵⁾ Kunzit leuchtet auch mit Röntgen- und ultravioletten Strahlen.

Röntgenstrahlen hatten durch 30 Stunden bei Kunzit keine Veränderung hervorgebracht. Hiddenit wurde etwas mehr grün. Ultraviolette Strahlen geben dem grünen Kunzit seine ursprüngliche Lilafärbung zurück, während Hiddenit keine Veränderung zeigt, doch wird mit Radium bestrahlter etwas heller.⁵⁾

Färbemittel des Kunzits und Hiddenits.

¹⁾ A. Piutti, Gazz. chim. It. **41**, I, 435 (1910); Z. Kryst. **52**, 411 (1913).
²⁾ C. Doelter, Das Radium und die Farben. Dresden 1910 (siehe dort die Literatur), 23.
³⁾ Ch. Baskerville u. G. Kunz, Am. Journ. **18**, 25 (1904–05).
⁴⁾ St. Meyer, Phys. Z. **101**, 483 (1909).
⁵⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 256.

Das Färbemittel des Hiddenits scheint gegenüber dem des Kunzits viel stabiler zu sein, man könnte bei beiden an Chrom denken, wobei sich bei verschiedenen Oxydationsstufen die grünen und violetten Färbungen erklären ließen. Mit Zink dürfte die Farbe des Kunzits nichts zu tun haben, während die Luminescenz mit Radiumstrahlen mit dieser Beimengung (0,4% ZnO) zusammenhängen kann.

Der Gegensatz zwischen der Stabilität des Hiddenits gegenüber der Farbe des Kunzits könnte sich durch die Annahme desselben Färbemittels dadurch erklären, daß in dem Falle des Kunzits ein labiles kolloides Färbemittel vorliegt, während in dem Falle des Hiddenits dasselbe, isomorph beigemengte Oxyd vorliegen könnte. Isomorph beigemengte Färbemittel verhalten sich im allgemeinen gegenüber den Strahlungen sehr stabil, im Gegensatz zu den dilut beigemengten kolloiden Färbemitteln; dies ist auch bei den Färbemitteln der reinen wasserfreien Tonerde (Korund) zu konstatieren. Für Röntgenstrahlen ist Spodumen, sowie Hiddenit, etwas durchlässig.¹⁾

Schmelzbarkeit. 1. Vor dem Lötrohre unschwer unter Aufblähen zu Glas schmelzend. Der Schmelzpunkt wird sehr verschieden angegeben. So fand A. Brun²⁾ 1010°, während ich früher für Spodumen von Sterling 1090° fand. J. Joly hatte mit dem Meldometer 1173° gefunden.²⁾

Alle diese Bestimmungen scheinen jedoch zu niedrig ausgefallen zu sein. Die neuesten genauen Bestimmungen rühren von E. Dittler und R. Balló³⁾ her. Hier eine Zusammenstellung ihrer Beobachtungen:

	Schmelz- und Umwandlungspunkte	Beobachter
Spodumen von Goshen (Massachusetts)	wandelt sich bei 900° in ein Aggregat kleinster Kristalle um und wird bei 1300° isotrop	R. Balló und E. Dittler
Spodumen von Brancheville (Connecticut)	wird bei 950° isotrop	K. Endell und R. Rieke ⁴⁾
Künstlicher Spodumen	schmilzt bei 1275° zu einem klaren Glase	R. Balló und E. Dittler
Künstliches LiAlSiO ₄	schmilzt bei 1330°, die Übereinstimmung mit Eukryptit ist nicht sicher	B. Balló und E. Dittler

Der erwähnte Umwandlungspunkt wurde manchmal mit dem Schmelzpunkt verwechselt. (Vgl. K. Endell und R. Rieke.) A. Brun hat in einer späteren Notiz den Punkt 1010° als Umwandlungspunkt bezeichnet.

Spezielle Wärme: 0,2161, nach K. Schulz (ZB. Min. etc. 1911, 632).

Umwandlung des Spodumens.

Für manche Zersetzungsprodukte des Spodumens wurden besondere Namen gegeben, z. B. Aglait, Cumatolith und Cymatolith, jedoch handelt es sich nicht um selbständige Mineralien, wahrscheinlich sind letztere Gemenge.

¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897 I, 256.

²⁾ Siehe dieses Handbuch, Bd. I, 656.

³⁾ E. Dittler u. R. Balló, Z. anorg. Chem. **76**, 39 (1912).

⁴⁾ K. Endell u. R. Rieke, Z. anorg. Chem. **74**, 33 (1912).

Cymatolith.

Nach G. J. Brush und E. S. Dana ist der Cymatolith, welcher aus der Zersetzung des Spodumens hervorgegangen ist, ein Gemenge von Muskovit und Albit.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	—	—	2,692	2,699
Li ₂ O	0,57	0,19	0,10	—	0,17
Na ₂ O	0,53	6,88	9,08	7,68	8,12
K ₂ O	4,54	6,68	4,48	3,51	3,34
MgO	—	1,44	0,45	—	—
CaO	0,43	0,84	0,93	0,62	—
MnO	—	0,29	0,15	—	0,07
Al ₂ O ₃	28,01	21,80	22,28	26,67	26,38
Fe ₂ O ₃	—	0,85	1,77	—	—
SiO ₂	61,21	58,51	58,58	59,38	60,55
H ₂ O	3,83	2,40	2,08	2,01	1,65
	99,12	99,88	99,90	99,87	100,28

1. Cymatolith von Goshen; anal. B. S. Burton bei J. D. Dana, Miner. 1868, 456.
2. Von Manning Form; anal. A. Julien, An. N. York Ac. 1897 I, 318.
3. Von Chesterfield, Hollow.; anal. wie oben.
4. Von Brancheville; anal. S. L. Penfield bei G. J. Brush u. E. S. Dana, Z. Kryst. 5, 202 (1881).
5. Von ebenda; anal. wie oben.

Zersetzter Spodumen von Brancheville (β -Spodumen).

Es ist dies ein Gemenge von Albit und Eukryptit. Der Name β -Spodumen ist nicht akzeptabel, da diese Bezeichnung für polymorphe Kristallarten oder optisch verschiedene Modifikationen, wie bei Wollastonit, Quarz oder Tridymit angewendet wird.

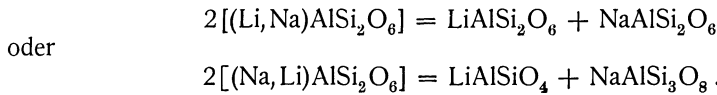
	6.	7.	8.
δ	2,649	2,644	2,649
Li ₂ O	3,61	3,50	3,83
Na ₂ O	8,29	8,14	8,16
K ₂ O	Spur	0,15	Spur
Al ₂ O ₃	26,00	26,56	26,63
Fe ₂ O ₃	0,24	—	—
SiO ₂	61,38	61,51	61,71
Glühverlust	0,46	0,29	0,21
	99,98	100,15	100,54

6.—8. Pseudomorphosen nach Spodumen von Brancheville; anal. S. L. Penfield bei G. J. Brush u. E. S. Dana, Z. Kryst. 5, 194 (1881).

Aus allen Analysen geht hervor, daß das Molekularverhältnis



also das des Spodumens selbst ist, von dem sich die Substanz nur dadurch unterscheidet, daß in derselben die Hälfte des Li durch die äquivalente Menge von Na vertreten ist. Man kann die Reaktionsgleichung aufstellen:



Letztere Gleichung ist die richtige.

Dies geht daraus hervor, daß das Mineral sich bei der Behandlung mit Salzsäure in zwei Teile teilt, einen löslichen und in einen unlöslichen, die beiden Anteile verhalten sich wie 32,10:67,56. Die Zusammensetzung von A. entspricht der Formel LiAlSiO_4 , während die von B. der Albitformel entspricht. Die erstere Substanz ist der Eukryptit (siehe S. 194).

Aglait.

Li_2O}	. . . . .	0,09
Na_2O}	. . . . .	2,57
K_2O}	. . . . .	8,38
MgO}	. . . . .	0,75
CaO}	. . . . .	0,48
Al_2O_3	. . . . .	24,38
Mn_2O_3	. . . . .	0,18
Fe_2O_3	. . . . .	1,66
SiO_2	. . . . .	58,11
H_2O}	. . . . .	3,01
		99,61

Aus Granit von Barrus Farm, Hampshire Co. (Mass.); anal. A. Julien, *Annals N. York. Acad. Sc. Nov.* 1879 und *Am. Journ.* **19**, 111, 237; Ref. N. JB. Min. etc. 1881, II, 176.

Weitere Pseudomorphosen sind sowohl von A. Julien als von G. J. Brush und E. S. Dana beschrieben worden. Es sind Umwandlungen in Albit, Mikroklin, Muskovit und dem Mineral Killinit.

Die betreffenden Analysen sind bei den genannten Silicaten angeführt.

C. R. van Hise¹⁾ hat für die Umwandlungsvorgänge Formeln aufgestellt.

Die Umwandlung in β -Spodumen verläuft nach folgender Gleichung:



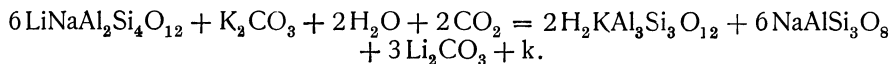
Die Volumvermehrung beträgt 24,72%.

Die Umwandlung des β -Spodumens in Eukryptit und Albit verläuft nach der Gleichung:



Die Volumvermehrung beträgt nur 0,05%.

Die Umwandlung des Spodumens in Muskovit und Albit kann durch die Gleichung:

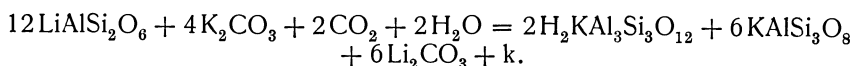


dargestellt werden.

Die Volumverminderung beträgt 0,76%.

¹⁾ C. R. van Hise, *Treatise on Metamorph.* (Washington 1904), 281.

Wenn Spodumen in Muskovit und Mikrolin umgewandelt wird, so gilt die Reaktionsgleichung:



Die Volumvermehrung beträgt 31,74%.

Künstliche Umwandlung. J. Lemberg¹⁾ hat Lösungen, welche 10% K_2CO_3 oder Na_2CO_3 enthielten, auf Spodumen von Norwich einwirken lassen, und zwar bei einer Temperatur von 215—225°, ebenso KCl-haltige Lösungen.

Die Resultate seiner Versuche sind in folgendem wiedergegeben:

	1.	2.	3.	4.
Na_2O	—	14,64	—	—
K_2O	21,01	—	21,40	18,46
Al_2O_3	23,30	24,03	24,21	21,30
SiO_2	52,00	52,86	53,63	47,81
H_2O	3,69	8,47	0,76	12,43
	100,00	100,00	100,00	100,00

1. Spodumen mit 10% K_2CO_3 -Lösung, welche mit KCl gesättigt war, 786 Stunden lang bei 215—225° behandelt.

2. Derselbe mit 5%iger Na_2CO_3 -Lösung und 15% NaCl bei 210—220° behandelt (96 Stunden).

3. Das bei 2. erhaltene Produkt 78 Stunden mit KCl-Lösung bei 200° behandelt.

4. Spodumenpulver gegläht (ohne Zusammenbacken) wurde durch 193 Stunden bei 220—230° mit einer Lösung, welche 10% K_2CO_3 enthielt und überdies mit KCl gesättigt war, behandelt.

Die folgenden Versuche bezweckten die unmittelbare Umwandlung in Analcim.

	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Na_2O	14,71	—	—	11,71	14,55	—
K_2O	—	21,35	18,00	0,30	—	21,37
Al_2O_3	24,52	24,76	20,10	21,05	24,10	24,28
SiO_2	52,67	53,17	45,42	46,72	53,07	53,81
H_2O	8,10	0,72	16,48	20,22	8,28	0,54
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

5. Behandlung mit 8%iger Na_2CO_3 -Lösung bei 220—225° durch 1368 Stunden.

6. Das bei 5. erhaltene Produkt 78 Stunden mit KCl-Lösung bei 200° behandelt.

7. Spodumen zu Glas geschmolzen, 4 Monate mit 20%iger K_2CO_3 -Lösung bei 100° behandelt.

8. Das bei 7. erhaltene Produkt durch 10 Tage bei 100° mit Na_2CO_3 -Lösung behandelt.

9. Das bei dem letzten Versuche erhaltene Produkt mit einer Lösung von 15% NaCl und 5% Na_2CO_3 durch 100 Stunden bei 210—220° behandelt.

10. Das in Versuch 9 erhaltene Produkt durch 78 Stunden bei 200° mit KCl-Lösung erhitzt.

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 584 (1887); vgl. auch ebenda **37**, 996 (1885).

J. Lemberg¹⁾ schließt aus seinen Versuchen, daß bei Versuch 1. sich SiO_2 abgespalten hatte; es bildeten sich runde Körner und schlecht entwickelte Säulen. Bei Versuch 4 tritt Abspaltung vom SiO_2 ein.

Bei Versuch 5 bildeten sich Körnchen und spärliche feine Säulen. Bei Versuch 7., sowie bei Versuch 8 bildeten sich Produkte, welche wohl der Chabasitreihe angehören könnten. Bei 9. wurden Körner und schlecht entwickelte Würfel beobachtet.

Früher hatte derselbe Autor Versuche mit geschmolzenem Spodumen in analoger Weise ausgeführt. Die Resultate sind folgende:

	11.	12.	13.	14.	15.
K_2O	—	21,07	18,84	—	21,16
Na_2O	14,34	—	—	14,33	—
Al_2O_3	22,51	24,35	21,69	24,38	24,65
Fe_2O_3	1,10	—	—	—	—
SiO_2	53,49	54,01	47,78	52,89	53,56
H_2O	8,56	0,57	11,69	8,40	0,63
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

11. Geschmolzener Spodumen, 171 Stunden bei $200-210^\circ$ mit einer 15% igen Na_2CO_3 -Lösung behandelt; es wurden Körner und sehr spärliche Säulen erhalten.

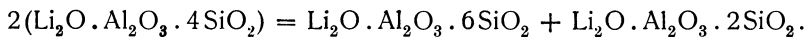
12. Das in Versuch 11 erhaltene Pulver 100 Stunden mit KCl -Lösung bei $200-210^\circ$ behandelt.

13. Geschmolzener Spodumen, 75 Stunden bei $200-215^\circ$ mit 20% iger K_2CO_3 -Lösung behandelt. Es bildeten sich zu Büscheln und Stengeln vereinigte Säulen.

14. Das vorige Produkt 79 Stunden bei $200-215^\circ$ mit einer 15% igen Na_2CO_3 -Lösung behandelt, wobei sich Körner bildeten.

15. Das im Versuch 14 erhaltene Produkt mit KCl -Lösung bei 210 bis 215° durch 78 Stunden behandelt.

J. Lemberg machte die Hypothese, daß beim Schmelzen von Spodumen eine Konstitutionsänderung eingetreten ist; nach der Formel:



Synthese des Spodumens.

Eine Synthese, welche natürlichen Spodumen ergeben hätte, liegt bisher nicht vor. Es wurde jedoch eine dimorphe Form erhalten. E. Dittler und R. Balló²⁾ haben durch Zusammenschmelzen von Li_2SiO_3 und $\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_4$ einen γ -Spodumen erhalten von der Dichte 2,31 und dem mittleren Brechungsquotienten 1,525. Beide Werte sind kleiner als bei natürlichem Spodumen (vgl. S. 179). Siehe auch G. Steins Versuche.³⁾

Genesis des Spodumens. Das Mineral kommt in Ganggraniten vor, dürfte sich jedoch den synthetischen Versuchen zufolge nicht aus reinem Schmelzfluß, sondern unter Mitwirkung von Kristallisatoren gebildet haben.

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 996 (1885).

²⁾ E. Dittler u. R. Balló, Z. anorg. Chem. **76**, 39 (1912).

³⁾ G. Stein, ebenda, **55**, 39 (1907).

Petalit.

Synonyma. Castor, Lithit, Berzeliit.

Monoklin, prismatisch. $a:b:c = 1,1534:1:0,7436$; $\beta = 67^\circ 34'$
(A. Des Cloizeaux).

Analysen.

Die ganz alten Analysen dürften ungenau sein, daher ihre Anführung keinen Wert hat.

	1.	2.	3.	4.
Li ₂ O	4,15	2,77	3,74	3,52
Na ₂ O	0,73	1,04	0,48	0,53
K ₂ O	—	0,43	—	—
MgO	—	—	0,21	0,26
CaO	0,27	—	—	—
Al ₂ O ₃	16,85	17,55	16,63	15,85
Fe ₂ O ₃	—	—	0,62	0,51
SiO ₂	76,91	77,87	77,95	77,90
P ₂ O ₅	0,31	—	—	—
Glühverl. . . .	0,84	0,34	0,60	0,70
	100,06	100,00	100,23	99,27

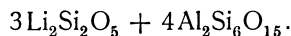
1. Von Utö (Schweden); anal. K. Sondén, Geol. För. Förh. **6**, 39 (1882).
2. Von Elba; anal. C. F. Rammelsberg, Monatsber. Akad. Berlin 1878, 13.
3. u. 4. Von Bolton (Massachussets); anal. L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. 1, 373 (1853).

Neuere Analysen sind sehr spärlich.

	5.	6.
Li ₂ O	2,62	1,97
Na ₂ O	2,39	2,07
K ₂ O	Spur	—
CaO	—	0,58
MnO	Spur	Spur
FeO	—	1,08
Al ₂ O ₃	16,95	14,82
Fe ₂ O ₃	Spur	—
SiO ₂	77,29	77,28
Glühverl. . . .	1,03	0,45
	100,28	98,25

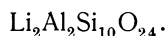
5. Von Peru (Maine); anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 257 (1910); auch **60**, 128 (1890).
6. Vom Gletscher Amanaus (Kaukasus); anal. J. A. Antipow bei P. v. Jereméjew, Verh. d. kais. russ. min. Ges., Ser. II, **34**, 55 (1896); Z. Kryst. **30**, 388 (1899).

Formel. C. F. Rammelsberg¹⁾ hatte nur ältere Analysen zu seiner Verfügung, bei welchen der Lithiumgehalt weniger genau bestimmt worden war, er stellte die Formel auf:



¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 429.

Das Verhältnis Si:Al:Li + Na ist bei diesen Analysen 130:34:24 für die lithiumärmeren und 130:31:27 für die lithiumreicheren. C. Doelter¹⁾ schloß unter Berücksichtigung dieser Analysen auf die Formel:



Die theoretische Zusammensetzung wäre:

Li ₂ O	4,09
Al ₂ O ₃	14,04
SiO ₂	81,87

Das Natrium könnte sich als Silicat Na₂Al₂Si₁₀O₂₄ finden. Jedoch ist der SiO₂-Gehalt der Analysen etwas zu niedrig, dagegen der Al₂O₃-Gehalt zu hoch. Dagegen würden die Analysen unter der Annahme stimmen, daß es sich um Mischungen der Silicate LiAlSi₅O₁₂ und NaAlSi₂O₆ handle.

Auf Grund der Analyse von K. Sondén hat P. Groth²⁾ eine andere Hypothese aufgestellt, nach seiner Ansicht ist Petalit:



Doch ist es zweifelhaft, ob man den geringen Glühverlust, welcher nicht einmal als Wasser nachgewiesen ist, in die Formel einrechnen kann. Unter dieser Voraussetzung ist allerdings das Verhältnis R:Al:Si = 1:1,05:4.

Eigenschaften. Spaltbar nach (001). Bruch unvollkommen muschelrig. Härte über 6. Dichte 2,4—2,5. Glasglanz, durchsichtig oder durchscheinend. Farblos, weiß, rötlichweiß, grünlichweiß und grau. Brechungsquotienten nach A. Michel-Lévy und A. Lacroix,³⁾ am Petalit von Utö; für Natriumlicht.

$$N_a = 1,504; \quad N_\beta = 1,510; \quad N_\gamma = 1,516; \quad N_\gamma - N_a = 0,012.$$

Spezifische Wärme: 0,236 nach P. Öberg,⁴⁾ am Petalit von Utö. Beim Erhitzen blaues Phosphoreszenzlicht.

Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar, wobei die Flamme rot gefärbt wird. Durch Säuren, mit Ausnahme von Flußsäure nicht zersetzbar. Pulver zeigt nach A. Kennigott⁵⁾ schwach alkalische Reaktion. Beim Erhitzen Phosphoreszenz.

Nach A. Brun⁶⁾ ist der Schmelzpunkt 1270°. Schwach heliumhaltig.

R. Balló u. E. Dittler⁷⁾ fanden, daß Petalit von Elba zwischen 1000 bis 1100° optisch einachsrig wird; bei 1200° wird er optisch isotrop, bei 1370° schmilzt er zu Glas.

Im System LiAlO₂—SiO₂ finden sich außer den beiden Doppelsalzen Li₂SiO₃.Al₂(SiO₃)₃ und Li₄SiO₄.Al₄(SiO₄)₃ noch die Polysilicate LiAlSi₄O₁₀ (Erstarrungspunkt 1200°) und LiAlSi₂O₈ (Erstarrungspunkt 1180°). Der Petalit ist weder mit dem Kristallisationsprodukt LiAlSi₄O₁₀ noch mit einem anderen der oben erwähnten synthetischen Produkte identifizierbar.

¹⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **1**, 529 (1878).

²⁾ P. Groth, Tabell. Übers. (Braunschweig 1882), 111.

³⁾ A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Minéraux des Roches, s. C. R. **106**, 77, (1888); siehe auch A. Des Cloizeaux, C. R. **56**, 188 (1863).

⁴⁾ P. Öberg, Öfv. af Ak. Förh. Nr. 8, S. 43 (1885).

⁵⁾ A. Kennigott, N. JB. Min. etc. 1867, 310.

⁶⁾ A. Brun, Ann. sc. phys. nat. Genève, April 1902, 13.

⁷⁾ R. Balló u. E. Dittler, Z. anorg. Chem. **76**, 39 (1912).

Weißer Petalit (Kastor der Insel Elba) wird bei 100—1100° optisch einachsigt und bei 1200° isotrop und undurchsichtig mit der Dichte 2,380; bei 1370° entsteht ein Glas mit der Dichte 2,290 und der Lichtbrechung 1,4946.⁶⁾ Petalit wandelt sich in das Kalkaluminiumsilicat Hydrocastorit um (siehe diesen).

Cookeit.

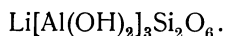
Monosymmetrisch mit hexagonalem Habitus glimmerähnlich, verwandt mit Lepidolith.

Analysen.

	1.	2.	3.
Li ₂ O	2,82	4,02	2,10
Na ₂ O	—	0,19	0,65
K ₂ O	2,57	0,14	0,06
MgO	—	—	0,78
CaO	—	0,04	1,63
Al ₂ O ₃	44,91	45,06	45,87
Fe ₂ O ₃	—	0,45	—
SiO ₂	34,93	34,00	32,00
F	0,47*)	0,46	0,02
H ₂ O	13,79	14,96	17,29
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,49	99,32	100,40
ab O = F ₂	—	0,19	0,01
		<hr/>	<hr/>
		99,13	100,39

1. Von Hebron und Paris; anal. Collier bei G. J. Brush, Am. Journ. **41**, 246 (1886) *) SiF₄.
2. Umwandlungsprodukt des Turmalins, von Paris, Maine; anal. L. S. Penfield, Am. Journ. **45**, 393 (1893); Z. Kryst. **25**, 99 (1896).
3. Aus Schiefer von Wait-a-bit Creek, Columbia River (British Col.); anal. R. A. A. Johnson bei G. C. Hoffmann, Geol. Surv. Canada **6** (1895); Z. Kryst. **25**, 279 (1896).

Formel. S. L. Penfield stellt die Formel auf:



Werden in Analyse 2 alle Alkalien als Li, F als (OH) berechnet, so erhält man die Zahlen unter 4., während die theoretische Zusammensetzung nach der Formel unter 5. gegeben ist:

	4.	5.
Li ₂ O	4,21	4,38
Al ₂ O ₃	45,95	44,74
SiO ₂	34,46	35,09
H ₂ O	15,38	15,79
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00

Eigenschaften. Härte 2—3. Dichte 2,675, mit Glimmer¹⁾ und Chlorit verwandt. Weiß bis grünlich-weiß. Perlmutterglanz. Doppelbrechung positiv.

Vor dem Lötrohre bläht er sich auf und erteilt der Flamme die rote Li-Färbung. Im Kölbchen Wasser, welches zuerst neutral ist, dann infolge von Fluorentwicklung sauer wird.

¹⁾ R. Balló u. E. Dittler, l. c.

²⁾ Ihn zu den Glimmern zu stellen, verbietet der hohe H₂O-Gehalt.

Vorkommen. Cookeit kommt in Kalk und Sericitschiefer und als Umwandlungsprodukt des Turmalins¹⁾ vor, er tritt zusammen mit Turmalin, Quarz und Lithionglimmer auf.

Lithium-Aluminium-Borosilicat.

Manandonit.

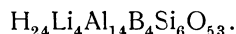
Analysen.

	1.	2.
Li ₂ O	3,97	4,0
Na ₂ O	0,48	—
K ₂ O	0,20	—
Al ₂ O ₃	47,02	47,8
B ₂ O ₃	9,25	9,4
SiO ₂	25,20	24,2
H ₂ O . ,	14,10	14,6
	100,22	100,0

1. Am Flusse Manadona (Madagaskar); anal. F. Pisani bei A. Lacroix, Bull. Soc. min. **35**, 226 (1912).

2. Theoretische Zusammensetzung.

Formel. Da das Wasser erst bei 120° entweicht, so rechnet A. Lacroix es als Konstitutionswasser und schreibt die Formel:



Allerdings könnte auch Kristallwasser vorliegen, da die Entwässerung nicht studiert wurde und dann wäre die Formel:



Eigenschaften. Glimmerähnliche Spaltbarkeit, Perlmutterglanz, zweiachsig, positiv; $2E$ ist 30° Maximum.

Vor dem Lötrohre leicht schmelzbar. Von Säuren wird das Mineral nicht angegriffen.

Vorkommen. In den Pegmatitgängen mit Rubellit und Quarz in Feldspat.

Weitere Lithiumsilicate werden, da sie Lithium nur neben anderen Metallen und mehr untergeordnet enthalten, hier nicht behandelt; so die Lithiumglimmer, da sie mehr Kalium als Lithium enthalten bei den Kaliumglimmern, der Lithiumglaukophan bei Glaukophan usw.

Natrium-Aluminiumsilicate.

Von **C. Doelter** (Wien).

Diese sind teils wasserfrei, teils wasserführend. Zu den ersteren gehören insbesondere die wichtige Nephelingrouppe, deren Glieder von manchen als Orthosilicate, von anderen als intermediäre Silicate aufgefaßt werden, sowie der Albit, ein Polysilicat. In der Nephelingrouppe haben wir Glieder,

¹⁾ Vgl. auch G. Tschermak, Z. Kryst. **35**, 216 (1902).

welche durch Gehalt an Kohlensäure, wie der Cancrinit, oder an Schwefelsäure, wie der Hauyn und das Ultramarin ausgezeichnet sind, während anderseits der Sodalith Chlor, der Davyn dagegen (wie auch das natürliche Ultramarin) sowohl Chlor als auch Schwefelsäure enthalten.

Hieran reihen sich die Natrium-Aluminiumsilicate der Amphibolgruppe. Die wasserhaltigen Mineralien dieser Abteilung, von welchen die wichtigsten der Natrolith und der Analcim sind, gehören zum größten Teil zu den Zeolithen.

Nephelingsgruppe.

Zu diesen rechnet man die Mineralien Nephelin, Cancrinit und Davyn. Sie sind hexagonal und sind kristallographisch verwandt, wie aus ihren Achsenverhältnissen hervorgeht. Diese sind nach P. Groth:¹⁾

Nephelin	1 : 0,8383	hexagonal-pyramidal,
Cancrinit	1 : 0,4409	hexagonal-bipyramidal,
Davyn	1 : 0,4183	hexagonal-bipyramidal.

Die beiden letzten sind isomorph, während Nephelin einer anderen Kristallklasse angehört als die beiden übrigen.

Nephelin.

Synonyma: Nephelit, Cavolinit.

Varietät: Eläolith.

Analysenzusammenstellung.

Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O	13,39	14,36	15,33	15,40	15,31	16,35
K ₂ O	6,80	6,84	4,47	4,87	4,93	4,32
CaO	1,05	1,69	0,50	0,54	0,67	Spur
FeO	1,76	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	30,69	29,41	34,94	34,37	34,39	34,27
SiO ₂	47,09	45,25	44,77	44,88	44,63	45,65
H ₂ O	—	2,11	—	—	—	—
	100,78	99,66	100,01	100,06	99,93	100,59

1. Von Meiches (Hessen); anal. A. Knop, N. JB. Min. etc. 1865, 686.
2. Eläolith von Ditró (Siebenbürgen); anal. A. Koch, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 1, 143 (1881).
- 3.—5. Sämtliche vom Mte. Somma;²⁾ anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 11, 500 (1859).
6. Von ebenda; anal. derselbe, Z. Dtsch. geol. Ges. 29, 78 (1877).

¹⁾ Tabell. Übersicht. Braunschweig 1893.
²⁾ Ältere Analysen von Th. Scheerer, siehe bei C. F. Rammelsberg, Mineralchemie 1875.

	7.	8.	9.	10.	11.
Na ₂ O	15,58	16,19	16,23	16,00	16,00
K ₂ O	4,93	4,54	4,82	4,76	4,76
MgO	0,23	0,14	0,20	0,19	0,19
CaO	1,58	1,76	1,32	1,77	1,42
Al ₂ O ₃	33,56	33,47	32,80	33,30	33,38
SiO ₂	43,91	44,41	43,79	44,16	44,23
H ₂ O	0,14	0,12	0,23	0,12	0,14
	99,93	100,63	99,39	100,30	100,12

7.—11. Kristalle, sämtliche vom Mte. Somma; anal. H. Rauff, Inaug.-Diss., Bonn 1879; Z. Kryst. **2**, 445 (1878).

	12.	13.	14.	15.	16.
Na ₂ O	15,26	15,71	15,97	21,80	17,02
K ₂ O	4,34	5,66	4,76	1,48	5,09
MgO	0,09	—	—	0,15	—
CaO	0,40	0,33	0,40	1,15	0,59
Al ₂ O ₃	32,77	32,66	32,06	30,29	32,69
Fe ₂ O ₃	1,67	0,56	1,41	0,72	—
SiO ₂	43,46	45,23	45,53	44,94	44,32
H ₂ O	1,56	0,61	0,78	—	—
SO ₃	0,13	—	—	—	—
	99,68	100,76	100,91	100,53	99,71 ¹⁾

12. Eläolith von der Sierra de Monchique; anal. Scheibner, Q. J. of geol. Soc. 1879, I, 42.

13. u. 14. Von Fredericksvärn; anal. Th. Scheerer u. Francis, Pogg. Ann. **46**, 291 (1839); **49**, 359 (1840).

15. Vom Tinkinsker Gebirge (Ural); anal. Puzirewsky bei N. v. Kokscharow, Min. Rußlands **3**, 78.

16. Von Salem (Massachusetts); anal. Balch nach J. D. Dana, Syst. Miner. 1868, 328.

Neuere Analysen.

Bei diesen ist die Trennung der Analysen freistehender Kristalle, welche übrigens bereits bei den älteren hervorgehoben wurde, weiter durchgeführt und Nephelin und Eläolith besonders behandelt.

Analysen von Nephelinkristallen.

	17.	18.
δ	2,6421	—
Na ₂ O	15,12	15,66
K ₂ O	5,82	4,34
MgO	0,07	0,24
CaO	1,97	2,20
Al ₂ O ₃	33,92	33,75
Fe ₂ O ₃	0,30	0,50
SiO ₂	42,53	43,34
TiO ₂	0,01	Spur
Cl	—	Spur
H ₂ O	0,13	0,23
Einschlüsse	0,24	—
	100,11	100,26

¹⁾ Bei 100° waren 1,31% H₂O vorhanden.

17. Mte. Somma (Focone) am Vesuv, erster Typus; anal. J. Morozewicz, Bull. Acad. sc. Krakau 1907, 979. (Mittel aus zwei Analysen.)

18. Mte. Somma (oberhalb S. Sebastiano), zweiter Typus; anal. wie oben (Mittel aus zwei Analysen).

Analysen von Eläolith aus Gesteinen.

	19.	20.	21.	22.	23.	24.
Na ₂ O	16,52	15,03	16,62	14,60	16,94	18,61
K ₂ O	5,62	6,68	4,55	5,60	5,40	0,90
MgO	—	—	—	—	Spur	—
CaO	0,70	0,47	Spur	0,33	0,16	—
FeO	—	—	—	0,23	—	1,50
Al ₂ O ₃	32,28	33,94	34,48	31,14	33,78	33,50
Fe ₂ O ₃	0,92	0,70	—	0,34	0,15	—
SiO ₂	43,39	41,87	43,74	45,91	43,51	43,18
H ₂ O bei 100°	—	} 0,94	} 0,86	} 0,47	} 0,40	} 0,80
H ₂ O über 100°	—					
(CO ₂)	—	—	—	0,40	—	—
	99,43	99,63	100,25	99,95	100,34	98,49

19. u. 20. Aus Sodalithsyenit von Kangerdluarsuk; anal. J. Lorenzen, Min. Mag. 5, 60 (1882).

21. Aus Eläolithsyenit von Litchfield (Maine); anal. F. W. Clarke, Am. Journ. 31, 262 (1886).

22. Aus Eläolithsyenit von Litchfield (Maine); anal. F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. Geol. Surv. U.S. Nr. 207 (1902).

23. Aus Nephelinsyenit von Dungannon, Hastings Co. (Ontario); anal. B. J. Harrington, Am. Journ. 48, 16 (1894); Z. Kryst. 26, 520 (1896).

24. Aus Nephelinbasalt von La Denise bei Le Puy (Auvergne); anal. E. Jannettaz, Bull. Soc. min. 5, 322 (1882).

	25.	26.	27.	28.	28a.
Na ₂ O	12,60	14,24	15,69	16,36	13,36
K ₂ O	5,70	4,49	5,50	5,05	7,13
MgO	0,16	0,10	—	—	—
CaO	2,00	2,50	0,45	—	0,90
Al ₂ O ₃	32,67	} 33,51	} 33,38	} 33,28	} 33,49
Fe ₂ O ₃	—				
SiO ₂	45,31	42,69	44,51	45,10	43,36
H ₂ O	1,56	1,59	1,37	—	—
unlös. Rückst.	—	1,10	—	0,70	1,39
	100,00	100,22	100,90	100,49	101,13

25. Aus Eläolithsyenit extrahiert, Red Hills, N. Hampshire; anal. W. F. Hillebrand bei N. W. Bayley, Bull. Geol. Soc. Amer. 3, 231; siehe auch F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. 419, 267 (1910).

26. Von Meiches, Löbauer Berg; anal. St. J. Thugutt (Anz. Krak. Akad. 39, 96 (1899) in N. JB. Min. etc. 1900, II, 70. Aus dem Gestein durch mechanische Analyse isoliert. Siehe auch H. Rosenbusch, Element. Gesteinsl. 1910, 459.

27. Von Låven, Langensundfjord (Norw.); anal. J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. 18, 145 (1899).

28. Von Fredericksvärn; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 28, 603 (1876).

28a. Unreiner Eläolith aus Shonkinit vom Katzenbuckel, nach H. Rosenbusch, Element. Gesteinsl. 1910, 201.

	29.	30.	31.	32.
δ		2,632—2,638		
Na ₂ O	16,59	16,31	16,06	16,32
K ₂ O	5,62	5,62	5,59	5,61
Al ₂ O ₃	33,29	33,02	32,71	33,11
Fe ₂ O ₃	0,96	0,96	0,96	0,96
SiO ₂	44,59	44,31	44,59	44,46
H ₂ O	0,38	0,38	0,38	0,38
	101,43	100,60	100,29	100,84

29.—31. Aus Nephelinsyenit von Eikaholmen (Norwegen); anal. W. M. Bradley, bei H. W. Foote und W. M. Bradley, Am. Journ. **31**, 25 (1911).

32. Mittel aus den drei Analysen.

	33.	34.	35.	36.	37.
δ	—	—	—	2,6453	—
Na ₂ O	15,91	16,12	16,00	16,46	15,84
K ₂ O	5,69	5,55	6,09	5,86	5,39
MgO	—	—	—	Spur	—
CaO	0,49	0,31	0,25	0,32	—
Al ₂ O ₃	33,12	32,82	32,96	33,83	33,01
Fe ₂ O ₃	0,48	0,75	0,66	0,40	0,87
SiO ₂	43,65	43,46	43,55	42,71	43,96
TiO ₂	0,10	0,07	0,03	0,04	—
H ₂ O	0,74	0,89	0,33	0,18	0,67
Verunreinigung .	—	—	—	0,06	—
	100,18	99,97	99,87	99,86	99,74

33. Eläolith, porphyrtartige Einsprenglinge von Mariupol; anal. J. Morozewicz, Bull. Acad. sc. Krakau, Oktober 1907, 971.

34. Großer Eläolith aus grobkörnigem Mariupolit; anal. wie oben.

35. Rötlicher Eläolith, aus einer Foyaitvarietät des Mariupolits; anal. wie oben.

36. Eläolith von Miasc; anal. wie oben.

37. Eläolith von Ditró, anal. B. Mauritz, F. Közl. **40**, 581 (1910).

	38.	39.	40.	41.	42.	43.
δ	—	—	2,6295	—	—	—
Na ₂ O	17,06	16,47	16,41	17,15	16,14	16,08
K ₂ O	5,94	5,82	5,65	6,03	5,82	4,54
CaO	0,58	0,42	0,31	0,35	0,41	—
Al ₂ O ₃	33,60	33,90	33,39	33,80	33,84	32,65
SiO ₂	43,57	43,85	43,77	43,68	43,64	44,98
Glühverlust . .	0,91	0,94	0,75	0,72	0,83	0,97
	100,66	101,40	100,28	101,73	100,68	98,94 ¹⁾

38—42 Eläolith aus dem Miascit von Miasc; anal. W. Karandéjeff, Bull. Acad. Imp. St. Pétersbourg, 1913, 267. Siehe auch H. Schleimer, N. JB. Min. etc. 1908, II, 5. (Mitgeteilt von P. v. Tschirwinsky.)

43. Corporation Quarry, Mt. Royal (Canada); anal. B. J. Harrington, Tr. R. Soc. Canada **11**, 25 (1905); Z. Kryst. **43**, 619 (1907).

¹⁾ Außerdem 0,72% Fe₂O₃.

P. v. Tschirwinsky¹⁾ hat das Analysenmittel von Eläolithen aus Eläolith-syeniten von 16 verschiedenen Fundstellen berechnet und fand:

	44.
Na ₂ O	15,73
K ₂ O	5,45
CaO	0,43
Al ₂ O ₃	32,89
Fe ₂ O ₃	0,65
SiO ₂	43,97
H ₂ O	0,99
	100,11

Umgewandelte Eläolithe.

Die folgenden Analysen zeigen die Umwandlung des Eläoliths

	45.	46.	47.
Na ₂ O	17,01	14,36	12,73
K ₂ O	3,95	2,94	1,95
MgO	0,08	0,05	0,05
CaO	0,29	0,25	0,22
Al ₂ O ₃	32,27	31,99	31,87
Fe ₂ O ₃	0,96	0,78	0,74
SiO ₂	44,41	42,96	41,39
F	Spur	Spur	Spur
H ₂ O	0,84	5,79	10,36
	99,81	99,12	99,31

45. Eläolith grünlichgrau von Norwegen; anal. G. Tschernik, Bull. Acad. St. Pétersbourg **3**, 903 (1909); Z. Kryst. **51**, 97 (1913).

46. Rötlichbraun von ebenda; anal. wie oben.

47. Etwas dunkler als der vorige, von ebenda; anal. wie oben.

Der Gang der Umwandlung äußert sich in Zunahme des Wassergehalts, Verlust von Alkalien; die Abnahme des Kieselsäuregehalts ist gering.

Formel und Konstitution des Nephelins.

Es gibt wenig Mineralien von so verhältnismäßig einfacher Zusammensetzung, die, was ihre Formel anbelangt, zu so divergierenden Anschauungen geführt hätten, wie der Nephelin.

Schon vor vielen Jahren standen sich zwei Ansichten gegenüber, die von C. Bromeis verteidigte, wonach der Nephelin die einfache Formel NaAlSiO₄ habe, und eine von Th. Scheerer aufgestellte und verteidigte, welcher dem Mineral die Formel (Na, K)₈Al₈Si₉O₃₄ gab.

In allen besseren Analysen bemerkt man, daß das Verhältnis Na:Al = 1 ist, daß dagegen das Verhältnis Al:Si nicht der Zahl 1 entspricht, sondern daß stets ein Überschuß von SiO₂ bzw. Si vorhanden ist. Es handelt sich nun um die Erklärung dieses Überschusses. C. F. Rammelsberg²⁾ fand eine einfache Erklärung nämlich, daß das Leucitsilicat KAlSi₂O₆ dem Nephelinsilicat

¹⁾ Mitteilung an den Herausgeber. Weitere Analysen siehe auch S. 225 und 226.

²⁾ C. F. Rammelsberg, Mineralchem. 1875.

NaAlSiO_4 beigemischt sei, d. h. daß Nephelin eine Verbindung von Ortho- und Metasilicat sei. Es würde also das Kali als Metasilicat, das Natron als Orthosilicat vorhanden sein. Es entbehrt diese Annahme nicht einer gewissen Willkürlichkeit, aber viele Analysen stimmen damit überein. H. Rauff¹⁾ hat sich gegen diese Annahme erklärt. Seine Analysen stimmen nicht mit denen C. F. Rammelsbergs überein, er ist der Ansicht, daß ein Steigen des SiO_2 -Gehalts mit wachsendem Gehalt an K_2O nicht stattfindet. Er berechnet sowohl aus seinen, als auch aus den C. F. Rammelsbergschen Analysen das Verhältnis:

$$\text{Al} : \text{Si} = 1 : 1,25,$$

während C. F. Rammelsberg 1:1,1665 fand. H. Rauff nimmt daher das Verhältnis

$$\text{Al} : \text{Si} = 8 : 9$$

an und die Formel wird in Übereinstimmung mit Th. Scheerer



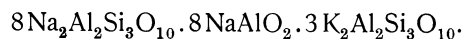
Dieses kann erklärt werden durch die Formel $7\overset{\text{I}}{\text{R}}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \overset{\text{I}}{\text{R}}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$, die Verhältnisse der Metalle Na, K und Ca sind:

$$\begin{aligned} \text{Ca} : \text{H, K, Na} &= 1 : 10 \\ \text{H} : \text{K} &= 1 : 6 \\ \text{K} : \text{Na} &= 1 : 5. \end{aligned}$$

C. Doelter²⁾ hat auf synthetischem Wege die Frage geprüft, ob Nephelin durch Zusammenschmelzen von NaAlSiO_4 mit KAlSi_2O_6 herstellbar wäre und kam zu einem bejahenden Resultate (vgl. S. 221 bei Synthese).

Eine andere Hypothese hat St. J. Thugutt³⁾ aufgestellt. Er nimmt die Formel $\overset{\text{I}}{\text{R}}_2\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{10}$ an, wobei unter R_2 hauptsächlich Na und K, dann auch Ca gemeint ist. Das Verhältnis Na:K ist nach ihm 1:4. Er hat eine Reihe von Versuchen ausgeführt, welche analog den J. Lembergschen Versuchen die Zersetzbarkeit des Nephelins durch Lösungen von Kaliumcarbonat zum Zwecke des Studiums hatten. Dabei ergab sich kein Unterschied zwischen Eläolith und Nephelin (vgl. S. 225).

Das Resultat war, daß beide in Natrolith übergehen und Alkalialuminat abspalten. Nephelin ist nach ihm daher:



Er hat auch die prozentische Zusammensetzung nach dieser Formel berechnet und die Analysen verglichen. Viele Analysen, wie die von J. Lorenzen, H. Rauff, Th. Scheerer und C. F. Rammelsberg stimmen gut überein.

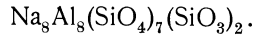
Dadurch wird auch eine Analogie mit der Formel des Sodaliths hergestellt. Dagegen ist er der Meinung, daß die Ansicht C. F. Rammelsbergs insofern irrig sei, als das beigemischte Kaliumsilicat nicht KAlSi_2O_6 , sondern $\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ sei (Kalinatrolith).

¹⁾ H. Rauff, Z. Kryst. **2**, 445 (1878).

²⁾ C. Doelter, Z. Kryst. **9**, 321 (1884).

³⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 583 (1894).

F. W. Clarke¹⁾ stützt sich auf die Beziehungen zu Cancrinit. Er nimmt im Nephelin eine einwertige Gruppe (NaSiO_3) an, welche analog dem Carbonat des Cancrinit NaCO_3 eine Valenz des Aluminiums sättigen soll. Nephelin ist nach ihm ein Orthosilicat: $\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_3$, die Formel wird ausgedrückt durch:



Später hat St. J. Thugutt²⁾ auch aus der Umwandlung des Nephelins in Zeagonit gefolgert, daß bei der Umwandlung außer der Wasseraufnahme das Radikal NaAlO_2 ausscheidet. Das Na des Radikals $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ wird gegen Ca umgetauscht. Es bestätigt dies seiner Ansicht nach die Annahme einer Konstitutionsformel, wie sie aus den früheren Beobachtungen hervorgeht.

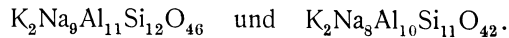
J. Morozewicz, welchem wir genaue Analysen verdanken (Analyse Nr. 32 bis 35), berechnet aus seinen Analysen die Molekularverhältnisse:

Analyse Nr. 32 (Mariupol)	$(\text{Si, Ti})\text{O}_2 : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{R}_2\text{O} = 2,21 : 1 : 0,99$
" " 33	= 2,21 : 1 : 0,99
" " 34	= 2,21 : 1 : 1,0.

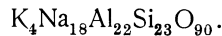
Also übereinstimmend für die drei Analysen 1 : 1 : 2,2:

Analyse Nr. 35 (Miasc)	= 2,121 : 1 : 0,908
" " 17 (Vesuv)	= 2,15 : 1 : 1,03
" " 18 (Vesuv)	= 2,11 : 1 : 1,02

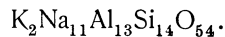
Daraus ergeben sich die Formeln für die Eläolith von Mariupol:



Der Eläolith von Miasc ergibt die Formel:

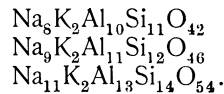


Für den Nephelin vom Vesuv ergibt sich die Formel:

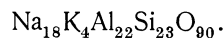


Die Formel für den Eläolith von Miasc stimmt mit der von C. Bromeis, die Formel für den vom Vesuv mit den Analysen von Th. Scheerer, H. Rauff, C. F. Rammelsberg überein.

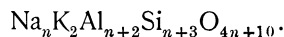
Es gibt daher zwei Reihen von Nephelinen, eine basische und eine normale. Die letztere ergibt die Formeln:



Die basische Reihe erhält die Formel:



Die allgemeine Nephelinformel ist nach ihm:



Die Magnesia wurde dem Kalium zugerechnet, das Fe_2O_3 dem Al_2O_3 -Gehalt. Was das Wasser anbelangt, so haben es die meisten Forscher als

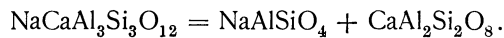
¹⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. 31, 271 (1886).

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1900, II, 65.

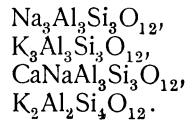
sekundär betrachtet, nur H. Rauff hat es als Konstitutionswasser angesehen. J. Morozewicz¹⁾ betrachtet, wohl mit Recht, das Wasser als nicht zu der Formel gehörig; die Hydratation erscheint additiver Natur.

In den normalen Nephelinen sind die Verbindungen NaAlSiO_4 und $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ vorhanden, dagegen im basischen das Kaliumradikal $8\text{K}_1\text{Al}_{22}\text{Si}_{23}\text{O}_{90}$. Dieses kommt in der Natur als Komplexsäure $\text{H}_4\text{Al}_{44}\text{Si}_{55}\text{O}_{180} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ vor.

S. Hillebrand-Tschermak²⁾ hat ebenfalls die Zusammensetzung des Nephelins besprochen und lehnt sich an die des Sodaliths an (vgl. S. 236). Als Natronverbindung wird nicht, wie bei den bisher besprochenen Analysen NaAlSiO_4 angenommen, sondern eine polymere auch im Sodalith angenommene Verbindung $\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Das Kalium ist z. T. in einer analog zusammengesetzten Verbindung von der Formel $\text{K}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$ vorhanden. Es ist die im Phakelith vorkommende. Das Calcium ist in der Verbindung $\text{NaCaAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$ vorhanden, welche im Zusammenhange mit Anorthit steht, nach der Formel



Sie geht von dem allerdings heute nicht mehr allseitig anerkannten Grundsatz aus, daß nur Verbindungen von gleicher Molekulargröße als isomorph bezeichnet werden können, und daß Nephelin aus isomorphen Grundverbindungen besteht. Damit ist allerdings eine einfache mögliche, wenn auch nicht ganz sichere Hypothese eingeführt. Die vier im Nephelin vorkommenden isomorphen Verbindungen sind daher:



Es werden nun auf Grund dieser Annahme die Analysen berechnet, nach Ausscheidung einer Anzahl als fehlerhaft bezeichneten Analysen und solchen, welche viel Wasser enthalten. Es stimmen nun die meisten Analysen mit dieser Berechnung und kann daher der Nephelin aus diesen vier Verbindungen bestehend angesehen werden. Diese Hypothese ist eine Verbesserung der Rammelsberg'schen.

Eine weitere Arbeit stammt von H. W. Foote und W. M. Bradley.³⁾ Sie gehen von der Ansicht aus, daß im Nephelin eine feste Lösung vorliege, eine Ansicht, welche bereits 1904 von C. Doelter⁴⁾ ausgesprochen wurde. H. W. Foote und W. M. Bradley machen darauf aufmerksam, daß man unterscheiden müsse zwischen isomorpher Vertretung und fester Lösung (allerdings ist zu bemerken, daß der Begriff feste Lösung vielfach gewechselt hat und auch heute noch von verschiedenen Forschern verschieden aufgefaßt wird).

Bei isomorpher Vertretung müsse man analoge Formeln verlangen, nicht aber bei festen Lösungen. Sie beziehen sich auf die Fähigkeit mancher Silicate, mit Oxyden und anderen Silicaten feste Lösungen zu bilden (vgl. Bd. II, 1 S. 66).

H. W. Foote und W. M. Bradley haben die in J. D. Dana's Mineralogie zusammengestellten Analysen berechnet und finden für $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$

¹⁾ J. Morozewicz, Bull. Acad. Krakau 1907, Oktoberheft, 971.

²⁾ S. Hillebrand-Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **119**, 785 (1910).

³⁾ H. W. Foote u. W. M. Bradley, Am. Journ. (4) **31**, 25 (1911).

⁴⁾ C. Doelter, Sitzber. Wiener Ak. **113**, 202 (1904).

Zahlen zwischen 2,06:1 und 2,29:1. Für das Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{Na}, \text{K})_2\text{O}$ fanden sie Werte zwischen 1:0,91—1:1,16.

Ferner berechneten sie ihre eigenen Analysen sowie die von J. Morozewicz und fanden für $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ Zahlen zwischen 2,11:1—2,23:1. Für das Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{Na}, \text{K})_2\text{O}$ ergeben sich Werte zwischen 1:0,98—1:1,03.

Wenn man nun die Schwankungen bei dem Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ berücksichtigt, so sind diese zu groß, um durch Analysenfehler oder Verunreinigungen erklärt zu werden. Da nicht anzunehmen ist, daß SiO_2 isomorph Na_2O oder Al_2O_3 vertreten könnte, und auch die Annahme von J. Morozewicz, einer Anzahl in der Zusammensetzung schwankender Silicate ihnen nicht wahrscheinlich erscheint, ferner kaum anzunehmen ist, daß jeder Nephelin auf eine andere Formel zurückzuführen wäre, so vergleichen sie Nephelin mit einer festen Lösung, wie z. B. Eisenchlorid und Ammoniumchlorid. Der reine Nephelin wäre NaAlSiO_4 , welche Verbindung imstande ist, SiO_2 zu lösen.

Dagegen spricht sich W. T. Schaller¹⁾ gegen diese Ansicht aus. Er wendet ein, daß zuerst der Nachweis zu erbringen ist, daß Nephelin, nämlich die angenommene Verbindung NaAlSiO_4 , imstande ist, SiO_2 zu lösen. Weiterhin muß die Tatsache, daß diese gelöste Kieselsäure sich in chemischer Hinsicht anders verhält, als eine der bisher bekannten Modifikationen der Kieselsäure, genügend erklärt werden.

Er ist der Ansicht, daß das Silicat NaAlSiO_4 oder der Natriumanorthit künstlich dargestellt wurde, und daß H. S. Washington und F. E. Wright diesen Feldspat im Anemousit nachgewiesen haben und kehrt zu der Ansicht von F. W. Clarke zurück, welcher den Nephelin besonders als aus zwei isomorphen Silicaten RAlSiO_4 und RAlSi_3O_8 bestehend erklärte. Die drei den Nephelin zuzusammensetzenden Verbindungen sind:



W. T. Schaller berechnet zwei Analysen, nämlich die von H. W. Foote und W. M. Bradley Nr. 31, sowie jene von J. Morozewicz, Nr. 17, welche die besten Analysen sein dürften. Der erste Nephelin besteht aus

60	Teilen	oder	19,6	KAlSiO_4 ,
245	"	"	70,4	NaAlSiO_4 ,
21	"	"	10,6	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$.

Der der Analyse Nr. 17 von J. Morozewicz besteht aus

62	Teilen	oder	19,7	KAlSiO_4 ,
259	"	"	75,7	NaAlSiO_4 ,
11	"	"	5,6	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$.

Die Berechnung ergibt Werte, welche mit den durch die Analyse gefundenen gut übereinstimmen.

Die bemerkenswerte Tatsache, daß immer im Nephelin auch das Silicat KAlSiO_4 vorhanden ist, hat bisher nur in der Hillebrandschen Theorie eine ausreichende Erklärung gefunden.

Im Jahre 1912 erschien ferner eine Arbeit von N. L. Bowen,²⁾ welcher zu den oben geäußerten Ansichten Stellung nimmt. Er hat wichtige Versuche

¹⁾ W. T. Schaller, Z. Kryst. **50**, 343 (1912).

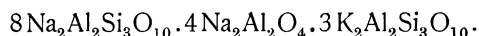
²⁾ N. L. Bowen, Am. Journ. (4) **33**, 49 u. 551 (1912).

ausgeführt, über welche bei Synthese (vgl. S. 222) berichtet wird. Es gelang ihm, einen Nephelin von der Zusammensetzung $\text{Na}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2$ darzustellen, welcher alle Eigenschaften des Orthosilicats besitzt.

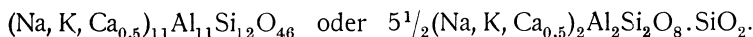
Die Besprechung der Ansichten von H. W. Foote und W. M. Bradley, sowie von W. T. Schaller, führt ihn dem Schlusse zu, daß Nephelin nicht als Lösung von zwei Komponenten betrachtet werden kann, sondern daß drei Komponenten in fester Lösung vorhanden sein müssen. Von den vorhandenen Möglichkeiten ist ihm nach seinen Versuchen die Hypothese W. T. Schallers, wonach diese drei Komponenten NaAlSiO_4 , KAlSiO_4 und $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ seien, die wahrscheinlichste. Er hat jedoch nur die Ansichten von W. T. Schaller mit jenen von H. W. Foote und W. M. Bradley verglichen, während er die ältere Ansicht von C. F. Rammelsberg, welche nach den Versuchen von C. Doelter ebenfalls möglich ist, nicht geprüft und ebenso die Theorie von S. Hillebrand ignoriert. Auch diese letztere sollte auf synthetischem Wege geprüft werden. Dagegen scheint allerdings die einfache Ansicht von H. W. Foote und W. M. Bradley nach den Arbeiten von N. L. Bowen weniger wahrscheinlich.

Bezüglich der Formel und Konstitution hat sich auch in neuester Zeit nochmals St. J. Thugutt¹⁾ geäußert. Er verweist auf die Zersetzung des Nephelins, welche nicht das Radikal NaAlSiO_4 , sondern $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ mit $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ liefert. Er verweist ferner auf die Einwirkung überhitzten Wassers auf Nephelin. Es gibt zwei Typen von Nephelinen, welche sich bei der Zersetzung bilden. Für die hydratisierten Nepheline kann man keine Formel geben. Ferner bemerkt er, daß das Material, welches den Analysen von J. Morozewicz diente, nicht immer homogen war, insbesondere enthielten sie Zeolithe. In den frischen Nephelinen ist das Verhältnis $\text{R}_2\text{O}:\text{R}_2\text{O}_3 = 1:1$, in den bereits hydratisierten 1:0,99.

Zum Schlusse kommt St. J. Thugutt wieder zu dem Resultat, daß Nephelin folgende Formel besitzt:

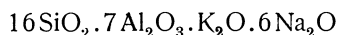


Ferner hat sich W. Karandéjeff²⁾ über die Konstitution des Nephelins geäußert. Er berechnet aus seiner Analyse Nr. 36 die Zusammensetzung:

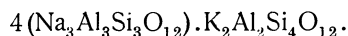


Nephelin ist nach seiner Meinung eine feste Lösung von SiO_2 in dem Natriumaluminiumsilicat: $(\text{Na}, \text{K})_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_3$ (vgl. oben S. 216).

P. G. Tschernik berechnet aus seiner Analyse nach Abzug des Wassers die Formel:



oder



Der zersetzte Nephelin entspricht dieser Formel plus ein Molekül Wasser.

Zusammenstellung der Hypothesen über die Konstitution des Nephelins.

Wir haben folgende Ansichten als möglich zu betrachten:

1. Die Ansicht von C. F. Rammelsberg, daß Nephelin aus den zwei Molekülen NaAlSiO_4 und KAlSi_2O_6 bestehe.

¹⁾ St. J. Thugutt, C. R. Soc. des Sciences, Varsovie **6**, 849 (1913).

²⁾ W. Karandéjeff, Bull. Acad. St. Pétersbourg, 1913, 267; Chem. ZB. 1913, 1/2, 1718.

2. Die Ansicht von St. J. Thugutt, wonach im Nephelin die Silicate des Natroliths $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ und $\text{K}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$ vorhanden sind.

3. Die Hypothese von J. Morozewicz, welche eine normale Reihe und eine basische annimmt, und welche verschiedene Formeln mit wechselndem Gehalt an Al_2O_3 und SiO_2 beansprucht.

4. Die Ansicht von H. W. Foote und W. M. Bradley, wonach Nephelin aus RAiSiO_4 und SiO_2 in fester Lösung besteht.

5. Die Aufstellung zweier Silicate NaAlSiO_4 und $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ von F. W. Clarke, welche von N. L. Bowen und von W. T. Schaller adoptiert sind mit dem Unterschiede, daß die letzteren feste Lösungen annehmen.

6. Die Ansicht von S. Hillebrand und G. Tschermak, wonach die Komponenten in isomorpher Mischung vorhanden sind, welche analoge Formeln haben: nämlich die Silicate: $\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$, $\text{K}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$, $\text{NaCaAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$ und $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$.

Es ist gegenwärtig schwer, die Entscheidung zwischen diesen divergierenden Ansichten zu treffen. Die Ansicht H. W. Footes und W. M. Bradleys ist sicher die einfachste, sie wird jedoch durch die Synthesen von N. L. Bowen nicht gestützt. Die Ansicht C. F. Rammelsbergs mit der Modifikation, daß es sich nicht um Molekularverbindungen, sondern um feste Lösungen handelt, ist ebenso möglich wie die F. W. Clarkes mit der Modifikation W. T. Schallers, daß es sich um feste Lösungen handelt und beide sind durch die Synthesen als möglich erwiesen worden. Die Ansicht von J. Morozewicz ist mit den Analysen vollkommen im Einklange, aber theoretisch weniger wahrscheinlich. Die Hypothese von S. Hillebrand stimmt mit den Analysen gut überein, sie ist experimentell zwar nicht völlig geprüft, aber als eine sehr wahrscheinliche zu bezeichnen.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Dichte schwankend zwischen 2,55—2,6. Härte 5,5—6. Spaltbar nach (1010) und (0001). Flachmuscheliger bis ebener Bruch. Farbe bei Nephelin grauweiß, weiß; Glasglanz. Für Eläolith ist die Farbe weißlich, rötlich, gelblich, grünlich, auch grau; Fettglanz.

Brechungsquotienten. Für Nepheline vom Vesuv bei Na-Licht.¹⁾

$$1. N_\omega = 1,5416, \quad N_\epsilon = 1,5376, \quad N_\omega - N_\epsilon = 0,0040,$$

$$2. N_\omega = 1,5424, \quad N_\epsilon = 1,5375, \quad N_\omega - N_\epsilon = 0,0049.$$

Für Eläolith von Hot Springs²⁾ erhielten S. L. Penfield die Werte:

$$N_\omega = 1,5469, \quad N_\epsilon = 1,5422, \quad N_\omega - N_\epsilon = 0,0047.$$

C. Hlawatsch erhielt für das Vorkommen vom Mte. Mulatto (Predazzo):³⁾

$$N_\omega = 1,539, \quad N_\epsilon = 1,534, \quad N_\omega - N_\epsilon = 0,005.$$

Bezüglich der optischen Eigenschaften des künstlichen Nephelins siehe S. 221. Vor dem Lötrohre zu blasigem Glas schmelzend.

¹⁾ Nach H. Rosenbusch u. A. E. Wülfing, Mikrosk. Phys. d. Min. Stuttgart 1905, 109.

²⁾ S. L. Penfield, Z. Kryst. **22**, 333 (1894).

³⁾ C. Hlawatsch, Tsch. min. Mit. **20**, 42 (1901).

In HCl unter Gelatinieren zersetzbar.

Schmelzpunkt für Eläolith von Miasc nach A. Brun 1120°; für Nephelin vom Vesuv 1059—1070° nach R. Cusack.

C. Doelter erhielt für ersteren die Punkte 1155—1195° und 1110—1160° für letzteren, zwischen welchen der Schmelzpunkt gelegen ist (vgl. Bd. I, S. 656). Das künstliche Silicat NaAlSiO_4 schmilzt nach N. V. Kultascheff bei 1007°, nach W. Gürtler bei 1055° und nach R. C. Wallace bei 1018° (Literatur siehe Bd. I, S. 657).

Die latente Schmelzwärme wurde von J. H. L. Vogt¹⁾ mit 73 Kal. berechnet. Spez. Wärme 0,184 (G. Tammann, Krist u. Schmelzen, 57).

Das Kristallisationsvermögen ist ziemlich groß, die Kristallisationsgeschwindigkeit gering, daher sich große Kristalle selten bilden.²⁾

Löslichkeit. Wie aus den unten S. 227 angeführten Versuchen von St. J. Thugutt hervorgeht, ist Nephelin bei 200° in destilliertem Wasser zersetzbar.

Über weitere Versuche St. J. Thugutts siehe S. 226.

C. Doelter³⁾ hat Nephelin in flüssiger Kohlensäure bei 28° behandelt, wobei sich nach 20 Tagen 9,496% gelöst hatten (allerdings ist bei der Versuchsanordnung die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß auch etwas gasförmige CO_2 mitwirkte). Die Zusammensetzung des gelösten Anteils war:

Na_2O	16,912
K_2O	10,064
CaO	31,750
Al_2O_3	4,993
SiO_2	36,279

Auffallend ist der große Gehalt an CaO; es ist der ganze Kalkgehalt extrahiert worden. Sehr gering ist die Menge der Tonerde, während die des Natrons der ursprünglichen Menge entspricht. Auch Kali ist viel extrahiert worden.

Synthese.

1. Auf dem Wege des Schmelzflusses. Die Synthese des Nephelins wurde zuerst von F. Fouqué und A. Michel-Lévy⁴⁾ anlässlich der Darstellung künstlicher Gesteine durchgeführt. Sie wendeten ein Gemenge von Kieselsäure, Tonerde und Natriumcarbonat mit dem Sauerstoffverhältnis 1:3:4 an. Sie erhielten hexagonale Prismen. Bei einem Sauerstoffverhältnis 1:3:4 $\frac{1}{2}$ erhielten sie ein Produkt, dessen Struktur dem Chalcedon ähnelte. Es wurde auch der Versuch gemacht, Nephelin und Orthoklas gleichzeitig kristallisieren zu lassen, aber die Kristallisation des letzteren gelang nicht. Jedenfalls erhielten sie einen kalifreien Nephelin.

C. Doelter⁵⁾ versuchte die Synthese des Nephelins in der Absicht durchzuführen, die Konstitution desselben zu erforschen und namentlich die S. 213 erwähnte Hypothese C. F. Rammelsbergs zu prüfen.

¹⁾ J. H. L. Vogt, Silicatschmelzlösungen II, 97 (Kristiania 1904).

²⁾ C. Doelter, ZB. Min. etc. 1903, 615.

³⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 11, 326 (1890).

⁴⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synth. d. min. et roches (Paris 1881), 155.

⁵⁾ C. Doelter, Z. Kryst. 9, 321 (1884).

Hierbei ergab sich, daß man imstande ist, das Silicat NaAlSiO_4 künstlich in Kristallen darzustellen, welche dem Nephelin ähnlich sind, dagegen gelang es nicht, die Mischung $\text{Na}_8\text{Al}_8\text{Si}_9\text{O}_{34}$, also das Silicat Nephelin ($8\text{NaAlSiO}_4 \cdot \text{SiO}_2$) vollkommen kristallinisch herzustellen; es wurden chalcedonartige Gebilde erhalten, daneben Kieselsäureglas. Es ist also ein analoges Resultat, wie das der genannten französischen Forscher und viel später erhielt N. L. Bowen eine Bestätigung dieser Ansicht.

Es wurden ferner Mischungen von NaAlSiO_4 mit KAlSi_3O_8 in Verhältnissen 7:1, 2:1, 1:1, 1:2, 4:1 dargestellt und langsam im Fourquignonofen kristallisieren gelassen. Die erste Mischung ergab ein nephelinähnliches Produkt, ebenso die zweite. Beim dritten Versuch bildeten sich auch Skelette. Bei jenen Mischungen, in welchen das Kalisilicat dominiert, bildete sich viel glasige Substanz, also keine homogene Masse. Bei der letzterwähnten Mischung kristallisierten Nephelin und Leucit getrennt. Demnach kann Nephelin nicht unbedeutliche Mengen Leucitsilicat lösen, aber das Umgekehrte ist nicht der Fall.

Weiterhin wurden Mischungen von NaAlSiO_4 mit KAlSiO_4 gemacht, also Mischungen von Natronnephelin mit Kaliumnephelin. Das Verhältnis war 3:1 und 2:1. Es würde dies, abgesehen vom Kalkgehalt, dem Pseudonephelin entsprechen (vgl. S. 228). In beiden Fällen ergaben sich künstliche Nepheline. Wenn jedoch das Kaliumsilicat vorherrschte, ergab sich keinerlei kristalline Masse mehr.

Bei der Mischung NaAlSiO_4 mit $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ergaben sich hexagonale, mit dem Nephelin übereinstimmende Kristalle.

Endlich wurde der Versuch unternommen, Orthoklassilicat dem Nephelinsilicat beizumengen. Die Masse erstarrte kristallin, ähnlich wie Nephelin, doch verblieb ein kleiner Glasrest.

Das Zusammenkristallisieren von NaAlSiO_4 mit $\text{MgAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ gelang nicht.

Natürlicher Nephelin kristallisiert beim Umschmelzen wieder als solcher. Dagegen erhielt St. J. Thugutt¹⁾ aus Nephelinhydrat beim Umschmelzen nicht Nephelin, sondern Natronanorthit; diese würden dem Carnegieit entsprechen (siehe S. 229).

R. Wallace,²⁾ welcher das System $\text{Na}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ experimentell untersuchte, erhielt auch den Nephelin (vgl. Bd. I). Er erhielt aus der Mischung $\text{Na}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3$ und SiO_2 den Nephelin. Andere Mischungen ergaben Nephelin mit Korund, wenn Al_2O_3 im Überschuß war und auch kristallisierten Sillimanit neben Nephelin; bei Mischungen von NaAlSiO_4 mit Al_2SiO_5 , Sillimanit und Korund neben Nephelin. Mischungen von NaAlO_2 und SiO_2 ergaben Nephelin, Natronleucit und Albit.

Vor kürzerer Zeit erschien die bereits früher erwähnte Arbeit von N. L. Bowen, in welcher auch über einige Versuche zur Darstellung von Nephelin berichtet wurde. Er stellte den reinen Nephelin NaAlSiO_4 dar und bestimmte die Brechungsquotienten:

N_ω	N_ϵ	δ	Kristallhabitus
1,537	1,533	2,619	Prisma und Basis
1,541	1,537	2,55—2,65	Prisma und Basis.

Die unteren Werte sind die des natürlichen Nephelins.

¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 9, 561 (1894).

²⁾ R. Wallace, Z. anorg. Chem. 63, 1 (1909). Ich berichtige gleichzeitig einen Druckfehler Bd. I, S. 754: Statt Al_2SiO_9 lies dort Al_2SiO_5 .

Ferner stellte N. L. Bowen auch einen Nephelin $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ bei 1200° dar, wobei sich eine homogene Masse, ähnlich dem Silicat NaAlSiO_4 ergab (vgl. S. 218).

Versuche zur Synthese des Nephelins hat auch A. Ginsberg¹⁾ ausgeführt. Eine Schmelze von der Zusammensetzung NaAlSiO_4 erstarrte nach einer Überhitzung auf $1500\text{--}1600^\circ$ zu kristallinen, jedoch zweiachsigen Kristallgebilden mit mikroklinartiger Zwillingsstruktur, während dieselbe Schmelze, auf 1300° bis 1400° erhitzt, glasig erstarrte. Den einachsigen Nephelin erhielt er, als er die Schmelze bei $900\text{--}1000^\circ$ durch längere Zeit erhielt. A. Ginsberg schließt aus diesem Verhalten auf Dimorphie des Silicats NaAlSiO_4 (vgl. den Natronanorthit und Carnegieit, S. 229).

A. Ginsberg¹⁾ hat ferner auch einen Nephelin von der Zusammensetzung $\text{Na}_3\text{Al}_8\text{Si}_9\text{O}_{34}$, also nach der Rauffschens Formel dargestellt. Er erhielt ein mit dem erstgenannten optisch identisches Produkt. Der Schmelzpunkt des Nephelins NaAlSiO_4 ist 1223° , also ähnlich wie der des natürlichen, nach C. Doelter (vgl. S. 220).

Es sind auch Verbindungen hergestellt worden, welche der Formel $\text{R}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ entsprechen, in welchen R durch K, Li oder Sr und Ba vertreten waren. Z. Weyberg²⁾ hat Barium- und Strontiumnepheline aus Schmelzfluß dargestellt, aber die Formel ist doch etwas von obiger abweichend. Als Ausgangspunkt diente bei Barium- und Strontiumnephelinen Kaolin und BaCl_2 bzw. SrCl_2 .

Über das Silicat KAlSiO_4 siehe bei Kalium-Aluminiumsilicaten.

2. Synthese auf nassem Wege. (Fig. 5.)

Obleich in der Natur Nephelin nicht derart vorkommt, daß eine Bildung auf nassem Wege wahrscheinlich ist, so ist doch durch folgenden Versuch die Möglichkeit dieser Entstehung gegeben.

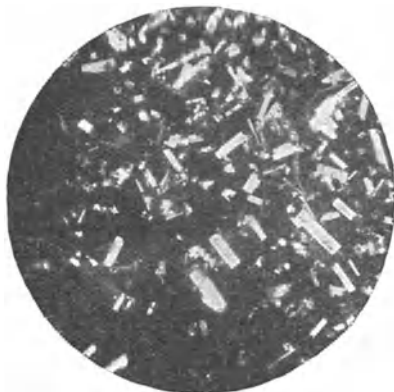


Fig. 5.

Ch. u. G. Friedel³⁾ erhielten Nephelin, als sie Kaliglimmer (von Moß, Norwegen) mit $\frac{1}{4}\text{--}\frac{2}{3}$ ihres Gewichtes Ätzkali und dem zwanzigfachen Gewichte Wassers in einer Stahlbombe bei 500° erhitzen. Die Analyse des erhaltenen Produkts ergab:

Na_2O	13,2
K_2O	9,6
CaO	Spur
Al_2O_3	34,8
SiO_2	40,5
	98,1

Das Produkt gelatinert mit HCl und ist vor dem Lötrohre schmelzbar.

¹⁾ A. Ginsberg, Ann. Instit. polyt. St. Petersburg **16**, 1 (1911); N. JB. Min. etc. 1912, I, 388.

²⁾ Z. Weyberg, Tr. Soc. des Natural. Varsovie 1906, 4 nach Ref. in Z. Kryst. **46**, 302 (1909).

³⁾ Ch. u. G. Friedel, Bull. Soc. min. **13**, 129 (1890).

Optisch einachsig negativ.

Ganz auffallend ist der hohe Na-Gehalt bei so geringer Menge Natron im Ausgangsprodukte (3—4 %). Das Ätzkali enthielt 2 % Natron.

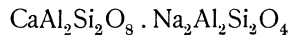
Der Versuch wurde mit Ätznatron wiederholt und ergab Kristalle von $\delta = 2,65$ und von folgender Zusammensetzung:

Na ₂ O	16,74	16,35
K ₂ O	7,41	7,43
Al ₂ O ₃	33,18	34,97
SiO ₂	41,94	41,17
	99,27 ¹⁾	99,92

Der Glühverlust betrug 0,1 %.

Kalknephelin. Da die Nepheline alle Kalk enthalten, so ist auch die Darstellung von kalkhaltigem Nephelin wichtig. Bei einem Schmelzversuche mit Granat erhielten E. Hussak²⁾ und ich ein Mineral, welches mit Nephelin große Ähnlichkeit besitzt, es wäre ein hexagonaler Anorthit.

Ferner hat C. Doelter³⁾ die Mischung



in analoger Weise, wie früher erwähnt, zusammengeschmolzen und dabei ein vollkommen mit Nephelin übereinstimmendes Produkt erhalten. J. Lemberg hat in Nephelin den größeren Teil des Natrons durch Kalk ersetzt (vgl. S. 225).

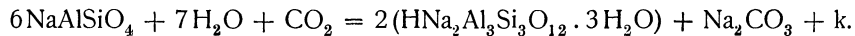
Da später, wie bereits erwähnt, gefunden wurde, daß Nephelin auch in einer zweiten Kristallart vorkommt, welche als Carnegieit bezeichnet wurde, so hat N. L. Bowen das System NaAlSiO₄·CaAl₂Si₂O₈ untersucht und fand, daß in einem Gebiet bis 35 % Anorthit sich Mischkristalle beider bilden können. Es ist also dies eine Bestätigung meines älteren Versuches. Anorthit kann bis 2 % Nephelin aufnehmen, Nephelin dagegen 35 % Anorthit.

Die Mischung von CaAl₂Si₂O₈ mit NaAlSiO₄ existiert auch in der Natur. Sie wurde von H. S. Washington und F. E. Wright⁴⁾ als Anemousitfeldspat beschrieben und ist in ihrer Zusammensetzung dem Labradorfeldspat gleich (siehe unten diesen).

Umwandlung des Nephelins.

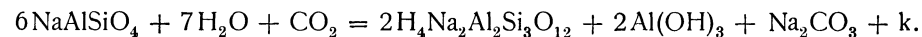
Nephelin ist zahlreichen Umwandlungen unterworfen, da er ein leicht zersetzbares Silicat ist. Die wichtigsten Umwandlungsprodukte sind Zeolithe, dann Kaolin und Gibbsit.

Bildung von Hydronephelit. Die Formel lautet:



Nach C. R. van Hise⁵⁾ ist damit eine Volumvermehrung von 23,49 % verbunden.

Für die Natrolithbildung gibt derselbe Autor folgende Formel:



¹⁾ Im Original 99,31.

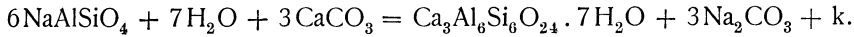
²⁾ C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, I, 18.

³⁾ C. Doelter, l. c. vgl. S. 221.

⁴⁾ H. S. Washington u. F. E. Wright, Am. Journ. **33**, 551 (1912).

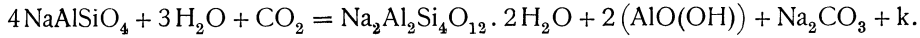
⁵⁾ C. R. van Hise, Treatise on Metamorphoisme, 292.

Bei der Thomsonitbildung spielt sich folgende Reaktion ab:

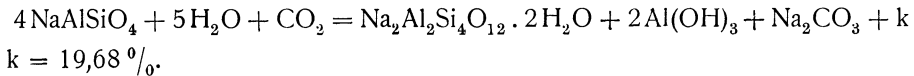


Die Volumvermehrung ist nach C. R. van Hise 24,60 %.

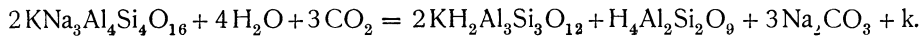
Für die Umwandlung in Analcim und Gibbsit gibt er folgende Formel:



Hier bildet sich gleichzeitig Diaspor, die Volumvermehrung ist 5,49 %. Bei der Gibbsitbildung ist der Vorgang:

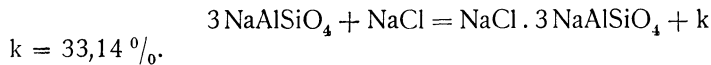


Bei der Bildung von Muskovit und Kaolin muß ein kalihaltiger Nephelin angenommen werden:



Die Volumverminderung des Muskovits und Kaolins ist 16,50 %.

Die Umwandlung in Sodalith ist:



St. J. Thugutt¹⁾ erklärt die Pseudomorphosen aus der von ihm angenommenen Formel (vgl. S. 214). Das Silicat $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ liefert mit 2 Mol. Wasser den Natrolith. Aus dem Aluminat entsteht Diaspor oder Hydrargillit. Wenn Kaliumsalze einwirken, entsteht Kaliglimmer. Der Cancrinit entsteht, wenn das Kaliumsilicat und zum Teil das Aluminat weggeführt werden, dagegen Carbonate aufgenommen werden.

Die beobachtete Umwandlung in Sodalith kommt nach ihm durch Chlornatriumdämpfe zustande, während G. Strüver²⁾ dafür wäßrige Lösungen von NaCl annimmt.

Künstliche Umwandlung des Nephelins.

J. Lemberg³⁾ hat eine Reihe von Versuchen ausgeführt, bei welchen Nephelin den Ausgangspunkt bildete.

Eläolith von Fredericksvärn (1) zeigte nach 7 monatiger Digestion mit Kaliumcarbonatlösung folgendes (2):

	1.	2.
Na_2O . . .	16,36	12,60
K_2O . . .	5,05	9,69
Al_2O_3 . . .	33,28	32,28
SiO_2 . . .	45,10	43,23
H_2O . . .	0,70	2,57
	<hr/>	<hr/>
	100,49	100,37

¹⁾ St. J. Thugutt, l. c. S. 588 und ZB. Min. etc. 1905, 86. Vgl. auch dessen Ansicht S. 281.

²⁾ G. Strüver, Atti R. Acc. Torino 7, 329 (1872) sowie F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana 1910, 187.

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 28, 547 (1876).

Das in das Silicat eingetretene Kali ließ sich nach 2 tägiger Behandlung mit NaCl-Lösung durch Natron ersetzen (3) und dieses Silicat tauschte nach 3 tägiger Digestion mit einer Lösung von $K_2O \cdot 3SiO_2$ das aufgenommene Natron gegen Kali wieder aus (4).

	3.	4.
Na ₂ O . . .	16,23	12,85
K ₂ O . . .	4,21	9,60
Al ₂ O ₃ . . .	32,51	32,15
SiO ₂ . . .	43,46	43,42
H ₂ O . . .	3,97	2,79
	100,38	100,81

Eläolith von Miasc (5) wurde mit einer Lösung von $K_2O \cdot 2SiO_2$ sechs Monate lang digeriert (6) und dieses Produkt durch 4 Tage mit Na_2CO_3 behandelt (7).

	5.	6.	7.
Na ₂ O	16,44	12,91	13,98
K ₂ O	5,43	7,15	5,10
Al ₂ O ₃	33,46	30,20	30,05
SiO ₂	43,42	47,17	47,00
H ₂ O	1,21	2,57	3,04
	99,96	100,00	99,17

Eläolith von Brevig¹⁾ wurde mit folgenden Lösungen behandelt:

8. Mit $MgSO_4$ -Lösung (10%) 150 Stunden bei 200—210°,
In diesem Mineral wurden CaO und Alkali leicht durch MgO und viel H₂O ersetzt.

9. Mit $CaCl_2$ -Lösung (10%) 300 Stunden bei 200—210°.

10. Geschmolzener Eläolith mit $CaCl_2$ -Lösung 150 Stunden bei 200—210°.

Die Resultate waren:

	8.	9.	10.
Na ₂ O	1,58	0,50	1,10
K ₂ O	1,50	—	—
MgO	9,22	—	—
CaO	—	16,38	14,02
Al ₂ O ₃	30,76	33,81	32,54
SiO ₂	39,87	43,82	42,20
H ₂ O	17,07	5,49	9,61
CaCl ₂	—	Spur	0,53
	100,00	100,00	100,00

Diese Untersuchungen wurden von St. J. Thugutt²⁾ fortgesetzt. Nephelin vom Vesuv (etwas unrein) mit 500 ccm 2% iger Kaliumcarbonatlösung ergab folgende Zusammensetzung:

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 627 (1888).

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 584 (1895).

	11.
K ₂ O	19,53
Al ₂ O ₃	23,49
SiO ₂	43,47
H ₂ O	13,60
Unlöslich	0,90 ¹⁾
	100,99

Die in Lösung gegangenen Stoffe hatten folgende Zusammensetzung:

	12.	13.	14.
Al ₂ O ₃	0,0785	0,151	0,0995
SiO ₂	0,03	0,021	0,0319

12. war durch 100 Stunden bei 198—204°; 13. durch 94 Stunden bei 202—208° und 14. durch 96 Stunden bei 200—206° behandelt worden.

Weiter wurden 4 g des Eläoliths von Miasc (18) einer analogen Behandlung unterworfen, die in Lösung gegangenen Stoffe hatten folgende Zusammensetzung:

	15.	16.	17.
Al ₂ O ₃	0,123	0,1805	0,071
SiO ₂	0,0216	0,0116	0,014

15. war durch 77 Stunden bei 193—195°, 16. durch 102 Stunden bei 215—219° und 17. durch 96 Stunden bei 189—193° behandelt worden.

Die Zusammensetzung (18a) war:

	18.	18a.
Na ₂ O	16,13	—
K ₂ O	5,55	22,08
CaO	0,27	—
Al ₂ O ₃	33,47	23,98
SiO ₂	43,82	42,04
H ₂ O	1,31	11,90
	100,55	100,00

Hellfleischroter Nephelin aus Jolith von Jivaara isoliert (19), wie oben behandelt (19b).

	19.	19a. ²⁾	19b.
Na ₂ O	16,49	16,76	—
K ₂ O	5,65	3,83	19,71
CaO	0,21	0,36	—
Al ₂ O ₃	} 32,85	34,93	23,91
Fe ₂ O ₃		43,98	43,27
SiO ₂	44,31	43,98	43,27
H ₂ O	1,40	—	13,08
	100,91	99,86	99,97

In Lösung gingen:

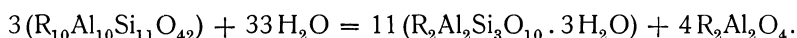
	20.	21.	22.	23.
Al ₂ O ₃	0,0595	0,129	0,079	0,0245
SiO ₂	0,029	0,026	0,021	0,0365

20. durch 98 Stunden bei 183—187°; 21. durch 95 Stunden bei 204—208°; 22. durch 94 Stunden bei 196—205° und 23. durch 96 Stunden bei 201—211° behandelt.

¹⁾ In HCl unlöslich.

²⁾ Derselbe Nephelin nach W. Ramsay u. H. Berghell, Geol. För. **13**, 308 (1891).

Aus den Versuchen geht hervor, daß ein Teil Alkalialuminat abgespalten wurde und daß die Mineralien in Natrolith übergingen:



Hier wären noch ältere Versuche von P. Silber¹⁾ zu erwähnen, welcher aus dem Verhalten des Nephelins gegen Chlorwasserstoffgas und gegen Silber-salze, welche er behufs Erforschung der Konstitution ausführte, schloß, daß $\frac{1}{3}$ des Natriums sich anders verhält, wie der Rest.

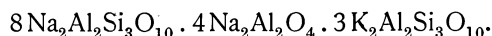
Einwirkung von destilliertem Wasser.²⁾ Bemerkenswert ist, daß bereits Wasser den Nephelin zersetzt. Dabei spaltet sich Nephelin in Natrolith, Natriumaluminat und ein in Säuren schwer lösliches kaliglimmer-artiges Produkt.

Zur Verwendung gelangte ein Eläolith von Miasc. Die Analysen des Rückstandes und der in Lösung gegangenen Produkte sind folgende:

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O . . .	0,1691	0,0675	2,60	12,68
K ₂ O . . .	0,0359	0,0073	9,35	3,99
Al ₂ O ₃ . . .	0,148	6,035	36,36	31,28
SiO ₂ . . .	0,0901	0,051	43,00	46,46
H ₂ O . . .	—	—	10,68	6,46
			101,99	100,87

1. Nach 103 stündigem Erhitzen bei 222—223° in Lösung gegangen.
2. Nach wiederholter 102 stündiger Behandlung bei 181—210°.
3. Glimmerartiger Rückstand.
4. Abgeschlammter Rückstand, welcher aus unverändertem Eläolith, Natrolith und etwas des glimmerartigen Silicats bestand.

Dieser Versuch macht folgende Konstitutionsformel des Nephelins wahr-scheinlich:



Einwirkung von schwefeliger Säure. H. Lotz³⁾ hat behufs Studiums der Verwitterung Versuche mit verschiedenen Mineralien, darunter Olivin, Horn-blende, Augit, Feldspat usw., namentlich auch Nephelin ausgeführt. Von den Mineralien wurden rechteckige, vorher mit Wasser durchtränkte Platten von 1 cm Dicke hergestellt, welche in zylindrische Gläser aufgehängt wurden, welche ein Gemenge von 80% mit Wasserdampf beladener Luft, 19% Kohlensäure und 1% schwefeliger Säure enthielten. Gleichzeitig wurde in einem Ver-gleichsraum ein Gemenge von 80% Luft und 20% Kohlensäure einwirken gelassen.

Nach Beendigung der Versuche wurde das Mineral in den Gläsern mit Wasser ausgelaugt und die erhaltenen wäßrigen Lösungen analysiert. Unter 1 ist die Analyse des unzersetzten Nephelins von Laurvik, unter 2 die durch schwefelige Säure gelösten Mengen der Bestandteile in Grammen angeben.

¹⁾ P. Silber, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **14**, 914 (1881). Vgl. auch D. u. W. Asch, Silicate, 26.

²⁾ St. J. Thugutt, l. c.

³⁾ H. Lotz, Ber. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, Naturw. Abt. 1910/11, 4, 70; nach Ref. N. JB. Min. etc. 1913, II, 180.

	1.	2.
Na ₂ O	14,93	0,2825
K ₂ O	4,91	0,0678
MgO	0,29	Spur
CaO	1,19	0,009
Al ₂ O ₃	33,87	0,4763
SiO ₂	44,87	0,0163
H ₂ O	0,52	—
	100,58	

Genesis. Da dieses Mineral sowohl in Ergußgesteinen, als auch in Tiefen- und Ganggesteinen, jedoch nicht in Schiefergesteinen oder Sedimenten vorkommt, so ist wohl anzunehmen, daß wir es mit Bildungen aus Schmelzfluß zu tun haben. Der durchsichtige mehr glasige Nephelin, welcher sich zu dem Eläolith verhält, wie der Sanidin zum Orthoklas,¹⁾ kommt in neuvulkanischen und Ganggesteinen vor, während der derbe Eläolith in Tiefengesteinen und Pegmatitgängen vorkommt. Die Bildung der letzteren könnte durch die Friedelsche Synthese (vgl. S. 222) erklärt werden, da wohl anzunehmen ist, daß es sich hier um eine Entstehung bei nicht sehr hoher Temperatur handelt und daß die Mineralisatoren, besonders das Wasser, hierbei eine bedeutende Rolle spielen. Prinzipiell ist ja zwischen Schmelzlösung und Schmelzfluß kein Unterschied und so ist die Entstehungsweise in den Pegmatiten vielleicht mit den Vorgängen in der Friedelschen Röhre einigermaßen vergleichbar.

Was die Bildung der Nepheline in den Ergußgesteinen anbelangt, so ist es ein reiner „trockener“ Schmelzfluß, wie er sich bei meinen Synthesen darstellt.

Eine eläolithartige Varietät der Tiefengesteine wurde nicht dargestellt; hier handelt es sich offenbar um einen Schmelzfluß mit Kristallisatoren, wahrscheinlich Wolframaten. Eine diesbezügliche Synthese fehlt noch.

Pseudonephelin.

Synonym: Pseudosommite.

Eine falsche Analyse von Carpi hat zu falschen Schlüssen über dieses Mineral geführt, so daß erst durch eine neue Analyse von A. Serra die wahre Natur des Pseudonephelins erkannt wurde.

Na ₂ O	12,75
K ₂ O	10,06
CaO	2,55
Al ₂ O ₃	33,04
Fe ₂ O ₃	2,14
SiO ₂	39,91
	100,45

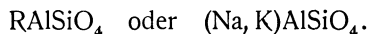
Vom Capo di Bove bei Rom, aus Leucitit; anal. A. Serra bei F. Zambonini, R. d. R. Accad. sc. fis. e matem. Napoli 9, April (1910).

Formel. Das Verhältnis ist:

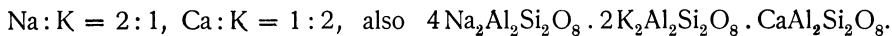
$$\overset{\text{I}}{\text{R}_2\text{O}} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1,07 : 1 : 1,97 \quad \text{oder ungefähr} \quad 1 : 1 : 2.$$

¹⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Physiogr. d. Min. (Stuttgart 1905), I, 111.

Die Formel ist daher



Es liegt eine Mischung der Silicate NaAlSiO_4 und KAlSiO_4 ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) vor. Das Verhältnis ist:



Eigenschaften. Farblos oder weißlich, selten fleischrot. Dichte 2,68. Härte 6. Die Brechungsquotienten sind:

$$N_\omega = 1,5472, \quad N_\varepsilon = 1,5435, \quad N_\omega - N_\varepsilon = 0,0037.$$

Verhält sich mit Säuren wie Nephelin, ebenso vor dem Lötrohre. Enthält keine Schwefelsäure und nur eine Spur von Cl.

Carnegieit.

Die Verbindung NaAlSiO_4 ist dimorph; die zweite Kristallart ist triklin und dem Anorthit ähnlich, daher St. J. Thugutt sie als Natron-Anorthit bezeichnete. H. S. Washington¹⁾ nennt diese Art, welche in einem Plagioklas von Linosa enthalten ist: Carnegieit.

Künstlich wurde diese Art außer von St. J. Thugutt später von N. L. Bowen dargestellt; er hat auch in seiner Untersuchung des Systems $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ die Temperaturgrenzen für beide Nephelinarten untersucht und kommt zu dem Resultate, daß bei hohen Temperaturen der Carnegieit, bei niederen Temperaturen der Nephelin stabil ist. Unter 1317° bildet sich nur Nephelin, darüber nur Carnegieit, doch existiert ein gemeinsames Feld für Mischungen von $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ mit $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$.

Früher hatte auch A. S. Ginsberg²⁾ im Hinblick auf die Auffindung des Anemousit Versuche ausgeführt, um experimentell das System $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 - \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ zu untersuchen. Er erhielt eine isodimorphe Reihe von Mischkristallen, von welchen ein Teil zweiachsig war, nämlich die Mischungen zwischen 100—90% der natriumhaltigen Komponente oder auch ferner mit einem Gehalte von 0—50 der natriumhaltigen Komponente. Bei den übrigen Mischungen dagegen bildete sich einachsiger Nephelin. Demnach würde sich der Anemousit nur bei vorwiegendem Anorthitmolekül bilden (vgl. auch die Versuche C. Doelters, S. 223).

Chlor- und schwefelhaltige Natriumaluminiumsilicate.

Die Sodalith-Hauyngruppe.

Von C. Doelter (Wien).

Eine Anzahl von Mineralien enthalten das Nephelinsilicat NaAlSiO_4 mit Angliederung eines Nebenmoleküls, welches entweder NaCl oder Na_2SO_4 oder Na_2CO_3 ist. Auch das im Nephelin vorhandene Anorthitsilicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ kann

¹⁾ H. S. Washington, Am. Journ. **33**, 551 (1912).

²⁾ A. S. Ginsberg, Ann. Inst. polyt. St Pétersbourg, Abt. I, **16**, 1 (1911); N. JB. Min. etc. 1912, I, 389.

in Verbindung mit diesen Nebenmolekülen sein. Bei starkem Chlorgehalt haben wir den Sodalith sowie den Mikrosommit, bei vorherrschendem Nephelinsilicat und Schwefelsäure den Nosean, bei größerem Gehalt an Kalk mit Schwefelsäure den Hauyn. St. J. Thugutt bezeichnet diese als Sulfatsodalithe, den reinen Sodalith als Chloridsodalith.

Der Lasurstein, dessen Formel nicht ganz feststeht, ist eine natürliche Ultramarinverbindung. Daher ergibt sich die Anreicherung des Ultramarins an diese Gruppe.

Der Cancrinit enthält das Nephelinsilicat mit Kohlensäure bzw. Carbonat.

Der Davyn steht dem Cancrinit nahe, enthält aber außer Kohlensäure auch Schwefelsäure und Chlor, er ist kalkreicher als Cancrinit.

Nephelin, Cancrinit, Davyn, Mikrosommit (welcher zum Davyn gestellt werden kann), sind hexagonal und zwar sieht man Nephelin als tetartoedrisch-hemiedrisch an, die übrigen als holoedrisch (dihexagonal-bipyramidal nach P. Groth.)

Die eigentlichen natürlichen Ultramarine: Sodalith, Hauyn, Nosean und Lasurstein sind regulär, hemiedrisch-tetraedrisch.

Sodalith.

Synonym: Glaukolith.

Regulär (tetraedrisch?).

Von Italien.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Na ₂ O . .	24,37	23,43	20,04	22,50	23,74	20,65	17,75
K ₂ O . .	—	—	1,20	1,19	1,56	—	—
MgO . .	—	—	—	0,73	—	—	—
CaO . .	—	—	4,53	0,43	0,13	3,55	0,90
Al ₂ O ₃ . .	31,68	34,62	32,06	27,07	31,36	30,37	34,26
Fe ₂ O ₃ . .	—	—	—	4,03	—	Spur	1,85
SiO ₂ . .	38,12	38,76	33,71	37,30	36,19	38,11	36,60
Cl . . .	6,69	2,55	3,11	6,96	6,92	7,01	4,31
SO ₃ . .	—	—	5,06 ¹⁾	—	—	—	5,14
H ₂ O . .	—	—	0,99	3,12	1,46	—	—
	100,86	99,36	100,70	103,33	101,36	99,69	100,81
ab O=Cl ₂	1,51	0,58	0,70	1,56	1,56	—	0,97
	99,35	98,78	100,00	101,77	99,80	—	99,84

1. u. 2. Vesuv; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **109**, 574 (1860).
3. Von ebenda; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 559 (1876).
4. Von der Scaraputta; anal. G. vom Rath, ebenda **18**, 621 (1866).
5. Vom Vesuv, weiß; anal. St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 579 (1895).
6. Aus dem Trachyt von Monte Santo; anal. P. Franco, Z. Kryst. **25**, 333 (1896).
7. Auswürfling bei Viterbo; anal. F. Zambonini, Riv. Miner. Padova **24**, 13, (1900).

¹⁾ Wahrscheinlich ein Gemenge von Sodalith und Nosean.

Von Siebenbürgen.

	8.	9.	10.	11.
Na ₂ O	24,57	17,89	23,37	18,92
K ₂ O	0,86	1,04	—	—
CaO	0,80	0,95	0,54	0,05
Al ₂ O ₃	32,86	32,81	31,09	31,60
SiO ₂	38,99	38,66	37,55	36,90
Cl	0,14	6,08	6,23	—
NaCl	—	—	—	11,15
H ₂ O	1,78	2,36	1,84	1,45
	100,00	99,79	100,62	100,07
ab O=Cl ₂	—	0,64	1,01	—
		99,15	99,61	

8. Aus dem Eläolithsyenit von Ditró, blau; anal. R. Fellner, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 613.
 9. Von ebenda; anal. Fleischer, Abh. ung. Akad. 7, Nr. 1 (1876).
 10. Von ebenda; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 40, 626 (1888).
 11. Von ebenda; anal. St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 568 (1894).

Nordische Vorkommen.

	12.	13.	14.	15.	16.	17.
δ	—	—	—	—	—	2,328
Na ₂ O	24,77	11,42	26,30	25,95	25,99	24,74
K ₂ O	1,14	—	0,18	Spur	—	—
CaO	0,44	3,00	0,25	0,11	—	0,93
MgO	—	—	—	—	—	0,46
Al ₂ O ₃	30,35	32,54	31,53	31,96	31,70	31,60
Fe ₂ O ₃	—	—	0,19	—	—	—
SiO ₂	38,12	43,20	36,50	36,74	37,43	37,28
Cl	5,65	Spur	7,30	7,11	7,01	6,65
SO ₃	—	—	—	0,11	—	—
H ₂ O	2,28	9,84	—	0,17	—	—
	102,75	100,00	102,25	102,15	102,13	101,66
ab O=Cl ₂	-1,28	—	1,65	1,61	1,58	1,56
	101,47	100,00	100,60	100,54	100,55	100,10
			18.	19.	20.	
K ₂ O			22,92	25,28	23,03	
MgO			0,54	—	0,13	
CaO			0,27	—	0,33	
Al ₂ O ₃			31,04	31,75	31,15	
SiO ₂			37,75	37,24	37,82	
Cl			6,16	7,23	5,64	
H ₂ O			3,01	0,10	2,76	
			101,69	101,60	100,86	
ab O=Cl ₂			1,39	1,63	1,27	
			100,30	99,97	99,59	

12. Von Klein-Arö; anal. H. Bäckström, Z. Kryst. 16, 180 (1890).
 13. Zersetzer Sodalith von Grönland; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. 109, 577 (1860).

14. Von ebenda; anal. J. Lorenzen, Min. Mag. **5**, 59 (1882).
 15. Vom Baikalsee; anal. W. C. Brögger u. H. Bäckström, Z. Kryst. **18**, 223 (1891).
 16. Von ebenda; anal. Silvia Hillebrand, Sitzber. Wiener Ak. **119**, 777 (1910).
 17. Aus dem Ural (Miasc?); anal. L. Mc J. Luquer u. G. J. Volckening, Am. Journ. **49**, 465 (1895); Z. Kryst. **28**, 318 (1897).
 18. Blau, aus dem Eläolithsyenit von Miasc; anal. St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 578 (1894).
 19. Blau von Turkestan; anal. wie oben.
 20. Blau von Arendal, chalcedonähnlich; anal. wie oben.

Vereinigte Staaten von Nord-Amerika.

	21.	22.	23.	24.	25.
δ	—	—	—	—	2,265
Na ₂ O	24,57	24,31	24,56	22,60	19,21
K ₂ O	—	—	0,10	1,14	0,91
MgO	—	—	—	—	0,15
CaO	0,35	—	—	0,18	0,49
FeO	—	—	—	—	0,49
Al ₂ O ₃	32,15	32,70	31,87	30,09	29,48
Fe ₂ O ₃	—	—	—	0,31	—
SiO ₂	37,54	37,33	37,33	39,66	41,56
Cl	6,45	6,99	6,83	6,12	4,79
SO ₃	—	—	—	0,17	0,45
H ₂ O bei 100°	—	—	} 1,07	0,79	3,73
H ₂ O üb. 100°	—	—			
	101,06	101,33	101,76	101,06	101,26
ab O=Cl ₂	1,45	1,57	1,54	1,39	1,08
	99,61	99,76	100,22	99,67	100,18

21. Von Salem (Mass.), anal. Balch bei J. D. Dana, Miner. (N. York 1891), 330.
 22. Von ebenda; anal. Kimball, Am. Journ. **29**, 67 (1860).
 23. Blau, von Litchfield, Maine; anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 42, 419, 268 (1910); Am. Journ. **31**, 264 (1886).
 24. Blau, vom Ice River bei Kicking Horse Pass, British Columbia; anal. G. Steiger bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 268 (1910).
 25. Aus Sodalithsyenit, Square Butte, Montana; anal. W. H. Melville bei W. Lindgren, Am. Journ. [3] **45**, 286.

Canada.

	26.	27.	28.
δ	2,303	2,200	2,293
Na ₂ O	25,01	25,15	25,55
K ₂ O	0,74	0,78	0,27
MgO	0,38	—	—
CaO	—	0,35	—
Al ₂ O ₃	31,25	31,38	31,82
Fe ₂ O ₃	—	—	0,01
SiO ₂	37,34	37,52	37,50
Cl	6,79	6,91	7,12
	101,51	102,09	102,27
ab O=Cl ₂	1,53	1,55	1,60
	99,98	100,54	100,67

26. Hastings Co., Ontario, Canada, kobaltblau; anal. L. Mc. J. Luquer und G. J. Volckening, Am. Journ. **49**, 465 (1895); Z. Kryst. **28**, 318 (1897).
 27. Von Montreal; anal. B. J. Harrington, Tr. Roy. Soc. of Canada **4**, 81 (1886).
 28. Vom Ice River; anal. wie oben.

Afrika, Süd-Amerika und Indien.

	29.	30.	31.
δ	—	—	2,27
Na ₂ O	25,43	22,93	24,77
K ₂ O	0,22	0,74	—
CaO	0,51	0,46	0,001
Al ₂ O ₃	30,87	30,96	31,30
Fe ₂ O ₃	—	0,85	Spur
SiO ₂	37,85	37,96	38,055
Cl	6,46	5,34	7,18
SO ₃	—	—	Spur
H ₂ O	—	1,10	0,82
	101,34	100,34	102,126
abO = Cl ₂	1,46		1,618
	99,88		100,508

29. Vom Kongostaat, mit zersetztem Feldspat und Limonit; anal. L. Mc. J. Luquer u. G. J. Volckening, Am. Journ. **49**, 465 (1895).
 30. Von Tiahuanaco (Bolivia); anal. E. Bamberger, Z. Kryst. **5**, 584 (1881).
 31. Aus Syenit von Kishengarh (Rajputana) Indien; anal. E. Vredenburg, Rec. geol. Soc. India **31**, 43 (1904); Z. Kryst. **42**, 390 (1907).

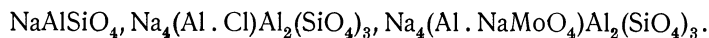
Molybdosodalith (Molybdänhaltiger Sodalith).

Ein von C. F. Rammelsberg analysierter grüner Sodalith, in welchem G. Freda Molybdän fand, wurde von F. Zambonini Molybdosodalith genannt.

	32.	33.	34.	35.
Na ₂ O	23,43	22,70	22,95	23,37
FeO	—	—	0,43	—
Al ₂ O ₃	34,62	33,93	33,52	33,71
SiO ₂	38,76	38,57	38,46	38,74
Cl	2,55	2,28	2,41	2,57
MoO ₃	—	2,87	2,68	2,51
	99,36	100,35	100,45	100,90

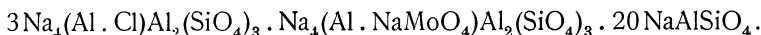
32. Vom Monte Somma; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **109**, 574.
 33. Von ebenda; anal. G. Freda, Rend. R. Acc. Sc. (Napoli 1878), 88, 136; vgl. F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana; (Napoli 1910), 214.
 34. Sodalith, ebenda, wie oben.
 35. Sodalith; anal. G. Freda.

Formel. F. Zambonini¹⁾ gibt die Formel folgender drei Silicate an, aus welchen er das Mineral als feste Lösung zusammengesetzt denkt:



¹⁾ F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 214.

Die Formel wäre:



Eigenschaften des Molybdosodaliths. Hellgrün. Dichte 2,364.

Brechungsquotient. Für Natriumlicht $N = 1,4905$.

Mit Schwefelsäure oder mit Salzsäure oder Essigsäure behandelt, wird er blau, dagegen werden die Varietäten 31 und 32 rotbraun und die Lösung wurde erst nach Stehen an der Luft blau.

Theoretische Zusammensetzung des Sodaliths.

	36.	37.	38.	39.	40.
Na ₂ O	25,59	24,74	19,73	25,60	24,75
Na	—	—	3,66	—	—
Al ₂ O ₃	31,58	32,56	32,77	31,60	32,58
SiO ₂	37,15	38,31	38,19	37,14	38,30
Cl	7,33	5,67	5,65	7,31	5,65
	101,65	101,28	100,00	101,65	101,28
ab O = Cl ₂				1,65	1,28
				100,00	100,00

36. Nach der Formel: Na₄Al₄Si₄O₁₆ · NaCl von C. F. Rammelsberg berechnet Min.-Chem. II. Suppl. 1894, 236.

37. Nach der Formel 3Na₄Al₄Si₄O₁₆ · 4NaCl berechnet, wie oben.

38. Nach der Formel von E. Bamberger berechnet, siehe S. 236.

39. Nach der Formel Na₄Al₃Si₃O₁₂Cl berechnet, siehe W. C. Brögger u. H. Bäckström (vgl. S. 231).

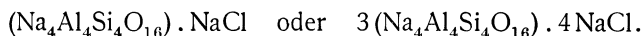
40. Nach der Formel von F. W. Clarke: Na₅Al₄Si₄O₁₆Cl berechnet (vgl. S. 232).

Formel.

C. F. Rammelsberg berechnete das Atomverhältnis in einer Anzahl von Sodalithen und fand:

Analyse	Fundort	Analysator	Na : Al : Si	Cl : Si
Nr. 14.	Grönland	J. Lorenzen	1,96 : 2 : 2,1	1 : 3
Nr. 15.	Baikalsee	H. Bäckström	1,96 : 2 : 2,05	1 : 3
Nr. 4.	Ischia	G. vom Rath	2,16 : 2 : 2,15	1 : 3,2
Nr. 27.	Montreal	B. G. Harrington	2,06 : 2 : 2,9	1 : 3,2
Nr. 23.	Litchfield	F. W. Clarke	1,9 : 2 : 2	1 : 3,3
Nr. 12.	Arö	H. Bäckström	2,3 : 2 : 2,3	1 : 4
Nr. 30.	Bolivia	E. Bamberger	2,3 : 2 : 2,3	1 : 4

Daher ist die Formel des Silicats NaAlSiO₄; dagegen schwankt das Verhältnis Cl : Si bedeutend, zwischen 1 : 3 und 1 : 4, im Mittel ist es seiner Ansicht nach 1 : 3,42. C. F. Rammelsberg glaubt, daß das Verhältnis ein fixes sein muß, entweder 1 : 4 oder 1 : 3; die erstere Ansicht wäre die einfachere, indessen dürften beide berechtigt sein. Seine Formeln sind:



Die wichtige Frage, ob dieses Verhältnis ein fixes sei, scheint noch strittig.

Es würde die Erklärung der schwankenden Zusammensetzung durch Annahme, daß das Verhältnis nicht feststehend ist, leichter sein; auch die synthetischen Sodalithe haben kein solches feststehendes Verhältnis (s. S. 239).

F. Zambonini berechnet aus seiner Analyse (7) die Formel

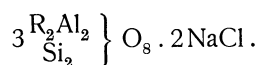


Daher sind eine Anzahl von Forschern der Ansicht, daß NaCl als Molekularverbindung aufzufassen sei (namentlich J. Lemberg, Ch. u. G. Friedel sowie V. Goldschmidt sind dieser Ansicht), während andere, wie K. Haushofer und auch A. Šafaršik sich das Chlor an Aluminium gebunden denken.

Während sehr viele Autoren die Formel als



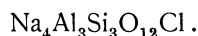
auffassen, worin $n = 2$ ist oder auch schwankend sein kann, da ja n auch 3 sein kann, wobei demnach eine Molekularverbindung vorliegt, denkt sich V. Goldschmidt¹⁾ in etwas abweichender Weise NaCl als „Nebemolekül“; seine Formel ist



Mit den Analysen stimmen diese Formeln überein.

Wenn aber auch Cl an Al gebunden sein kann, so könnte dies auch in einer Molekularverbindung der Fall sein.

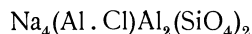
Vielfach wird jedoch angenommen, daß Al chemisch an Cl in einer Atomverbindung gebunden ist. Der erste, welcher diese Ansicht aussprach, war wohl K. Haushofer,²⁾ welcher eine Konstitutionsformel gab, Al an Cl bindet; die empirische Formel wäre:



Eine Begründung seiner Konstitutionsformel konnte K. Haushofer nicht geben.

Eine plausible Ansicht vertritt A. Šafaršik,³⁾ welcher annimmt, daß die Analysen der blauen norwegischen und der weißen Varietäten vom Vesuv die Formel $\text{NaCl} \cdot 3(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2)$ ergeben, während die grüne vesuvische auf 1 Äquivalent NaCl 9 Äquivalente Silicat enthält, wie es C. F. Rammeisberg berechnete; er nimmt mehrere Formeln an, wobei er eine graphische Darstellung gibt, welche auf der Annahme basiert, daß in 3 Molekülen Orthokieselsäure H_4SiO_4 die 12 Wasserstoffe vertreten sind durch 4Na und 3Al, deren eine überschüssige Valenz durch 1 Atom Cl gesättigt wird.

P. Groth⁴⁾ betont die Verwandtschaft mit Hauyn und nimmt eine Bindung des Al mit Cl, wie in letzterem eine solche des Schwefelsäurerestes an. Er nimmt in seiner letzten Publikation die Formel



an, welche zuerst in analoger Weise von F. W. Clarke aufgestellt wurde. Dieser stützt sich auf die Ansicht E. Bambergers.⁵⁾

¹⁾ V. Goldschmidt, Z. Kryst. **17**, 37 (1891).

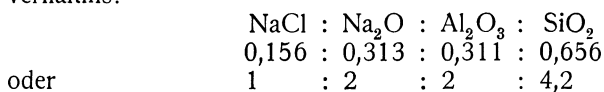
²⁾ K. Haushofer, Über die Konstitution der natürlichen Silicate 1873.

³⁾ A. Šafaršik, Abh. k. böhm. Ges. d. Wissensch. 1874, 8.

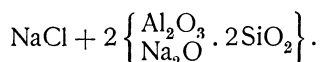
⁴⁾ P. Groth, Tableau systèm. Genève 1904, 141.

⁵⁾ E. Bamberger, Z. Kryst. **5**, 584 (1881).

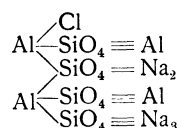
Letzterer berechnete seine Analyse Nr. 30 und kam zu dem Molekularverhältnis:



Daher seine Formel:



Auf Grund der Bambergerschen Analyse hat F. W. Clarke¹⁾ seine Konstitutionsformel aufgestellt:

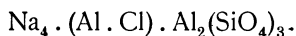


Diese ist auf der empirischen Formel $\text{Na}_5\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}$ aufgebaut.

W. C. Brögger und H. Bäckström²⁾ machen Einwendungen gegen diese Formel, da dieselbe nur 5,65 % Cl erfordert, wogegen manche Sodalithe viel mehr Cl enthalten; bei neun Analysen ist diese nahe 7 %.

F. W. Clarke betont übrigens mit Recht die schwankende Zusammensetzung und nimmt mehrere Sodalithformeln an.

W. C. Brögger und H. Bäckström gehen von den kristallographischen Verwandtschaften aus und rechnen den Sodalith zum Granat; sie stellen daher eine mit der Granatformel analoge auf:



Der Unterschied von der Granatformel ist nur der, daß ein Atom Ca beim Sodalith durch die zweiwertige Gruppe (AlCl) ersetzt ist. Sodalith und Hauyn (Nosean) gehören zu den Alkaligranaten.

Diese Anschauungen haben zur Voraussetzung, daß das Verhältnis Cl:Si ein fixes ist, womit jedoch viele Analysen nicht übereinstimmen. Es scheint daher ratsam, die von C. F. Rammelsberg, A. Šafaršik und anderen vertretene Ansicht, daß es mehrere Sodalithformeln gibt, anzunehmen. Auch die synthetischen Arbeiten stimmen damit besser überein, auch stehen damit die Analysen des verwandten Hauyns im Einklang.

S. Hillebrand³⁾ kommt auf Grund ihrer Analyse Nr. 15, welche mit der H. Bäckströmschen gut übereinstimmt, zu der Formel I:⁴⁾



Diese steht im Zusammenhange mit jener des Natroliths (II). S. Hillebrand

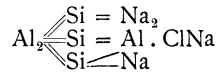
¹⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. **31**, 270 (1886).

²⁾ W. C. Brögger u. H. Bäckström, Z. Kryst. **18**, 217 (1891).

³⁾ S. Hillebrand, Sitzber. Wiener Ak. **119**, 775 (1910).

⁴⁾ Anstatt — O — wird bloß ein Strich — gesetzt.

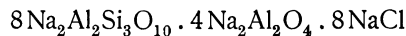
betont jedoch mit Recht, daß die alte Ansicht, daß hier eine Molekularverbindung vorliegt, die richtigere sei; dann läßt sich die Formel schreiben:



Meiner Ansicht nach liegt hier eine Molekularverbindung im Sinne A. Werners vor, NaCl ist durch Nebenvalezen an das Silicat gebunden. Auch die Annahme mehrerer Sodalithe, wobei statt einem NaCl mehrere gekettet sein können, ist dann eher möglich. Die Hypothese W. C. Bröggers ist unwahrscheinlich, wenn auch einfach.

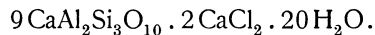
S. Hillebrand betont auch, daß die Isolierung der Kieselsäure nach der G. Tschermakschen Methode bei Nephelin und bei Granat ein verschiedenes Resultat ergibt. Bei Sodalith erhält man Orthokieselsäure und somit ist diese Verbindung ein Orthosilicat, was der bisherigen allgemein angenommenen Anschauung entspricht. Die Isolierung der Kieselsäuren hat dagegen bei Granat ein anderes Resultat ergeben, da sich eine Säure von der Zusammensetzung $\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_8$ ergeben hat, die Granatsäure.

St. J. Thugutt¹⁾ hat aus seinen S. 244 mitgeteilten Versuchen den Schluß gezogen, daß sowohl der natürliche Sodalith von Ditró als auch der von ihm künstlich erhaltene die Formel



besitze.

Während jedoch der erstere bei der Behandlung mit CaCl_2 -Lösung alles Chlor als NaCl abgibt, liefert der künstliche Calcium Chloridsodalith:



Aus seinen Versuchen schließt er auf Metamerien.

J. Morozewicz²⁾ folgert aus den Untersuchungen von J. Lemberg, sowie aus jenen von St. J. Thugutt die durchschlagende Eigenschaft des Silicats NaAlSiO_4 sich leicht sowohl mit Natriumchlorid als auch mit Natriumsulfat zu verbinden, ferner glaubt er, daß es sich auch mit Natriumsalzen organischer und anorganischer Säuren verbinden kann. Daher ist er wie J. Lemberg der Ansicht, daß im Sodalith, wie im Nosean, Natriumchlorid und auch Sulfat die Rolle des Kristallwassers spielen. Er wendet sich gegen die Ansicht, daß das Chlor in einer Atomverbindung gebunden sei. Durch seine Versuche wird dies bestätigt (vgl. S. 229). Diese Ansicht steht also der oben erwähnten nahe.

Chemisch-physikalische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre unter Anschwellen ziemlich leicht schmelzbar.

Schmelzpunkt nach R. Cusack³⁾ 1127—1133°; nach A. Brun⁴⁾ 1250° bis 1310°.

¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 577 (1895).

²⁾ J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. 18, 128 (1899).

³⁾ R. Cusack, vgl. Bd. I, S. 662/3.

⁴⁾ A. Brun, vgl. Bd. I, S. 662/3.

Kochendes Wasser zieht nach G. Rose¹⁾ Chlornatrium aus; J. Lemberg gab eine charakteristische Reaktion mit Silbernitrat infolge Braunwerdens durch Chlorsilberüberzug. Weitere Reaktionen siehe S. 242.

In Säuren löslich unter Gallertbildung beim Erwärmen, auch in der Kälte, aber erst nach längerer Zeit.

Bei Weißglut entweicht NaCl.

Alkalische Reaktion nach F. W. Clarke.²⁾ Ätzfiguren mit 20% iger Salzsäure erhielten W. C. Brögger und H. Bäckström,³⁾ nach diesem Verhalten wäre der Sodalith tetraedrisch-hemiedrisch.

Dichte 2,2—2,4. Härte 5—6. Spaltbar nach (110). Glasglanz, durchsichtig, farblos, grauweiß, gelblichweiß, grünlichweiß, auch grünlich bis pistaziengrün, meist himmel- bis lavendelblau, selten rötlich.

Die Ursache der häufigen blauen Färbung ist nicht sichergestellt (vgl. bei Hauyn), sie verschwindet bei mäßigem Erhitzen. Eine im Licht verschwindende rote oder rosa Färbung wurde bei farblosen und blauen Sodalithen, die im Dunkeln aufbewahrt waren, beobachtet; diese stammen aus Rajputana, Indien.⁴⁾ Ebenso beobachtet sie J. Currie.⁵⁾

Luminiszenz. Diese ist meist kräftig. Th. Liebisch⁶⁾ untersuchte die Fluoreszenz im Quecksilberbogenspektrum, dieselbe ist bei einer Wellenlänge $\mu\mu = 365,03—365,32$ am stärksten. Die Färbung ist bei $\mu\mu = 248—296,75$ grün; während sie bei den großen Werten von $\mu\mu$ orange war, für Sodalith vom Vesuv und von Grönland.

Im ultravioletten Licht zeigte sich Phosphoreszenz in merklichem Maße nur bei der Temperatur der flüssigen Luft.

Röntgenstrahlen hatten keinen Einfluß.

Färbung durch Einwirkung von Kathodenstrahlen. Nach F. Kreutz⁷⁾ färben sich Sodalithe durch Kathodenstrahlen violett bis pfirsichblütenfarben.

Brechungsquotienten. Bei verschiedenen Sodalithen verschieden. Hier einige Daten:

N für Na-Licht: Vesuv,	farblos	. . .	1,4827 (K. Feussner), ⁸⁾
" "	" Albano,	" . . .	1,4832 (F. Zambonini), ⁹⁾
" "	" Monte Santo	" . . .	1,483 (P. Franco), ¹⁰⁾
" "	" Ditró, blau	. . . . .	1,4834 (K. Zimányi), ¹¹⁾
" "	" Hackmannit, Lujaur Urt	. . . . .	1,4868 (L. H. Borgström). ¹²⁾

¹⁾ G. Rose, Pogg. Ann. **82**, 559 (1851).

²⁾ F. W. Clarke, Journ. amer. chem. Soc. **20**, 739 (1898).

³⁾ W. C. Brögger u. H. Bäckström, Z. Kryst. **18**, 223 (1891).

⁴⁾ E. Vredenburg, Rec. Geol. Surv. India **31**, 43 (1904); Z. Kryst. **42**, 390 (1907).

⁵⁾ J. Currie, Nature **74**, 564 (1906).

⁶⁾ Th. Liebisch, Sitzber. Berl. Ak. 1912, Nr. 13, 230.

⁷⁾ F. Kreutz, Anz. k. k. Akad. Krakau, März 1896; Z. Kryst. **30**, 618 (1899).

⁸⁾ K. Feussner, Z. Kryst. **5**, 581 (1881).

⁹⁾ F. Zambonini, Z. Kryst. **37**, 372 (1903).

¹⁰⁾ P. Franco, Z. Kryst. **25**, 332 (1896).

¹¹⁾ K. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 328 (1894).

¹²⁾ L. H. Borgström, Geol. För. Förh. Stockholm **23**, 563 (1901); nach E. A. Wülfing u. Rosenbusch, Mikrosk. Phys. Stuttgart 1905, **1**, 211.

Synthese aus Schmelzfluß.

Versuche von J. Lemberg.¹⁾ Als Ausgangsprodukt diente Eläolith von Fredericksvärn, welcher mit NaCl geschmolzen wurde, doch war anscheinend das Silicatpulver nicht geschmolzen. Die erhaltenen Produkte sind wohl nicht als Sodalithe, wohl aber als sodalithähnliche zu bezeichnen.

	1.	2.	3.	4.	5.
K ₂ O . . .	5,05	1,81	1,48	0,97	—
Na ₂ O . . .	16,36	18,48	19,16	19,28	20,37
NaCl . . .	—	6,37	3,29	7,56	0,67
Al ₂ O ₃ . . .	33,28	31,87	32,98	31,35	33,99
SiO ₂ . . .	45,10	41,73	42,93	41,45	44,96
[Cl] ^{*)} . . .	—	[3,87]	[2,00]	[4,59]	[0,41]
H ₂ O . . .	0,70	—	—	—	—
	100,49	100,26	99,84	100,61	99,99

*) Direkt bestimmte Chlormengen, aus welchen NaCl berechnet wurde.

1. Eläolith von Fredericksvärn.
2. Derselbe Eläolith mit dem halben Gewichte NaCl 16 Stunden bei Hellrotglut geglüht.
3. Eläolith in geschmolzenes NaCl eingetragen und 1/2 Stunde lang erhalten.
4. Derselbe Versuch durch 1 1/4 Stunde.
5. Eläolith 1 Stunde lang bei heftiger Weißglut mit NaCl erhitzt, das Silicat war hier zu einem Klumpen geschmolzen.

	6.
Na ₂ O	0,70
K ₂ O	27,10
Al ₂ O ₃	30,60
SiO ₂	42,38
Cl	Spur
	100,78

6. Endlich wurde auch Eläolith mit KCl geschmolzen und 1/2 Stunde lang bei Hellrotglut erhalten.

Dies würde einem Kaliumnephelin entsprechen.

Versuche von J. Morozewicz.²⁾

	7.	8.	9.	10.
Na ₂ O	24,33	24,13	24,8	25,5
K ₂ O	—	0,50	—	—
CaO	0,78	0,37	—	—
Al ₂ O ₃	32,60	30,00	32,6	31,6
SiO ₂	37,76	35,57	38,3	37,2
Cl	5,67	6,89	5,6	7,3
Rückstand	—	2,61	—	—
	101,14	100,07	101,3	101,6
O = Cl ₂	1,30	1,50	1,3	1,6

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 603 (1876).

²⁾ J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **18**, 143 (1899).

7. 3 g Kaolingemisch wurde mit überschüssigem NaCl 4 Tage geschmolzen.
 8. 2 g gepulverter Eläolith von Låven (Analyse Nr. 27, S. 211) wurde 5 Tage lang mit NaCl geschmolzen.
 9. Zusammensetzung nach der Formel: $2(\text{Na}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \cdot \text{NaCl}$.
 10. Zusammensetzung nach der Formel: $3(\text{Na}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \cdot 2\text{NaCl}$.

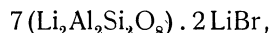
Das Produkt bestand neben etwas Glas aus granatoedrischen Kristallen. Es wurden dabei Sodalithe von verschiedener Zusammensetzung erhalten, welche auch in der Natur existieren. Vgl. S. 234.

Zu bemerken ist noch, daß nach der Untersuchung des beigemengten Glases der Eläolith beim Übergang in Sodalith unter dem Einfluß des Chlor-natriums die ganze Kieselsäuremenge (ca. 5 %) ausscheidet.

O. Mügge¹⁾ hat durch anhaltende Behandlung von Eläolithpulver mit geschmolzenem NaCl Sodalithkriställchen, Rhombendodekaeder, sowie Rhombendodekaeder mit Würfel erhalten. Die Analyse ergab:

δ	. . . . .	3,31—2,33
Al_2O_3	. . . . .	33,21
SiO_2	. . . . .	36,04
Cl	. . . . .	6,83

Lithiumsodalith. Z. Weyberg²⁾ erhielt (vgl. S. 195) durch Zusammenschmelzen von Kaolin mit Lithiumsulfat (im Verhältnisse 2,6:30) die Verbindung LiAlSiO_4 , durch Zusammenschmelzen von Kaolin mit Lithiumbromid im Verhältnisse 1:8 einen Lithiumsodalith von der Zusammensetzung



welcher in Rhombendodekaedern kristallisiert.

Synthese auf nassem Wege.

J. Lemberg³⁾ hat eine Reihe von Versuchen ausgeführt, bei welchen Kaolin, kalihaltige Silicate wie Orthoklas, natronhaltige wie Analcim, Eläolith, Brevicit mit NaCl-haltiger Natronlauge behandelt wurden. Die erhaltenen Produkte können zwar nicht als Sodalithe bezeichnet werden, stimmen jedoch chemisch mit dessen Zusammensetzung überein.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na_2O	. . . 19,02	18,57	18,90	19,04	18,53
NaCl	. . . 10,71	10,23	6,94	10,22	10,22
CaO	. . . 0,30	0,25	4,66	0,14	0,49
Al_2O_3	. . . 31,63	30,73	30,65	30,70	30,84
SiO_2	. . . 35,14	36,78	36,00	36,02	36,42
H_2O	. . . 2,61	3,25	2,46	3,60	3,13
	99,41	99,81	99,61	99,72	99,63

1. Kaolin von Karlsbad mit NaOH-Lauge von 20 %, die mit NaCl gesättigt war, bei 180—190° 7 Stunden behandelt.

2. Zu Glas geschmolzener Orthoklas von Striegau, 1½ Monate mit 10 % iger NaOH-Lauge behandelt.

¹⁾ O. Mügge bei H. Rosenbusch, Mikr. Phys. (Stuttgart 1892), I, 323.

²⁾ Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1905, 653.

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 583 (1883).

3. Adular vom Gotthard, 1½ Monate mit an NaCl gesättigter NaOH-Lauge von 20% behandelt.

4. Analcim, 14 Tage mit derselben Lauge behandelt.

5. Leucit, 14 Tage mit derselben Lauge behandelt.

In folgenden Fällen fand die Behandlung bei 100° auf dem Dampfbade statt.

	6.	7.	8.	9.
Na ₂ O	19,41	18,65	19,35	16,70
NaCl	10,86	11,22	11,32	21,83 (Na)
CaO	—	0,63	—	—
Al ₂ O ₃	30,27	31,81	31,61	27,12
SiO ₂	36,72	36,30	36,66	31,08
H ₂ O	2,53	0,94	1,14	1,87
	99,79	99,55	100,08	98,60

6. Eudnophit von Brevig, 14 Tage mit derselben Lauge behandelt.

7. Eläolith von Brevig, 6 Monate mit derselben Lauge behandelt.

8. Brevicit mit derselben Lauge durch 3 Monate behandelt.

9. Analcim mit NaOH-Lauge von 30%, worin NaJ aufgelöst war, 14 Tage behandelt.

Alle Versuche ergaben nur amorphe Pulver mit Ausnahme des Versuchs mit Brevicit, bei welchem reguläre Kristalle, Rhombendodekaeder entstanden waren.

Besser gelangen die späteren Versuche desselben Autors.

	10.	11.
Na ₂ O	19,53	22,43
NaCl	11,12	0,20
Al ₂ O ₃	31,66	36,07
SiO ₂	36,01	41,30
H ₂ O	1,70	—
	100,02	100,00

10. Es wurde Kaolin bei 200° mit einer NaOH-Lösung von 20%, die mit NaCl gesättigt war, durch 78 Stunden digeriert.

11. Es wurden 3,6 g dieses künstlichen Sodaliths 20 Minuten lang bei Weißglut erhalten, wobei fast alles NaCl entwich und der Rest Na₂O . Al₂O₃ . 2SiO₂ zu einem trüben Glase geschmolzen war.

St. J. Thugutt hat auf nassem Wege Sodalith erhalten, welchem die Formel 3Na₂Al₂Si₂O₈ . 2NaCl zukommt.

Eine interessante Synthese ist auch die von Ch. und G. Friedel.¹⁾ Sie gingen wie bei der Synthese des Nephelins und Leucits vom Glimmer aus.

Es wurde ein Gemenge von Glimmer mit Ätznatron unter Zusatz von NaCl (von 1/3 bis fast 2mal das Gewicht des Glimmers) bis 500° erhitzt und ein kristallines Produkt erhalten, welches teilweise aus Rhombendodekaedern mit Würfelflächen genau mit den Kristallen der Summa übereinstimmend, teils aus Nephelinkristallen bestand. Auch Sodalithzwillinge waren darunter. Diese Kristalle waren isotrop und mit Säuren zersetzbar.

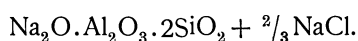
Die Analyse ergab (1 und 2):

¹⁾ Ch. u. G. Friedel, Bull. Soc. min. 13, 183 (1890).

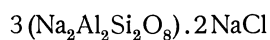
	1.	2.	3.
δ	2,32	—	—
Na_2O	25,75	25,66	25,58
K_2O	0,47	0,86	—
Al_2O_3	32,41	32,06	31,58
SiO_2	36,75	36,55	37,16
Cl	6,36	6,28	7,30
	<hr/> 101,74	<hr/> 101,41	<hr/> 101,62

1.—3. Nach der Formel berechnete Zusammensetzung.

Die Formel ist:



Die Formel des Sodaliths ist nach ihnen:

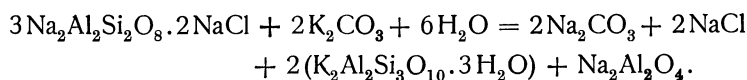


und ist das Chlor an Na gebunden, so daß Sodalith als Molekularverbindung aufzufassen ist.

Umwandlungen des Sodaliths.

St. J. Thugutt¹⁾ hat eine Reihe von Versuchen mit natürlichem und auch mit auf künstlichem Wege erhaltenem Sodalith ausgeführt.

Sodalith aus Eläolithsyenit von Ditró mit 2%iger Kaliumcarbonatlösung zuerst 77 Stunden, dann mit erneuerter Lösung 78 Stunden bei 211—214° behandelt, spaltete sich in Kalinatrolith, Natriumaluminat, NaCl nach der Gleichung:



Die Analyse des Kalinatroliths ergab (die Analyse des Ausgangsprodukts siehe S. 231 Nr. 11):

	1.
K_2O	21,25
Al_2O_3	22,73
SiO_2	43,52
H_2O	12,50
	<hr/> 100,00

Der auf unserem Wege erhaltene Sodalith (vgl. S. 241) mit 500 ccm 2%iger Kaliumcarbonatlösung 122 Stunden bei 200—210° erhitzt und weitere 126 Stunden bei 184° bis 187° behandelt.

Ferner wurden 3 g Sodalith von Ditró mit 500 ccm 2%iger Chlorkaliumlösung behandelt. Das erhaltene Produkt hat folgende Zusammensetzung (unter 3 sind die Analysen nach Abzug von 6,04% unzersetzten Sodaliths berechnet):

¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc Beil.-Bd. 9, 568 (1894).

	2.	3.
Na ₂ O	1,66	0,18
K ₂ O	15,22	16,27
Al ₂ O ₃	29,58	29,56
SiO ₂	41,17	41,59
Cl	0,37	—
H ₂ O	11,60	12,40
	99,60	100,00

2,2 g desselben Sodaliths mit 2 0/10 iger Natriumcarbonatlösung nach 102 Stunden behandelt, ergaben folgende Zusammensetzung:

	4.
Na ₂ O	21,20
Al ₂ O ₃	28,97
SiO ₂	40,03
CO ₂	2,52
H ₂ O	(7,28) ¹⁾
	100,00

Es entspricht dies ungefähr der Formel: 5Na₆Al₆Si₇O₂₆ · 3Na₂CO₃ · 22H₂O. Also ein Carbonatsodalith.

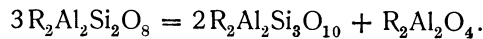
Sodalith von Ditró während 117 Stunden mit 500 ccm destilliertem Wasser bei 193—198° behandelt, ergab die Zahlen (5) in der Lösung und bei weiterer 115stündiger Behandlung bei 203—206° ergaben sich in der Lösung die unter (6) angegebenen Zahlen.

Vergrößert man die Wassermenge, so vergrößert sich die Spaltung viel rascher. Die Zahlen (7) geben die in Lösung gegangenen Stoffe an und die Zahlen unter (8) die Zusammensetzung des Restes, die unter (9) die des Gemenges von Natrolith und Nakrit.

	5.	6.	7.
Na ₂ O	0,222	0,057	0,2848
NaCl	0,29	0,06	0,31
Al ₂ O ₃	0,204	0,47	0,2848
SiO ₂	0,01	0,03	0,0349

	8.	9.
Na ₂ O	14,50	8,02
Al ₂ O ₃	27,00	39,71
SiO ₂	46,26	38,40
H ₂ O	9,78	13,87
Nakrit-Rest	2,92	
	100,46	100,00

Das Wasser bewirkt die Reaktion:



Aus den Spaltungsprodukten läßt sich die ursprüngliche Verbindung wieder herstellen.

¹⁾ Aus der Differenz.

Sodalith wurde mit 15%iger Chlorcalciumlösung, und zwar wurden je 3 g mit 190 ccm Wasser behandelt. Unter (10) sind die Werte angegeben, die sich ergaben, als Sodalith von Ditró bei 186—211° durch 387 Stunden behandelt worden war, während unter (11) die Resultate der Behandlung von Sodalith von Miasc bei 182—205° durch 387 Stunden angegeben sind.

Ferner wurden Sodalith von Turkestan (Baikalsee) durch 379 Stunden bei 186—206° digeriert (unter 12) und ebenso Sodalith von Arendal 383 Stunden bei 196—211° behandelt (Werte unter 13). Schneeweißer Sodalith vom Vesuv wurde bei 182—211° durch 481 Stunden behandelt (Zahlen unter 14).

	10.	11.	12.	13.	14.
Na ₂ O	—	0,66	—	1,42	0,68
CaO	18,25	17,10	17,72	17,05	17,36
Al ₂ O ₃	33,72	32,98	32,29	33,10	32,62
SiO ₂	39,47	39,17	37,63	40,32	38,43
Cl	—	—	—	Spur	—
H ₂ O	8,29	10,94	12,36	8,15	10,05
	99,73	100,85	100,00	100,04	99,14

Alle Sodalithe tauschen ihr Natrium gegen Calcium aus und geben bei gleichzeitiger Wasseraufnahme ihr Chlornatrium ab. Die Reaktionsgleichung ist:
 $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 8\text{NaCl} + 12\text{CaCl}_2 + x\text{H}_2\text{O} = 32\text{NaCl} + 12\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Es gibt demnach drei metamere Sodalithe von der Zusammensetzung



Es sind dies erstens der künstliche Sodalith; der zweite Typus wird von dem Sodalith von Arendal, Ditró und vom Miasc und Vesuv repräsentiert, während ein dritter Typus der Sodalith von Turkestan ist. Sie geben drei verschiedene Umsetzungsprodukte.

Versuche von F. W. Clarke und G. Steiger.¹⁾ Der Sodalith von Kicking Horse Pass (Analyse Nr. 24) wurde mit Salmiak erhitzt. Die Resultate der beiden Versuche seien mitgeteilt. Die ausgewaschenen Rückstände haben folgende Zusammensetzung:

	1.	2.
NH ₃	0,45	0,72
Na ₂ O }	20,86	—
K ₂ O }		
CaO	0,20	—
Al ₂ O ₃ }	31,40	32,34
Fe ₂ O ₃ }		
SiO ₂	39,33	40,00
Cl	5,92	—
	98,16	—

Rückstand 1 ergab 2,96% Alkalien als Na₂O gerechnet, Rückstand 2 ergab 3,53%. Die Veränderung war gering. Aus den Versuchen wird der

¹⁾ F. W. Clarke und G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 207 (1902); Z. Kryst. 38, 697 (1903).

Schluß gezogen, daß ein Molekül NaCl in der Verbindung nicht existiert, da ungefähr 3% Na₂O austraten, während alles Chlor zurückgehalten wurde.

Umwandlungen in der Natur. Bei der Umwandlung (Verwitterung des Sodaliths) wird vor allem der Chlorgehalt verringert, wie die Analysen zersetzter Sodalithe zeigen; so hatte ein zersetzter Sodalith von Grönland nur eine Spur von Cl. Die Analyse von C. F. Rammelsberg¹⁾ ergab:

Na ₂ O	11,42
CaO	3,00
Al ₂ O ₃	32,54
SiO ₂	43,20
Glühverlust	9,84
Cl	Spur
	100,00

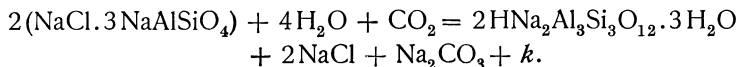
Der Wassergehalt ist sehr hoch, der Natrongehalt geringer.

Von Umwandlungspseudomorphosen sind die in Natrolith (Spreustein) bekannt. Als Nebenprodukte treten auf: Hydronephelit, Diaspor und Hydrargillit. Auch Bildung von Carbonaten und von Eisenoxyden ist bekannt. Ferner ist die Umwandlung in Analcim von N. V. Ussing²⁾ beschrieben. Diese Umwandlung findet neben der in Spreustein in Sodalithsyeniten statt.

Die gewöhnliche Verwitterung führt auch zur Bildung von Steinmark.

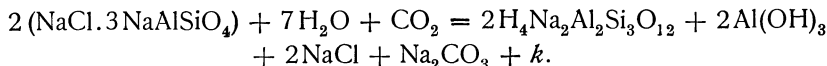
Die wichtigsten Umwandlungsvorgänge hat Ch. R. van Hise³⁾ durch Formeln wiedergegeben.

Bildung von Hydronephelit:

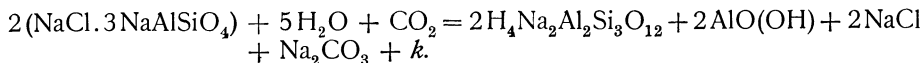


Die Volumverminderung berechnet er mit 7,25%, wenn NaCl und Na₂CO₃ in Lösung sind.

Die Umwandlung von Sodalith in Natrolith und Hydrargillit wird durch die Formel gegeben:

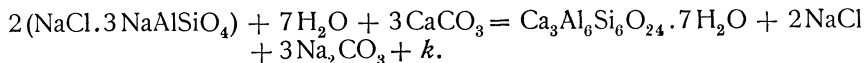


Die Umwandlung mit Diasporbildung ergibt sich aus der Formel:



Die Volumverminderung *k* beträgt im ersten Fall 6,52%, im anderen 13,62%.

Die Umwandlung im Thomsonit läßt sich geben durch die Reaktionsgleichung:



Die Volumverminderung beträgt 6,41%.

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **107**, 577 (1860).

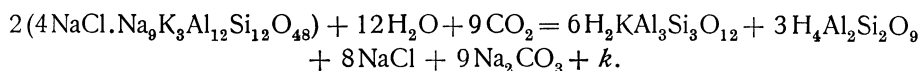
²⁾ N. V. Ussing, Medd. om Grönland, Heft 14 (1894); N. JB. Min. etc. 1901, I, 39.

³⁾ Ch. R. van Hise, Treat. on Metamorphisme. Washington 1904, 296.

Die Bildung von Analcim und Diaspor ergibt sich aus der Gleichung:

$$4(\text{NaCl} \cdot 3\text{NaAlSiO}_4) + 9\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 = 3(\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) + 6\text{AlO}(\text{OH}) + 4\text{NaCl} + 3(\text{Na}_2\text{CO}_3) + k.$$

Ferner gilt noch die Umwandlung in Muscovit und Kaolin nach folgender Formel:



Die Volumverminderung betrüge 37,07% unter der Voraussetzung, daß NaCl und Natriumcarbonat in Lösung sind.

Genesis. Obgleich Sodalith sich nach den Synthesen auch auf wäßrigem Wege bilden kann, so scheint in der Natur dieser Vorgang, wenn auch nicht ausgeschlossen, doch sehr selten zu sein, da Sodalith ein Bestandteil der Eruptivgesteine ist; auch ist zu bemerken, daß Sodalith gegenüber Lösungen nicht stabil ist.

Da der Sodalith besonders in Tiefengesteinen meistens mit Nephelin (Eläolith) zusammen vorkommt, so geben die Synthesen von J. Lemberg und J. Morozewicz wohl das richtige Bild. Er entsteht nicht aus einem trockenen Schmelzfluß, sondern aus schmelzenden Silicaten und Chloriden.

Hackmannit.

Von **St. J. Thugutt** (Warschau).

Reguläre Rhombendodekaeder von L. H. Borgström¹⁾ im Tavit von der Halbinsel Kola entdeckt und benannt. Härte = 5. $N_{\text{Na}} = 1,4868$.

Analyse.

δ	3,32–3,33
Na_2O	25,84
(K_2O)	0,16
(MgO)	Spur
(CaO)	0,05
Al_2O_3	31,77
(Fe_2O_3)	0,17
SiO_2	36,99
S	0,39
Cl	6,44
	101,81
$\text{O} = \text{Cl}_2$	1,64
	100,17

L. H. Borgström faßt den Hackmannit als eine isomorphe Mischung von Sodalith und weißem Ultramarin auf. Dem 0,39% ausmachenden Schwefelgehalte entsprechen 6,23% Ultramarin (nach der Formel $\text{Na}_4[\text{Al}(\text{SNa})\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ ²⁾ berechnet). Der blaue Sodalith vom Baikalsee führt nach W. C. Brögger und

¹⁾ L. H. Borgström, Geol. För. Förh. Stockholm **23**, 563 (1901). Dichteangabe wahrscheinlich unrichtig.

²⁾ W. C. Brögger u. H. Bäckström, Z. Kryst. **18**, 244 (1890).

H. Bäckström¹⁾ 0,05% S. Nach St. J. Thugutt²⁾ ist der Schwefelgehalt eine ganz allgemeine Erscheinung bei den Sodalithen. Man müßte deshalb entweder alle Sodalithe als Hackmannite bezeichnen, oder aber, was mehr angezeigt ist, bei dem alten Namen Sodalith bleiben.

Hauyn und Nosean.

Regulär (tetraedrisch).

Hauyn, Analysenzusammenstellung.

Von C. Doelter (Wien).

	Europa.						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Na ₂ O . . .	15,39	16,35	15,54	11,13	11,79	13,26	13,57
K ₂ O . . .	1,12	0,79	1,27	4,64	4,96	3,23	—
CaO . . .	11,70	8,18	8,00	10,85	10,60	10,08	11,55
(MgO) . . .	0,22	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	27,35	28,66	28,12	28,17	27,64	27,42	27,59
(Fe ₂ O ₃) . . .	1,05	—	—	—	—	—	—
SiO ₂ . . .	33,11	31,67	32,14	32,70	34,06	33,78	34,58
SO ₃ . . .	12,54	11,71	12,03	12,15	11,25	12,31	8,09
Cl	0,33	—	—	—	—	—	—
NaCl . . .	—	0,95	0,74	1,09	—	—	—
H ₂ O . . .	0,20	0,83	1,12	0,48	—	—	5,38
	103,01	99,14	98,96	101,21	100,30	100,08	100,76

1. Vom Laacher See; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **16**, 86 (1864).
2. Niedermendig, blau; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 590 (1883).
3. Von ebenda; anal. derselbe, ebenda **40**, 625 (1888). Siehe auch S. 256 Nr. 5.
4. Vom Albaner Gebirge; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **18**, 547 (1866).
5. Mte. Somma; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **109**, 577 (1860).
6. u. 7. Vom Mte. Vulture; anal. L. Ricciardi, Gazz. chim. It. **17**, 216 (1887).

Hier noch eine neue Analyse, bei welcher auch der mit Essigsäure in Lösung gehende Teil bestimmt wurde.

	8.	8a.	9.
Na ₂ O	17,399	—	16,34
K ₂ O	2,456	—	0,08
(MgO)	0,840	—	—
CaO	8,000	6,730	16,26
Al ₂ O ₃	26,660	21,450	27,11
(Fe ₂ O ₃)	Spur	—	—
SiO ₂	32,22	4,100	32,18
Cl	—	—	0,31
SO ₃	11,416	9,681	14,10
	99,991		100,38

¹⁾ W. C. Brögger u. H. Bäckström, ebenda 223.
²⁾ St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1905, 88.

8. Schwarz, aus Lava vom Schloß Melfi (Mte. Vulture); anal. E. Casoria, Ann. R. Scuola agric. Portici 4, 1 (1903).

8a. Lösung, welche mit 10%iger Essigsäure bei 23tägiger Behandlung nach Abtrennung der Gallerte erhalten wurde.

9. Albaner Gebirge; anal. N. Parravano, R. Acc. d. Linc. 21, 631 (1912); N. JB. Min. etc. 1913, II, 199.

Afrikanische Inseln, Sibirien.

	10.	11.	12.
Na ₂ O	17,21	15,53	18,03
K ₂ O	—	—	0,35
(MgO)	—	—	0,11
CaO	7,54	9,88	8,21
Al ₂ O ₃	28,21	28,93	27,38
(Fe ₂ O ₃)	—	0,45	—
SiO ₂	33,25	31,99	32,30
SO ₃	13,25	12,04	12,62
Cl	0,17	Spur	0,31
H ₂ O	—	1,59	—
S	—	—	0,44
	99,63	100,41	99,75
ab O=Cl ₂	—	—	0,29
	—	—	99,46

10. Aus einem Auswürfling von der Isleta von Canaria; anal. A. Sauer, Inaug.-Dissert. Halle 1876.

11. Auswürfling vom Pico da Cruz (Insel Antão, Capverden); anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit. 4, 461 (1882).

12. Vom Baikalsee; anal. H. Bäckström bei W. C. Brögger u. H. Bäckström, Z. Kryst. 18, 229 (1891).

Nosean-Analysen.

	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Na ₂ O	20,60	23,33	23,90	22,95	20,91	19,01
K ₂ O	—	0,34	—	—	—	0,33
CaO	2,37	1,20	0,63	0,99	0,21	4,40
Al ₂ O ₃	29,61	29,08	28,45	28,56	29,41	29,41
(Fe ₂ O ₃)	0,91	0,75	0,47	0,98	0,31	1,38
SiO ₂	36,46	36,72	36,69	36,50	35,99	34,95
SO ₃	7,34	7,52	7,30	7,64	10,58	8,11
Cl	0,70	0,71	1,05	0,76	0,57	0,86
H ₂ O	2,01	0,83	2,15	1,87	1,63	1,83
	100,00	100,48	100,64	100,25	99,61	100,28

13. Von Haardt bei Rieden; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. 35, 516 (1864).

14. u. 15. Vom Laacher See; anal. wie oben.

16. Von Guinigada (Canaren); anal. A. Sauer, Inaug.-Dissert. Halle 1876.

17. Vom Siderão, São Antão, Capverden; anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit. 4, 465 (1882).

18. Vom Covão (Capverden); anal. wie oben. Zwischen reinem Nosean und Hauyn stehende Mischung mit wenig Kalkerde.

Formel.**Hauyn.**

C. F. Rammelsberg hat eine Anzahl älterer Analysen berechnet. Der Natriumgehalt des Sulfats ist im Verhältnis zu dem des Silicats:

Albano	Analyse Nr. 4	1:1,8
Vesuv	„ Nr. 5	1:2
Melfi	„ Nr. 6	1:1,7
Isleta	„ Nr. 10	1:1,5
Pico da Cruz	„ Nr. 11	1:1,8

Im allgemeinen ist das Verhältnis R:Al₂:Si bei Analyse Nr. 4 2:1:2, bei Analyse Nr. 1 2,1:1:2, bei Analyse Nr. 2 2,4:1:1,9, bei Analyse Nr. 11 1,7:1:1,8, bei Analyse Nr. 6 2:1:2, bei Analyse Nr. 7 2,4:1:2,1.

Auch das wichtige Verhältnis von R₂O + RO im Sulfat zu dem im Silicat ist sehr schwankend:

Analyse Nr. 5	1:2,1	Analyse Nr. 10	1:1,5
„ Nr. 1	1:2	„ Nr. 11	1:1,8
„ Nr. 2	1:2,1	„ Nr. 7	1:3
„ Nr. 6	1:1,8		

A. Sauer hat seine Analyse berechnet:



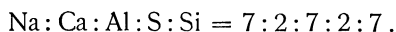
Ferner ist Na₂O + K₂O:CaO in Analyse 7 = 2:1; in Analyse 4 = 2,5:1; in Analyse 1 = 2,4:1.

W. C. Brögger hat eine Anzahl Analysen berechnet:

		SO ₃ : Cl : H ₂ O
Analyse Nr. 4	Laacher See	7,34:0,70:2,02
„ Nr. 5	„ „	2,27:0,74:3,59
„ Nr. 10	Isleta	7,61:0,76:1,87
„ Nr. 11	Antão	8,11:0,86:1,83
„ Nr. 6	Vultur	8,09: — :5,38

Seine Analyse berechnet er mit 92 Mol. Hauyn, 5,2 Mol. Sodalith und 2,7 Mol. Ultramarin. Das Verhältnis Na:Ca ist stark schwankend, entsprechend den verschiedenartigen isomorphen Mischungen. R:Ca ist innerhalb der Grenzen 2,8:1 und 4,9:1.

Meine Analyse führt zu dem Verhältnis:



Da das Verhältnis R:Al:Si immer ungefähr 1:1:1 ist, so hat man das Orthosilicat Na₂Al₂Si₂O₈ und CaAl₂Si₂O₈ anzunehmen.

Das Verhältnis der beiden Silicate Na₂Al₂Si₂O₈ und CaAl₂Si₂O₈ ist ein schwankendes. Das Verhältnis des Sulfats zum Silicat ist vielfach, aber nicht immer 1:2.

Nosean.

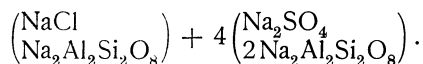
C. F. Rammelsberg hat eine Anzahl von Noseananalysen der Berechnung unterzogen. Er fand für das Natrium bei Laacher See-Nosean (Analyse Nr. 14), dann bei dem von Perlerkopf, dem von Guinigada (Analyse Nr. 16) und jenem vom Siderão folgende Verhältnisse:

Für das Verhältnis R:Al₂:Si bei den Laacher See-Noseanen: 2:1:2,1; 2:1:2,1; 1,8:1:2; 2,1:1:2,3; für den vom Guinigada: 2:1:2,1 und für den vom Siderão: 1,5:1:2,1.

Für das Verhältnis von R in RCl:R₂SO₄:Silicat fand er:

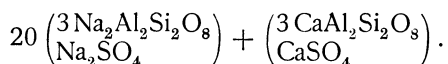
Laacher See, dunkelbraun	1:	9,4:29,7
blaugrau	. 1:	6,5:18,9
grün . . .	1:	9,2:27,2
farblos . . .	1:	8,3:18,3
Guinigada	1:	9,5:27
Siderão	1:	16,5:25

Der kalkfreie Nosean ist nach ihm, wenn Na in den genannten drei Verbindungen 1:8:18 ist:



Da die Noseane Wasser enthalten und auch sonst Merkmale der Veränderung zeigen, so ist die Berechnung schwierig.

A. Sauer kommt für den Nosean von Guinigada zu der Formel:

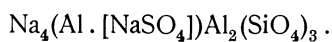


Er hat auch einige ältere Analysen berechnet und findet das Verhältnis des Silicats zum Sulfat wie 3:1, während C. F. Rammelsberg 2:1 fand.

N. Parravano¹⁾ bemerkt, daß seine Analyse (Nr. 9, S. 248) nur mit der W. C. Bröggerschen Formel stimme, nicht mit jener von F. W. Clarke; er stellt eine Konstitutionsformel auf, welche ähnlich der des Granats ist.

Aus der Berechnung des Noseans vom Siderão fand ich das Verhältnis 2:1. In einem Hauyn von Albano fand A. Sauer 5:3. Vergleicht man noch die Hauynanalysen (siehe S. 247) dazu, so kommt man doch zu dem Resultate, daß das Verhältnis schwankend ist.

Sowohl F. W. Clarke, wie auch W. C. Brögger und H. Bäckström nehmen jedoch ein fixes Verhältnis 2:1 an. Während die älteren Autoren den Nosean und Hauyn als Molekularverbindung annehmen, analog wie bei Sodalith, nehmen letztere an, daß das Cl an Al gebunden ist; nach W. C. Brögger wäre das NaSO₄ an Al gebunden und er hat eine entsprechende Konstitutionsformel gegeben, wieder wie bei Sodalith analog der Granatformel; Nosean wäre

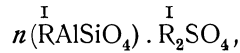


Die Berechnung nach dieser Formel ergibt

Na ₂ O	27,26
Al ₂ O ₃	27,03
SiO ₂	31,65
SO ₃	14,06
	100,00

¹⁾ N. Parravano, l. c. siehe S. 248.

Da die Wahrscheinlichkeit, daß das Verhältnis des Silicats zum Sulfat kein fixes ist, groß ist, so werden wir die Formel schreiben:



worin $\text{R}_2 = \text{Na}_2, \text{K}_2$ bzw. Ca ist.

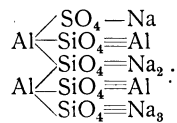
Konstitution von Hauyn und Nosean.

Überblickt man die verschiedenen Ansichten, so kommen wir wieder zu derselben Auffassung wie bei Sodalith. Zwei Fragen werden hier wie dort verschieden beantwortet, nämlich die, ob das Verhältnis des Silicats zum Sulfat ein fixes ist oder nicht und ob eine atomistische Verbindung oder ob eine Molekülverbindung vorhanden ist, ferner wie die Formel des Silicats beschaffen ist.

Nach der älteren, auch jetzt noch vielfach angenommenen Ansicht läge das Silicat NaAlSiO_4 vor, nach einer anderen, namentlich von W. C. Brögger vertretenen ist das Silicat $\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$, also nach ihm ähnlich der Granatformel $\overset{\text{II}}{\text{R}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}}$. Die Formel ist $\text{Na}_4[\text{Al}(\text{NaSO}_4)]\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$.

S. Hillebrand entscheidet sich für das polymere Silicat $\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Es faßten F. W. Clarke, W. C. Brögger und P. Groth¹⁾ diese Silicate nicht als Molekularverbindungen auf, sondern als atomistische, und sie sind der Ansicht, daß, wie im Sodalith das Chlor, auch hier die Atomgruppe NaSO_4 an Al gebunden sei.

Die F. W. Clarkesche Konstitutionsformel ist:



P. Groth schrieb: $\text{Na}_5(\text{Al} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{Na}) \cdot \text{Al}_3(\text{SiO}_4)_4$.

Nach letzterer Auffassung läge ein Orthosilicat vor. Später hat sich jedoch P. Groth der Auffassung W. C. Bröggers und H. Bäckströms angeschlossen und bezeichnet sämtliche hierher gehörige Mineralien als intermediäre Silicate und vergleicht sie mit der Granatformel.

Für die Gruppen NaCl im Sodalith, Na_2SO_4 im Hauyn (Nosean) entscheiden sich außer J. Lemberg auch St. J. Thugutt, sowie auch S. Hillebrand, ferner J. Morozewicz, welcher, wie im Nephelin, so auch hier das Silicat NaAlSiO_4 , während S. Hillebrand $(\text{NaAlSiO}_4)_3$ annimmt.

Daß sowohl im Sodalith als auch im Nosean-Hauyn Molekularverbindungen im Sinne A. Werners vorliegen, ist nach den neuen Darstellungen des letzteren wahrscheinlich, und dadurch, daß es wohl eher mit den Analysen in Einklang zu bringen ist, daß das Verhältnis Sulfat:Silicat ein schwankendes und kein fixes ist, gewinnt diese Anschauung an Wahrscheinlichkeit. S. Hillebrand weist mit Recht auch darauf hin, daß, wenn man das Verhältnis 1:1 für Silicat zu Sulfat annimmt, doch der künstliche, von J. Morozewicz dargestellte das Verhältnis 2:1 zeigt, daß also kein festes Verhältnis vorliegt.

Was die Natur des Silicats anbelangt, so ist gegenwärtig schwer eine Entscheidung zu treffen; jedenfalls haben wir dasselbe Silicat, wie bei Sodalith

¹⁾ F. W. Clarke, W. C. Brögger u. P. Groth, Literatur siehe bei Sodalith.

anzunehmen, und wohl auch wie bei Nephelin, Cancrinit usw. Ob dasselbe die einfache Formel NaAlSiO_4 hat oder der Granatformel oder der Thuguttischen entspricht, wird sich am besten bei Nephelin und Sodalith durch synthetische Versuche entscheiden lassen. S. Hillebrand wendet sich gegen die Analogie der Formeln mit Granat, da letzterer eine andere Kieselsäure beim Abscheiden nach der G. Tschermakschen Methode ergibt. Die Analogie ist derzeit wenig wahrscheinlich (vgl. S. 237).

Chemische und physikalische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre schmelzbar; Schmelzpunkt des Hauyns nach A. Brun¹⁾ 1450° , nach C. Doelter²⁾ $1210\text{—}1225^\circ$; für Nosean fand letzterer 1140° . Bei Temperaturerhöhung wird blauer Nosean oder Hauyn farblos.

In Salz- oder Salpetersäure unter Abscheidung von Kieselgallerte löslich mit HCl, dabei Schwefelwasserstoffentwicklung (nach G. vom Rath).³⁾ Durch Chlorcalciumlösung wird zufolge J. Lemberg⁴⁾ Hauyn stärker angegriffen als Sodalith.

Dichte 2,27—2,50, je nach dem Na- bzw. Ca-Gehalt. Härte 5,5. Spaltbar nach (110). Bruch uneben bis muschelig.

Glasglanz, bei derben Stücken etwas fettig. Farbe sehr schwankend, manche farblos, meistens blau, auch blaugrün, grau, schwärzlich, gelblich und rötlich. Glühen in Schwefeldampf färbt blau.

Brechungsquotient bei Stücken von verschiedenen Fundorten etwas schwankend, 1,4950 (Laacher See nach K. Zimányi⁵⁾), bei dem vom Albaner Gebirge 1,5027 nach K. Zimányi, 1,4975 nach F. Zambonini⁶⁾, bei blaßgrünen fand letzterer 1,5038.

Die Brechungsquotienten wechseln mit der chemischen Zusammensetzung. P. Gaubert⁷⁾ hat die Analysen und Brechungsquotienten der verschiedenen Varietäten zusammengestellt. Aus der von ihm angeführten Tabelle geht hervor, daß der Wert der Brechungsquotienten mit steigendem Kalkgehalt steigt, wie z. B. der Hauyn von Albano mit 10—12% CaO den Wert $N = 1,5060$ zeigt, während der Nosean vom Laacher See den Wert von $N = 1,4965$ bei einem CaO-Gehalt von 4,05% und der Nosean von Hardt bei Rieden $N = 1,4890$ zeigt, bei einem CaO-Gehalt von 2,37%.

Hauyn von Niedermendig, ein intermediäres Glied mit 7,23—8% CaO, ergab für N einen Wert von 1,4950. Es ist jedoch nicht nur der Kalkgehalt von Einfluß, sondern es gibt auch im geringeren Maße der Ersatz von Natrium durch Kalium Unterschiede im Brechungsquotienten, da Kaliumsalze im allgemeinen weniger stark brechen als die Natriumsalze.

Luminiszenz. Th. Liebisch⁸⁾ untersuchte die Fluoreszenz mit Hilfe eines Filters im Ultraviolett und fand bei Nosean vom Laacher See nur schwache

¹⁾ A. Brun, Arch. sc. phys. nat. Genève, **13**, 358 (1902.)

²⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **22**, 307 (1903).

³⁾ G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **16**, 85 (1864).

⁴⁾ J. Lemberg, ibid. **40**, 626 (1888).

⁵⁾ K. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 328 (1894).

⁶⁾ F. Zambonini, Z. Kryst. **37**, 372 (1903).

⁷⁾ P. Gaubert, Bull. Soc. min. **28**, 189 (1905).

⁸⁾ Th. Liebisch, Sitzber. Berliner Ak. **13**, 229 (1912).

Erregung. Blauer Hauyn von Niedermendig gibt lebhaft orange gelbe Fluoreszenz, ebenso eine Anzahl anderer blauer Hauyne, bei dem Vorkommen vom Mte. Vulture sind namentlich die hellen stark fluoreszierend, während dies bei dunkelgrauen wenig zu sehen ist.

Auch die Phosphoreszenz ist deutlich.

Die Untersuchung des Bogenspektrums zeigt, daß in den Mineralien der Sodalithgruppe (Sodalith, Hauyn, Nosean) die Elemente Magnesium, Eisen und Mangan, oft auch Kupfer und in Nosean vom Laacher See Titan, vorkommen.

Farbstoff. Abgesehen von solchen Vorkommen, welche durch Einschluß von Ägirin grün, von Hämatit rot oder von Ilmenit schwarz gefärbt sind, dürfte die Farbe entweder von einer Schwefelverbindung (es wurde u. a. Schwefelaluminium angenommen) oder wahrscheinlicher von kolloidem Schwefel herrühren. Mit letzterer Annahme stimmt auch das Blauwerden beim Glühen im Schwefeldampf und das Bleichen beim Glühen an Luft überein.

P. Gaubert¹⁾ fand, daß einzelne Noseane bei mäßigem Erhitzen schön blau, z. T. auch violett werden.

Damit stimmt auch das Verhalten des Hauyns gegenüber Radiumstrahlen.²⁾ Heller Hauyn wird stärker blau mit Stich ins Violette. Sonnenlicht wie ultraviolette Strahlen entfärben; bei letzteren erhielt ich blaßblaugraue Farbe. Ähnlich verhalten sich die Sulfate: Baryt und Cölestin.

Synthese des Noseans und Hauyns.

Nosean. — J. Lemberg³⁾ hat Versuche zur Darstellung von Nosean und Hauyn aus Schmelzfluß ausgeführt, indem er im ersteren Falle Nephelin, im zweiten Anorthit mit Natriumsulfat zusammenschmolz, doch waren die vom Silicat aufgenommenen Mengen von Schwefelsäure geringe (2%). Später wurden diese Versuche wieder aufgenommen, und er erhielt bis 4,5% SO₃. Als entwässertes Nephelinhydrat der Einwirkung von Natriumsulfat unterworfen wurde, stieg der SO₃-Gehalt auf 6,4%.

Am besten fiel der Versuch aus, das künstlich erhaltene Sodalithhydrat durch Na₂SO₄ in Nosean umzuwandeln. Hier die Analysenresultate

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O . . .	17,46	18,25	18,18	18,93
K ₂ O . . .	0,60	0,84	—	0,30
CaO . . .	0,40	0,60	—	0,97
Al ₂ O ₃ . . .	31,56	31,62	30,65	31,07
SiO ₂ . . .	40,27	41,02	36,30	38,46 ⁴⁾
Na ₂ SO ₄ . . .	8,69	7,59	14,32	8,18
NaCl . . .	—	—	—	2,11
	98,98	99,92	99,45	100,02

1. Eläolith von Fredericksvärn 7 Stunden mit geschmolzenem Na₂SO₄ bei Hellrotglut behandelt.

2. Derselbe Eläolith erst zu Glas geschmolzen, dann 6 Stunden lang wie oben behandelt.

¹⁾ P. Gaubert, Bull. soc. min. **28**, 194 (1905).

²⁾ C. Doelter, Das Radium u. die Farben (Dresden 1910), 28.

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 590 (1883).

⁴⁾ SiO₂ + unlöslicher Rückstand.

3. Zu Glas geschmolzener Orthoklas 1½ Monate lang mit 10% iger NaOH-Lauge und NaCl behandelt, ergab ein Sodalithhydrat.¹⁾ Dieses Silicat 25 Stunden lang bei Hellrotglut mit geschmolzenem Na₂SO₄ behandelt.

4. Sodalith vom Vesuv 25 Stunden lang mit geschmolzenem Na₂SO₄ behandelt. Namentlich der Versuch 3 entspricht der Zusammensetzung des Noseans, doch wurden keine Kristalle erhalten.

Vollständig gelang die Synthese J. Morozewicz.²⁾ Es wurden zwei Mischungen dargestellt, entsprechend der Zusammensetzung: 2NaAlSiO₄ und 2(CaAl₂Si₂O₈) + CaSO₄, welche mit der zehnfachen Menge Glaubersalz gemischt wurden. Als Material dienten Gemenge von Kaolin, Soda, Calciumcarbonat und Gips.

1. Das erste Gemenge wurde 8 Tage lang erhitzt, und es wurden kleine Rhombendodekaeder neben Hämatitafeln und Kaolinkörnchen erhalten. 2. Dann wurde dieses Produkt 8 Tage lang bei einer etwas niedrigeren Temperatur erhitzt, wobei die Kaolinkörnchen schwanden und das Pulver blau wurde. Ferner wurde die Hauynmischung 2 Stunden lang geschmolzen. 3. Die Hauynmischung 6 Tage mit Na₂SO₄ geschmolzen. 4. Dieselbe Mischung 9 Tage lang geschmolzen. Bei dem Versuch 3 und 4 wurden zwei Schichten erhalten, eine blaue und eine graue.

	5.	6.	7.	8.	9.
Na ₂ O . . .	24,60	22,84	22,62	21,67	23,67
MgO . . .	—	3,96	Spur	—	—
CaO . . .	0,86	—	3,31	2,43	1,52
Al ₂ O ₃ . . .	29,95	27,30	} 65,75	29,19	29,46
SiO ₂ . . .	35,56	32,20		35,13	36,31
SO ₃ . . .	7,75	7,40	8,32	6,70	8,21
S.	—	—	Spur	—	Spur
Unlös. . .	2,15	6,60	—	4,86	2,09
	100,87	100,30	100,00	99,98	101,26

5. Versuch 1.

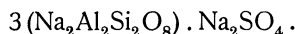
6. Versuch 2.

7. Blaues Pulver bei Versuch 3.

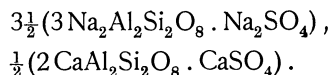
8. Graues Pulver bei Versuch 3.

9. Blaues Pulver bei Versuch 4.

Das bei Versuch 1 (Analyse Nr. 5) erhaltene Produkt hat die Zusammensetzung:



Das bei Versuch 4 erhaltene Pulver kommt dem bei Versuch 3 erhaltenen blauen Pulver sehr nahe. Es hat die Zusammensetzung:



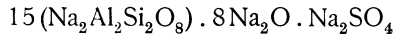
Die Temperatur wurde bei den Versuchen sehr niedrig gehalten, sie war die der beginnenden Rotglut. Nach J. Morozewicz soll die blaue Farbe von einer Beimengung von Schwefeleisen herrühren; es ist dies möglich, doch könnte wie bei den natürlichen auch ein Schwefelpigment vorhanden sein.

¹⁾ J. Lemberg, l. c. 582.

²⁾ J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **18**, 131 (1899).

In letzter Zeit hat auch S. Weyberg¹⁾ eine Noseansynthese ausgeführt. Aus der Schmelze $3\text{Na}_2\text{CO}_3$ mit $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$ und 40 Mol. Natriumsulfat erhielt er optisch isotrope Rhombendodekaeder, deren Zusammensetzung der Formel $5\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$ entspricht.

Aus einer Schmelze $20\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2(\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O})$ mit $23\text{Na}_2\text{SO}_4$ erhielt er ein analoges Produkt, dessen Zusammensetzung durch die Formel



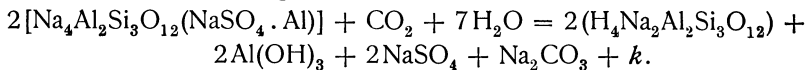
ausdrückbar ist.

Durch diese Synthesen wird wieder bestätigt, daß Nosean und überhaupt die Mineralien der Sodalithgruppe Molekülverbindungen sind.

Hauyn. J. Lemberg²⁾ versuchte Anorthit durch Zusammenschmelzen mit Natriumsulfat in Hauyn umzuwandeln, er konnte jedoch nur 1,07% SO_3 aufnehmen lassen, während der Kalk durch Natron verdrängt wurde. J. Morozewicz bereitete eine Mischung von 80 g Hauyn, 17 g FeSiO_3 , 8 g CaSiO_3 und 5 g K_2SiO_3 einer kleinen Menge Schwefelkalk und Braunstein. Diese wurde geschmolzen und es fanden sich neben Pyroxen bläuliche Rhombendodekaeder, seltener Würfel von Hauyn. Von den 10% des eingeführten SO_3 verblieben in der Schmelze 3,7%.

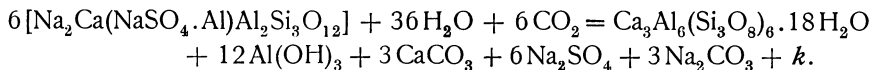
Umwandlung des Noseans und Hauyns.

Eine häufige Umwandlung des Noseans ist Natrolith; Hauyn kann sich auch in Stilbit und Chabasit umwandeln. Die erste wird von Ch. R. van Hise³⁾ durch folgende Formel dargestellt:



Die Umwandlung erfordert Bildung von Hydrargillit und Diaspor: $k = 16,41\%$.

Die Umwandlung in Stilbit läßt sich durch die Formel darstellen:



Es muß sich also dabei Calcit und Diaspor oder Gibbsite (Hydrargillit) bilden.

Die Umwandlung des Hauyns in Chabasit verlangt ebenfalls die Bildung dieser Tonerdehydrate.

Die Umwandlung in Kaolin ist nachgewiesen.

S. Hillebrand hat die erwähnte Umwandlung in Natrolith durch eine Konstitutionsformel bei Sodalith erörtert (siehe S. 236).

Künstliche Umwandlungen. J. Lemberg⁴⁾ hat, wie bei Sodalith, auch bei Hauyn von Niedermenig solche hervorgerufen.

1. Hauyn mit 25% iger CaCl_2 -Lösung durch 174 Stunden bei 200–210° erhitzt; der abgeschiedene Gips wurde durch Behandeln mit Wasser entzogen.

¹⁾ S. Weyberg, Tr. Mus. géol. Pierre le Grand près l'Acad. sc. St. Pétersbourg 5, 118 (1911); Z. Kryst. 53, 612 (1914).

²⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 37, 963 (1885).

³⁾ Ch. R. van Hise, Metamorphisme 298.

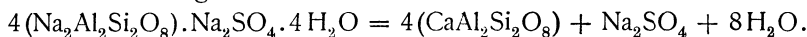
⁴⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 40, 625 (1888).

2. Derselbe mit 10%iger MgSO_4 -Lösung, 150 Stunden lang bei derselben Temperatur behandelt.

	1.	2.
Na_2O	—	0,30
K_2O	—	2,38
CaO	15,06	—
MgO	—	9,18
Al_2O_3	30,70	30,01
SiO_2	36,05	35,55
CaCl_2	8,30	—
H_2O	8,82	22,58
	98,93	100,00

Es wurde auch reiner Hauyn mit Wasser 288 Stunden bei 200—215° behandelt, wobei der H_2O -Gehalt des Hauyns auf 2,06% stieg. Durch Glühen wird die Zersetzbarkeit auf 2,18% erhöht; die Lösung reagierte alkalisch.

Nosean (Sulfatsodalith) künstlich dargestellt, wurde von St. J. Thugutt¹⁾ mit 15 g $\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ durch 199 Stunden bei 190—210° erhitzt (Nr. 3). Die Zusammensetzung des Sodaliths war



Bei einem zweiten Versuch wurde Nosean von der Zusammensetzung $3(\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ mit ebensoviel derselben Chlorcalciumlösung (4 g) durch 104 Stunden bei 192—210° erhitzt und ergab ein aus feinen doppelbrechenden Nadeln bestehendes Produkt. Das erhaltene Produkt entspricht der Zusammensetzung $9(\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8) + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$ (Nr. 4).

	3.	4.
Na_2O	—	1,06
CaO	15,51	16,50
Al_2O_3	28,60	32,90
SiO_2	34,02	38,20
CaSO_4	0,70	—
Na_2SO_4	10,56	5,33
H_2O	10,50	6,30
	99,89	100,29

Es handelt sich hier also um Hydrate.

Hauyn von Rieden (5) wurde mit 15%iger Chlorcalciumlösung während 405 Stunden bei 198—210° behandelt (Nr. 5 a).²⁾

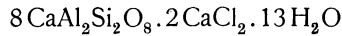
	5.	5 a.
Na_2O	17,67	0,68
CaO	6,05	16,80
Al_2O_3	27,15	31,89
SiO_2	33,40	38,42
In HCl unlöslich .	1,65	4,61
SiO_2	10,61	—
Cl	1,21	—
	100,46 ³⁾	100,40

¹⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 122 (1892).

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 582 (1895).

³⁾ Der Hauyn enthält auch 1,42% K_2O ; 0,04% MgO ; 1,26% H_2O .

Aus dem Vergleiche des Hauyns von Rieden mit dem von Niedermendig ergibt sich, daß der von J. Lemberg untersuchte eine Verbindung



liefert, während der von Rieden ein Calciumnephelinhydrat liefert von der Zusammensetzung $8 \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$. Allerdings waren die Konzentrationen: (25% im ersten, 15% im zweiten Fall) verschieden, was jedoch nach St. J. Thugutt die Verschiedenheit des Resultats nicht bedingen soll.

Künstliche Umwandlung von Hauyn in Sodalith. J. Lemberg¹⁾ wandelte Hauyn von Niedermendig, (siehe Analyse Nr. 2) in Sodalith um, indem er ihn durch 50 Stunden bei Hellrotglut in geschmolzenem Chlornatrium behandelte, ebenso wurde Sodalith vom Vesuv durch 25stündige Behandlung mit geschmolzenem Na_2SO_4 wieder zum Teil in Nosean umgewandelt. Die Zahlen sind:

	1.	2.	3.
Na_2O	17,79	16,70	18,93
K_2O	—	1,14	0,30
CaO	5,72	0,68	0,97
Al_2O_3	31,05	29,36	31,07
SiO_2	34,15	34,86	38,46
SO_3	2,55	0,21	—
Na_2SO_4	—	—	8,18
NaCl	8,25	10,03	2,11
H_2O	—	0,84	—
	99,51	99,25 ²⁾	100,02

1. Hauyn von Niedermendig mit NaCl behandelt.
2. Sodalith vom Vesuv, etwas unrein.
3. Dieser Sodalith mit Na_2SO_4 geschmolzen.

Es handelt sich also um eine Massenwirkung, indem das Silicat NaAlSiO_4 nicht verändert wird, dagegen das Nebenmolekül NaCl in Na_2SO_4 oder umgekehrt verwandelt wird. Es spricht dies auch für die Konstitution dieser Verbindungen als Molekülverbindungen (vgl. S. 251).

Synthese von Hauyn und Nosean auf nassem Wege.

Der Hauyn und Nosean sind ihrem Vorkommen nach pyrogene Mineralien. Es ist daher eine Bildung auf nassem Wege nicht zu erwarten.

Nach G. Friedel³⁾ und Ch. Friedel erhält man Nosean durch Behandlung von Glimmer mit einer Lösung von kohlen-saurem, schwefelsaurem Natron und Ätznatron bei 500° in einer Eisenröhre (vgl. bei Sodalith, S. 241). Wie J. Morozewicz mit Recht bemerkt, kann es sich bei einem Wassergehalte von 1,78% nur um ein Noseanhydrat handeln, welches übrigens früher J. Lemberg und später St. J. Thugutt darstellten. Siehe unten S. 242.

Synthese des Noseanhydrats (Ittnerits). Vgl. S. 262.

Diese Verbindung wurde zuerst von J. Lemberg dargestellt. Auch Ch. und G. Friedel stellten einen „Nosean“ dar, welcher jedoch in Wirk-

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 590 (1883).

²⁾ Außerdem ein in HCl unlöslicher Rückstand von 5,43%.

³⁾ G. Friedel, Bull. Soc. min. **14**, 69 (1891).

lichkeit ein Noseanhydrat ist. Umfassende Synthesen hat dann St. J. Thugutt ausgeführt (siehe S. 260).

Die Analysen J. Lembergs¹⁾ finden sich in folgender Zusammenstellung:

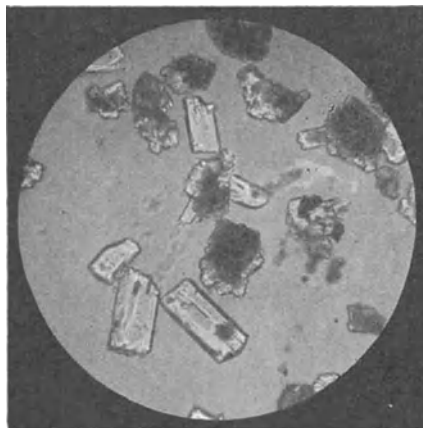


Fig. 6. Künstliches Noseanhydrat. Dargestellt von Ch. und G. Friedel. (Mikrophotogramm P. v. Tschirwinsky.)

	1.	2.	3.	4.	5.
Na ₂ O . . .	17,96	17,72	17,77	17,11	18,53
CaO . . .	0,35	—	0,40	0,20	0,20
Al ₂ O ₃ . .	30,00	29,44	29,25	29,01	30,04
SiO ₂ . . .	34,31	34,78	34,29	35,27	34,74
Na ₂ SO ₄ .	11,82	12,65	11,80	11,21	9,33
H ₂ O . . .	5,70	5,35	5,89	6,25	5,88
	100,14	99,94	99,40	99,05	98,72

1. Kaolin von Karlsbad mit 20%iger NaOH-Lösung, die mit Na₂SO₄ gesättigt war, durch 74 Stunden bei 180–190° behandelt. Bei den folgenden Versuchen war die Temperatur 100° und es war die Lösung immer mit Na₂SO₄ gesättigt.

2. Analcim (Fassa) durch 14 Tage behandelt, NaOH-Gehalt 20%.

3. Leucit (Vesuv) durch 17 Tage mit derselben Lauge behandelt.

4. Zu Glas geschmolzener Orthoklas von Striegau 1½ Monate mit 10%iger NaOH-Lauge behandelt.

5. Derselbe Orthoklas in natürlichem Zustande mit dieser Lauge behandelt.

	6.	7.	8.	9.
Na ₂ O	19,04	17,75	17,39	13,69
CaO	—	—	—	7,87
Al ₂ O ₃	30,00	30,24	29,66	24,47
SiO ₂	34,94	34,03	35,14	35,21
Na ₂ SO ₄	10,09	13,22	12,63	9,90
H ₂ O	5,23	5,02	4,90	8,64
	99,30	100,26	99,72	99,78

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 580 (1883) u. **35**, 590; **37**, 963 (1885); **39**, 599 (1887).

6. Sanidin von Wehr mit 10% iger NaOH-Lauge durch 7 Monate behandelt.
7. Brevicit von Brevig, 3 Monate mit NaOH-Lauge von 20% behandelt.
8. Albit von Viesch mit 30% iger Lauge 14 Tage lang behandelt.
9. Labrador (Helsingfors) mit 30% iger Lauge 24 Tage lang behandelt.

Bei 5. und 6. ergaben sich kristallisierte Produkte (Säulen); 7. ergab feine Nadeln, ebenso 8. Bei 9. waren die Nadeln mit flockigen Teilen gemengt. J. Lemberg verweist auf die Ähnlichkeit mit Ittnerit, welchen er nicht für ein Zersetzungsprodukt des Hauyns hält.

10. Das Produkt, welches bei Versuch 2 erhalten war, wurde durch 5 Monate mit CaCl_2 -Lösung bei 100° behandelt und ergab folgende Zusammensetzung:

	10.
Na_2O	17,32
CaO	5,18
Al_2O_3	29,41
SiO_2	33,90
SO_3	7,12
H_2O	6,89

Die Zusammensetzung des Noseanhydrats läßt sich ausdrücken durch die Formel: $3(\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Weitere Versuche von J. Lemberg¹⁾ bezogen sich auf die Umwandlung von Kaliumnephelin, Anorthit und Eläolith.

	10.	11.	12.	13.
Na_2O	17,85	15,15	18,31	15,30
CaO	—	6,32	3,39	0,40
Al_2O_3	29,67	30,43	29,64	27,52
SiO_2	34,08	37,33	34,80	34,96
Na_2SO_4	11,46	—	—	11,82
SO_3	—	6,57	8,24	—
H_2O	5,27	3,29	4,58	9,74
	98,33	99,09	98,96	99,74

10. Das Silicat $\text{K}_3\text{Al}_3\text{Si}_2\text{O}_8$ aus Kaolin durch Behandlung mit 37% iger NaOH-Lösung erhalten, wurde mit 15% iger Na_2SO_4 -Lösung bei $200-210^\circ$ durch 175 Stunden behandelt.

11. Anorthit vom Vesuv, durch 175 Stunden behandelt.

12. Kalkcancrinit,²⁾ 544 Stunden behandelt.

13. Eläolith von Brevig (siehe Analyse S. 225), zu Glas geschmolzen und 175 Stunden mit Na_2SO_4 -Lösung behandelt.

J. Lemberg²⁾ verweist darauf, daß, wenn ein Anorthit oder glasigen Eläolith enthaltendes Gestein, von heißen Na_2SO_4 -haltigen Lösungen durchzogen wird, sich ittneritartige Mineralien bilden werden.

Umfassende Versuche hat St. J. Thugutt³⁾ ausgeführt; er ließ Natriumsulfat und Natriumhydrat einwirken. Es bildeten sich jedoch Noseanhydrate. Die Analysenresultate sind folgende:

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 963 (1885).

²⁾ Ebenda **28**, 582 (1876).

³⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 82 (1892).

	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
Na ₂ O	18,29	18,11	18,18	17,75	18,51	18,37	17,10
Al ₂ O ₃	29,60	29,10	29,35	29,20	30,22	30,22	28,30
SiO ₂	34,15	34,10	35,05	34,35	35,30	35,56	33,30
Na ₂ SO ₄ . . .	13,35	12,87	13,23	13,55	11,06	10,52	8,43
H ₂ O	5,05	5,00	4,75	5,15	5,10	5,33	8,79
Kaolin	—	—	—	—	—	—	3,95
	100,44	99,18	100,56	100,00	100,19	100,00	99,87

14. Je 6 g Kaolin, Na₂SO₄ und Natriumhydroxyd mit 55 ccm Wasser durch 55 Stunden bei 200—210° erwärmt. Das Produkt ist amorph.

15. Derselbe Versuch mit der Abänderung, daß statt 6 g nur 3 g genommen wurden.

16. Je 6 g Kaolin und Natriumhydroxyd mit 12 g Na₂SO₄ und 45 ccm Wasser bei 207—208° 54 Stunden lang erwärmt.

17. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel 3(Na₂Al₂Si₂O₈).Na₂SO₄.3H₂O.

18. Je 40 g Kaolin, Natronhydrat und Na₂SO₄, 74 Stunden lang bei 211—213° erwärmt.

19. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel 4(Na₂Al₂Si₂O₈).Na₂SO₄.4H₂O.

20. Je 3 g derselben Stoffe mit 330 ccm Wasser 77 Stunden bei 186—196° erwärmt. Das Produkt bestand aus 3,95% unveränderten Kaolins, aus kugelig ausgebildetem Noseanhydrat und Nephelinhydrat.

Die Versuche zeigen den Einfluß der Konzentration; in konzentrierten Lösungen bilden sich salzärmere Silicate, in verdünnten salzreichere.

Umwandlung des Noseanhydrats und des Sodaliths in Analcim. Sowohl Nosean als auch Sodalith können in Analcim umgewandelt werden, was J. Lemberg¹⁾ durch einige Versuche nachwies.

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	15,23	14,50	14,28	—
K ₂ O	—	—	—	20,17
Al ₂ O ₃	23,46	22,70	23,28	23,56
SiO ₂	53,68	54,62	54,10	55,14
H ₂ O	7,63	8,18	8,34	1,13
	100,00	100,00	100,00	100,00

1. Künstlicher Sodalith (siehe Analyse Nr. 10, S. 241) mit einer 7%igen Lösung von Na₂SiO₃ durch 243 Stunden bei 210—215° behandelt; 2 Mol. Na₂SiO₃ entfielen auf 1 Mol. Silicat Na₂Al₂Si₂O₈. Dabei wurde nach der Behandlung die Bildung von Ikositetraedern beobachtet; ein Teil des Sodaliths war unverändert.

2. Noseanhydrat ebenso behandelt; es bildeten sich Ikositetraeder und spärliche Säulchen.

3. Nephelinhydrat ebenso behandelt.

4. Dasselbe Silicat mit KCl-Lösung behandelt, ergab den Umtausch von Na₂O in K₂O, also einen Kalianalcim.

Genesis.

Da die beiden Mineralien in effusiven Gesteinen seltener als in Auswürflingen vorkommen, so sind es echt pyrogene Mineralien, die sich aber wohl

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **38**, 600 (1887).

in der sogenannten intratellurischen Epoche bildeten, also nicht während der Erstarrung an der Oberfläche, damit stimmen auch die Synthesen von J. Lemberg und J. Morozewicz überein.

Lagoriolith.

Bei der Darstellung der Mineralien der Hauyngruppe erhielt J. Morozewicz,¹⁾ als er Natriumsulfat im Schmelzfluß auf ein Gemenge von wasserhaltiger Kieselsäure $65\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 44 Hydrargillit $(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ und 32,5 Teilen Gips einwirken ließ (Mischung A), ein kristallisiertes Produkt.

Ein ähnliches Produkt erhielt er mit folgenden Mischungen:

B. 63,3 $\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	C. 64,1 $\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
45,5 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	43,8 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
14,9 CaCO_3	30,4 Na_2CO_3
12,6 Gips	
7 Na_2SO_4 .	

Die Analysen ergaben:

	1.	2.	3.
Na_2O . . .	20,20	22,20	(23,52)
CaO . . .	12,16	17,30	Spur
Al_2O_3 . . .	18,26	14,42	17,72
SiO_2 . . .	33,82	37,40	31,64
SO_3 . . .	1,02	2,80	4,34
Cl . . .	Spur	Spur	—
Unlöslich . .	14,84	6,25	22,78
	100,30	100,37	100,00

1. Mischung B.
2. Mischung A.
3. Kriställchen der Mischung C.

Aus den Atomzahlen berechnet sich für 1 das Verhältnis:

$$(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O}) : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 3 : 1 : 3,1;$$

daher die Formel:

$$3(\text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2, \text{ wo } \text{Na}_2\text{O} : \text{CaO} = 3 : 2 \text{ ist.}$$

Da diese Formel mit der Granatformel $\text{R}_3\text{R}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ übereinstimmt, so ist der Lagoriolith ein Natronkalkgranat. Die Kristalle sind regulär. Der Gehalt an Schwefelsäure zeigt, daß es sich hier um isomorphe Mischungen eines Natrongranats mit Nosean handelt. Auf Grund der Versuche von L. Bourgeois,²⁾ sowie von C. Doelter und E. Hussak³⁾ kann man nach J. Morozewicz den Lagoriolith sich als $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_2\text{SiO}_3$ konstituiert denken.

In der Natur kommt die von J. Morozewicz dargestellte Verbindung nicht vor.

¹⁾ J. Morozewicz, Tsch. min Mit. **18**, 147 (1899).

²⁾ L. Bourgeois, Thèse présentée etc. (Paris 1883), 27.

³⁾ C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, I, 172.

Ittnerit und Skolopsit.

Von **St. J. Thugutt** (Warschau).

Im Phonolith von Oberbergen (Kaiserstuhl) von v. Ittner¹⁾ entdeckt, von C. G. Gmelin²⁾ Ittnerit benannt, von E. F. Glocker³⁾ zum Nosean gestellt, von A. Breithaupt⁴⁾ mit letzterem identifiziert, von F. v. Kobell⁵⁾ von neuem für ein selbständiges Mineral erklärt und in einer durch splitterigen Bruch ausgezeichneten Modifikation als Skolopsit bezeichnet. Optische Inhomogenität durch H. Fischer⁶⁾ erwiesen. Nach C. F. Rammelsberg⁷⁾ ist der Ittnerit ein umgewandelter Nosean, der Skolopsit ein veränderter Hauyn. H. Rosenbusch⁸⁾ konstatierte die Identität der Einschlüsse einerseits im Ittnerit und Skolopsit, andererseits im Nosean und Hauyn, und wies auf enge Beziehung beider Mineralienpaare in genetischer Hinsicht hin. L. van Werveke,⁹⁾ die Beobachtung von H. Rosenbusch vollkommen bestätigend, glaubte im zeolithischen Umwandlungsprodukte des Hauyns den Thomsonit bzw. den Gismondin annehmen zu dürfen. Wird nämlich vom Ittnerit der aus dem Wassergehalte des letzteren berechnete Gismondin in Abzug gebracht, so bleibt als Rest der Hauyn nach. J. Lemberg¹⁰⁾ erklärte sich damit nicht einverstanden. Auf gelungene Synthesen seines „Noseanhydrats“, sowie auf das frische Äußere des Ittnerits gestützt, verteidigte er von neuem die Selbständigkeit des letzteren. Zwar bewies eine von J. Lemberg selbst ausgeführte mikrochemische Reaktion gerade das Gegenteil, doch hielt er an seiner Meinung fest und schrieb den vermeintlichen Mißerfolg des Versuches (ungleichmäßige, fleckige Färbung des Ittnerits bei der Behandlung mit alkoholischer Bleinitratlösung und NaHS) der geringen Empfindlichkeit des Reagens zu,¹¹⁾ während natürlicherweise nur der Hauyn gefärbt, der Gismondin dagegen unverändert bleiben mußte. St. J. Thugutt¹²⁾ wandte ein anderes Lembergsches Reagens an¹³⁾ (saure AgNO₃-Lösung und Pyrogallol) und konnte ebenfalls nur fleckige Färbung konstatieren: Hauyn schwarzgrau, Magnetkies und die Sulfoferrite¹⁴⁾ schwarz, Zeolith unverändert. Der beigemengte Calcit wurde durch 10%ige AgNO₃- und 20%ige K₂CrO₄-Lösung sichtbar gemacht, endlich die Gismondinnatur des beigemengten Zeoliths an der Hand eines von St. J. Thugutt¹⁵⁾ vorgeschlagenen mikrochemischen Verfahrens definitiv erwiesen. Ähnliches Verhalten zeigte auch der Skolopsit, nur war die Zeolithmenge bei demselben verhältnismäßig größer. Demnach sind Ittnerit und Skolopsit als Gemenge von Hauyn, Gismondin, Calcit usw. aus der Zahl der Minerale endgültig zu streichen.

¹⁾ v. Ittner, *Elentheria* **3**, 29 (1819).—C. Hintze, *Handb. d. Min.* (Leipzig 1897), 901.

²⁾ C. G. Gmelin, *Schweigg. Journ. Chem. und Phys.* **6**, 74 (1822).

³⁾ E. F. Glocker, *Mineralogie* 1831, 70. — C. Hintze, ebenda.

⁴⁾ A. Breithaupt, siehe C. F. Rammelsberg, *Monatsber. Berl. Ak.* 1864, 170.

⁵⁾ F. v. Kobell, *Anz. Bayr. Ak.* **28**, 637 (1849); *Journ. prakt. Chem.* **46**, 484 (1849).

⁶⁾ H. Fischer, *Verh. Naturf. Ges. Freiberg i. B.* **2**, 424 (1862); *N. JB. Min. etc.* 1869, 346.

⁷⁾ C. F. Rammelsberg, *Pogg. Ann.* **109**, 587 (1860); *Monatsber. Berl. Ak.* 1862, 245; 1864, 170.

⁸⁾ H. Rosenbusch, *Mikr. Physiogr.* **1**, 181 (1873).

⁹⁾ L. van Werveke, *N. JB. Min. etc.* **2**, 264 (1880).

¹⁰⁾ J. Lemberg, *Z. Dtsch. geol. Ges.* **28**, 610 (1876); **29**, 502 (1877); **35**, 581, 590 (1883); **37**, 967 (1885); **39**, 583 (1887).

¹¹⁾ J. Lemberg, *Z. Dtsch. geol. Ges.* **42**, 740 (1890).

¹²⁾ St. J. Thugutt, *Sitzber. Warschauer Ges. Wiss.* **4**, 79 (1911).

¹³⁾ J. Lemberg, *Z. Dtsch. geol. Ges.* **42**, 738 (1890).

¹⁴⁾ St. J. Thugutt, *Z. anorg. Chem.* **2**, 146 (1892).

¹⁵⁾ St. J. Thugutt, *Chemik Polski* **11**, 148 (1911).

Analysen.	1.	2.	3.	4.	5.
δ . . .	—	—	—	2,505	—
Na ₂ O . . .	10,91	15,58	10,30	12,87	13,87
K ₂ O . . .	2,00	1,81	2,01	1,50	2,36
MgO . . .	—	0,50	—	0,42	0,60
CaO . . .	7,09	6,75	7,42	6,67	7,99
Al ₂ O ₃ . . .	28,57	28,71	27,95	23,71	29,03 ¹⁾
FeO . . .	—	—	—	0,37	—
Fe ₂ O ₃ . . .	—	—	—	1,23	—
CO ₂ . . .	—	—	—	0,85	—
SiO ₂ . . .	33,72	34,14	33,40	28,19	35,53
SO ₃ . . .	4,57	5,58	4,83	4,61	5,01
S . . .	—	—	—	0,32	—
Cl . . .	1,41	1,41	1,15	1,17	Spur
H ₂ O . . .	9,91	5,78	11,27	5,14	6,72 ²⁾
Unlöslich .	1,60	—	1,00	12,12	1,43
	99,78	100,26	99,33	99,17	102,54
Cl ₂ = O .	0,32	0,31	0,26	0,42	—
	99,46	99,95	99,07	98,75	—

1. Ittnerit, etwas unrein; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **29**, 502 (1877).
2. Ittnerit vom Kaiserstuhl, Baden; anal. L. van Werveke, N. JB. Min. etc. **2**, 266 (1880).
3. Ittnerit vom Kaiserstuhl; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 611 (1883).
4. u. 5. Skolopsit; anal. L. van Werveke, N. JB. Min. etc. **2**, 266, 274 (1880).

Mikrosommit.

Hexagonal holoedrisch. $a:c=1:0,41834$. Entdeckt von A. Scacchi³⁾ in Vesuvbomben von 1872.

Synonyma: Acantoide, A. Dufrénoy;⁴⁾ Cavolinite, T. Monticelli und N. Covelli.⁵⁾

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
δ	2,60	—	—	—	—	—
Na ₂ O	8,7	9,89	8,46	9,75	12,45	7,18
K ₂ O	11,5	6,38	8,97	8,36	4,27	11,32
CaO	11,2	11,19	10,77	10,84	14,72	14,68
Al ₂ O ₃	29,0	29,07	31,57	30,37	32,07	31,75
SiO ₂	33,0	32,12	30,74	31,40	31,70	30,95
SO ₃	1,7	6,04	5,17	4,57	—	—
Cl	9,1	8,17	7,65	7,64	6,99	5,30
	104,2	102,86	103,33	102,93	102,20	101,18
Cl ₂ = O . .	2,05	1,84	1,73	1,72	1,58	1,20
	102,15	101,02	101,60	101,21	100,72	99,98

- ¹⁾ Fe₂O₃-haltig.
- ²⁾ Glühverlust.
- ³⁾ A. Scacchi, Rendiconti R. Ac. Sc. Napoli 1872, 213; Atti R. Ac. Napoli **6**, 60, 201 (1875).
- ⁴⁾ A. Dufrénoy, Traité de Minéralogie **3**, 404 (1887). — F. Zambonini, Min. Ves. Napoli 1910, 193, 201.
- ⁵⁾ F. Zambonini, Min. Ves. Napoli 1910, 193, 201; Z. Kryst. **44**, 646 (1908).

1. 1500 Kriställchen = 0,1 g Mikrosommit vom Vesuv, 1872; anal. G. vom Rath, Sitzber. Berliner Ak. 1873, 270; Ann. d. Phys. Erg.-Bd. 6, 337 (1874).

2.—4. Mikrosommit vom Vesuv, 1872 (je 0,4 g), sehr feine Nadeln.

5. Mikrosommit vom Vesuv, 1872 (je 0,2855 g), worin 0,02 g Hämatit unlöslich in Säuren; meßbare Kristalle.

6. Mikrosommit vom Vesuv, 1872 (0,346 g), wovon 0,252 g unlöslich in Säuren. Nr. 2.—6. Anal. A. Scacchi, Atti R. Accad. Sc. Napoli 6, 60 (1875).

Formel. $\frac{4}{5}\text{Na}_2\text{O} \cdot \frac{3}{5}\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + \text{NaCl} + \frac{1}{13}\text{CaSO}_4$, G. vom Rath. $3\text{R}(\text{OCl})\text{SiO}_2 + 2(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2)$, A. Scacchi.

Physikalische Eigenschaften. Optisch positiv (E. Bertrand);¹⁾ Doppelbrechung stärker als Davyn, $N_\epsilon - N_\omega = 0,007$, G. Cesàro,²⁾ $N_{\epsilon\text{Na}} = 1,5298$, $N_{\omega\text{Na}} = 1,5218$, $N_\epsilon - N_\omega = 0,008$, F. Zambonini.³⁾ Härte = 6. $\delta = 2,60$ (15°C). Farblos durchsichtig, glasglänzend, vollkommen || der Prismenfläche spaltbar.

Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar; in HCl unter Abscheidung gallertartiger Kieselsäure löslich. Bei 300° schwere Dämpfe (NH_3 , Jod, Hg, S usw.) adsorbierend (F. Grandjean).⁴⁾ F. Zambonini⁵⁾ vermutet hierbei Substitution von Cl durch Jod und dergleichen.

Synthese. Wird Eläolithpulver zuerst mit CaCl_2 , dann mit NaCl bei Hellrotglut erhitzt, so entsteht nach J. Lemberg⁶⁾ ein zum Teil kristallinischer Natriummikrosommit. Das durch Schmelzen von Anorthit und NaCl erhaltene Produkt ist amorph. Eläolith in ein schmelzendes Gemisch von 2,75 g CaCl_2 , 25 g KCl und 5 g NaCl eingetragen, ergab ein sehr chlorarmes, dafür aber Ca- und K-führendes Silicat. Der Mikrosommit ist nach J. Lemberg ein Mittelglied zwischen dem Sodalith (Nephelin) und dem Anorthit. „Aus jedem dieser Glieder können die beiden anderen durch pyrochemische Metamorphose hervorgehen.“ Ein mikrosommitartiges Produkt wurde ferner erhalten durch Schmelzen von Leucit mit CaCl_2 und KCl, oder von Labrador mit KCl.

Paragenesis. Der am Mte Somma seltene, in Vesuvauswürflingen dagegen sehr gewöhnliche Mikrosommit wurde von A. Scacchi 1872 in Leukotephritblöcken in Begleitung von Hämatit und Granit angetroffen. F. Zambonini und A. Lacroix fanden denselben 1906 mit Sanidin, Sodalith, Augit, Amphibol, Apatit, Magnetit und nur einmal mit Nephelin.⁷⁾

Davyn.

Hexagonal-bipyramidal. $a:c = 1,6832$, F. Zambonini.⁸⁾ Entdeckt von T. Monticelli und N. Covelli.⁹⁾ CO_2 und H_2S zuerst von H. Rauff¹⁰⁾ nachgewiesen.

Synonyma: Cavolinite, T. Monticelli und N. Covelli.¹¹⁾

¹⁾ E. Bertrand, Bull. Soc. min. 5, 141 (1882).

²⁾ G. Cesàro, Bull. Accad. Belg. 1908, 650; Z. Kryst. 48, 212 (1910).

³⁾ F. Zambonini, Min. Ves. Napoli 1910, 199; Atti R. Ac. Sc. Napoli 13, 40 (1906).

⁴⁾ F. Grandjean, C. R. 149, 866 (1909); Z. Kryst. 50, 293 (1912).

⁵⁾ F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 205.

⁶⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 28, 604, 612, 616 (1876).

⁷⁾ F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 201.

⁸⁾ F. Zambonini, ebenda 193. Hier ist auch die ältere Literatur zu finden.

⁹⁾ T. Monticelli u. N. Covelli, Prodomo della Mineralogia Vesuviana (Napoli 1825), 405, 420.

¹⁰⁾ H. Rauff, Z. Kryst. 2, 468 (1878).

¹¹⁾ T. Monticelli u. N. Covelli, Prodomo etc. 421.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
δ	2,53	2,444	2,443	—	—	—
Na ₂ O	10,14	10,74	11,85	11,01	7,22	9,07
K ₂ O	6,79	6,44	7,84	7,11	11,91	6,07
CaO	12,60	10,55	10,23	10,36	9,91	13,82
Al ₂ O ₃	29,22	28,64	28,18	28,98 ¹⁾	28,60	27,80
CO ₂	—	1,63	1,47	1,26	(2,88) ³⁾	—
SiO ₂	32,21	32,38	31,94	32,23	33,12	31,40
SO ₃	4,43	4,03	3,69	4,11	2,38	8,78
S	—	Spur	Spur	Spur ²⁾	[0,08]	—
Cl	6,71	7,14	7,04	6,95	5,14	5,19
	102,10	101,55	102,24	102,01	101,16	102,13
Cl ₂ = O . .	1,51	1,61	1,59	1,56	1,16	1,17
	100,59	99,94	100,65	100,45	100,00	100,96

1. Davynkristalle von Mte. Somma, Facies cavolinitica; anal. A. Scacchi, Rendiconti Ac. Sc. Napoli 1876, 67. — F. Zambonini, Min. Ves. (Napoli 1910), 199.

2. u. 3. Wasserklare Davynkristalle von Mte. Somma; anal. H. Rauff, Z. Kryst. **2**, 469 (1878).

4. Von Mte Somma, gelbe Abänderung, durch Spur Eisen gefärbt; anal. H. Rauff, ebenda 470.

5. Optisch negativer Davyn von Mte. Somma; anal. H. Traube, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 466 (1895).

6. Aus einem vesuvischen Block von 1906; anal. F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 199.

Formel. Nach H. Rauff: $3 \left\{ \begin{matrix} 2(\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \\ \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \\ \text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \end{matrix} \right\} \cdot 2 \left\{ \begin{matrix} \text{CaSO}_4 \\ 4\text{NaCl} \end{matrix} \right\}$, also ein Additionsprodukt, in welchem „ein kleiner Teil des kieselsauren Kalkes durch ein gleich zusammengesetztes (isomorphes) Calciumcarbonat vertreten ist.“ Nach F. Zambonini eine feste Lösung von 11NaAlSiO_4 , $5\text{Na}_2(\text{Al}\cdot\text{Cl})\text{SiO}_4$ und $4\text{Na}_2(\text{Al}\cdot\text{NaSO}_4)\cdot\text{SiO}_4$. Vgl. hierzu die Bemerkungen von St. J. Thugutt beim Cancrinit.

Physikalische Eigenschaften. Optisch positiv (E. Bertrand),⁴⁾ manchmal auch negativ (H. Traube),⁵⁾ oder gar isotrop (F. Zambonini).⁶⁾ Doppelbrechung schwach. Im positiven Davyn von 1906 $N\omega_{\text{Na}} = 1,5228$, $N\varepsilon_{\text{Na}} = 1,5274$, $N\varepsilon - N\omega = 0,0046$; im negativen $N\omega_{\text{Na}} = 1,5187$, $N\varepsilon_{\text{Na}} = 1,5179$, $N\omega - N\varepsilon = 0,0008$; im fast einfachbrechenden $N = 1,5193$, F. Zambonini. Härte = $6\frac{1}{4}$ –7, A. Breithaupt.⁷⁾ $\delta = 2,429$ –2,53. Spaltbarkeit der Prismenfläche vollkommen, weniger vollkommen nach der Basis (H. Rauff). Farblos, weingelb, zuweilen blau (F. Zambonini). Klar, durchsichtig, glasglänzend. Bruch muschelig bis uneben. Sekundäre Eisenglanzeinschlüsse auf Spalten sehr ver-

¹⁾ Daneben Spur Fe₂O₃.

²⁾ 0,05–0,08% S als H₂O, durch Titration mit Jodlösung bestimmt.

³⁾ Aus Differenz.

⁴⁾ E. Bertrand, Bull. Soc. min. **5**, 141 (1882).

⁵⁾ H. Traube, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 466 (1895).

⁶⁾ F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 198.

⁷⁾ A. Breithaupt, Ann. d. Phys. **53**, 145 (1846).

breitet; weniger häufig Granat, Augit, Glimmer, Wollastonit, Glaseinschlüsse und haarfeine Kanäle (B. Mierisch).¹⁾

Verhalten vor dem Lötrohre. Unter Aufwallen zu klarem, etwas blasigem Glase schmelzend (C. F. Plattner). Im Bunsenbrenner CO₂ unvollständig, im Gebläsefeuer reichlich auch Chloralkalien abgebend, dabei blaßgrau und undurchsichtig werdend (H. Rauff). Mit HCl soll nach E. Kaiser²⁾ die CO₂-Entwicklung nur von Sprüngen aus stattfinden und von sekundärem Calcit herrühren, welche Beobachtung von F. Zambonini³⁾ nicht bestätigt wird. Auch nach St. J. Thugutt bleibt schwach geglühter Davyn mit Kobaltlösung unverändert, kann somit mechanisch beigemengten CaCO₃ nicht enthalten.⁴⁾ Bei 250° Joddämpfen ausgesetzt, wird er gelb und stark pleochroitisch (F. Grandjean).⁵⁾ Kochendes Wasser zieht aus dem Davyn auch nach 24 Stunden kein Chlor aus (F. Zambonini).⁶⁾

Paragenesis. In metamorphosierten Kalkblöcken des Monte Somma — mit Granat, Idocras, Sanidin, Leucit, Meionit und Augit auftretend. In Sarkolithblöcken mit Wollastonit, Humboldtith, Pyroxen, Calcit, Glimmer. In Sodalith führenden Sanidiniten mit Granat, Wernerit, Titanit. Manchmal vielleicht durch pneumatolytische Umwandlung des Leucits entstanden (A. Scacchi, F. Zambonini).

Natriumdavyn⁷⁾ (Kaliumfreier Davyn).

Hexagonal-bipyramidal. $a:c = 1:0,8360$. Von F. Zambonini⁸⁾ benannt und untersucht.

Analyse.

δ	2,50
Na ₂ O	15,66
CaO	13,81
Al ₂ O ₃	28,04
CO ₂	5,61
SiO ₂	31,01
SO ₃ (Diff.)	2,14
Cl	4,81
	<hr/>
	101,08
Cl ₂ = O	1,08
	<hr/>
	100,00

Anal. H. Steinmetz u. F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 191.

Formel:

$8,5\text{NaAlSiO}_4 \cdot 5\text{Na}_2(\text{Al} \cdot \text{Cl})\text{SiO}_4 \cdot \text{Na}_2(\text{Al} \cdot \text{NaSO}_4)\text{SiO}_4 \cdot 5\text{Na}_2(\text{Al} \cdot \text{NaCO}_3) \cdot \text{SiO}_4$.

Physikalische Eigenschaften. Optisch positiv, schwach doppelbrechend. $N\varepsilon_{Na} = 1,5267$, $N\omega_{Na} = 1,5220$, $N\varepsilon - N\omega = 0,0047$. Härte = 6. $\delta = 2,49 - 2,501$.

¹⁾ B. Mierisch, Tsch. min. Mit. **8**, 162 (1887).

²⁾ E. Kaiser, Sitzber. Niederrhein. Ges. Nat. Heilk. (Bonn 1898), 105; Z. Kryst. **31**, 30 (1899).

³⁾ F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 203.

⁴⁾ St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. (1909), 679.

⁵⁾ F. Grandjean, Bull. Soc. min. **33**, 31 (1910).

⁶⁾ F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 205.

⁷⁾ Der Name scheint wenig passend, weil der Davyn ja ebenfalls viel Na enthält, besser ist es, das Mineral als kaliumfreien Davyn zu bezeichnen. (Der Herausgeber).

⁸⁾ F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 188.

Spaltbarkeit vollkommen || der Prismenfläche. Glasglänzend, halbdurchsichtig oder durchscheinend, farblos mit einem Stich ins Bläuliche; flächenreich.

Paragenesis. In Kalkblöcken des Monte Somma mit Idokras und Amphibol, oder mit Granat, Glimmer, Sanidin und Pyroxen.

Cancrinit.

Hexagonal bipyramidal. $a:c = 1:0,44095$ W. C. Brögger;¹⁾ in Trachydoleriten des Kilimandscharo trigonal (L. Finckh).²⁾ Von G. Rose³⁾ im Eläolithsyenit von Miasc im Ural entdeckt. Wasser- und Mangangehalt zuerst von M. R. Whitney,⁴⁾ die Gegenwart seltener Erden von St. J. Thugutt⁵⁾ nachgewiesen.

Analysen.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
δ	2,489	—	—	2,450	—	—	2,454
Na ₂ O	18,78	18,27	18,48	17,54	17,96	18,04	21,60
K ₂ O	—	—	—	0,23	0,16	0,20	—
CaO	5,56	5,81	7,03	6,82	7,09	6,04	3,11
Al ₂ O ₃	29,58	29,56	30,12	28,32	28,08	29,95	27,75
Fe ₂ O ₃	—	0,19	0,30	0,51	0,37	Spur	—
CO ₂	5,56	5,54	5,29	6,12	6,20	6,42	5,61
SiO ₂	35,71	36,21	34,87	37,16	37,40	36,25	37,72
SO ₃	0,32	—	—	—	—	—	—
H ₂ O	3,76	3,64	3,91	4,07	3,99	3,50	4,07
	99,27	99,22	100,00	100,77	101,25	100,40	99,86

1. u. 2. Von Miasc; anal. P. v. Puzyrewsky, Mag. Dissert. St. Petersburg 1857 (russisch). — N. v. Kokscharow, Mat. Min. Russ. **3**, 76 (1858).

3. Von Miasc; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 550 (1876).

4. u. 5. Rosaroter Cancrinit von Miasc; anal. H. Rauff, Z. Kryst. **2**, 459 (1878).

6. Von Miasc; anal. F. Zambonini, Atti R. Accad. Sc. Napoli **14**, 51 (1908).

7. Gelber Cancrinit aus der Graphitgrube Marcińskaja im Tunkinsker Gebirge; anal. P. v. Puzyrewsky u. N. v. Kokscharow, Mat. Min. Russ. **3**, 77 (1858).

	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
δ	—	2,461	2,448	—	—	—	—
Na ₂ O	15,72	20,46	20,98	19,56	19,33	19,43	19,20
K ₂ O	1,10	0,50	0,67	0,18	0,09	0,18	0,14
(MgO)	—	—	—	—	—	0,07	—
CaO	9,32	5,26	3,91	4,27	5,12	4,40	4,72
Al ₂ O ₃	28,10	27,59	27,70	30,12	29,45	28,32	29,24
Mn ₂ O ₃	—	} 0,27	0,86	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—		—	Spur	Spur	Spur	Spur
CO ₂	5,63	5,92	5,95	6,96	6,50	6,22	6,11
SiO ₂	38,76	37,20	37,42	36,29	35,83	37,22	36,19
H ₂ O	1,96	3,28	2,82	2,98	3,79	3,86	4,15
	100,59	100,48	100,31	100,36	100,11	99,70	99,75

¹⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 245 (1890).

²⁾ L. Finckh, Monatsber. der geol. Ges. **58**, Protokoll der Januarsitzung (1906).

³⁾ G. Rose, Sitzber. Berliner Ak. 18. April, 56 (1839); Ann. d. Phys. **47**, 379 (1839); Reise Ural **2**, 55 (1842).

⁴⁾ M. R. Whitney, Ann. d. Phys. **70**, 443 (1847).

⁵⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1911, I, 35.

8. Mürber Cancrinit vom Vesuv; anal. als Davyn C. F. Rammelsberg, Ann. d. Phys. **109**, 579 (1860); als Cancrinit erkannt von F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana (Napoli 1910), 201.

9. u. 10. Gelbgrüner und citronengelber Cancrinit von Litchfield; anal. M. R. Whitney, Ann. d. Phys. **70**, 443 (1847).

11.—13. Orange-, schmutzig- und hellgelber Cancrinit von Litchfield; anal. F. W. Clarke, Am. Journ. **31**, 263 (1886).

14. Gelber Cancrinit von Litchfield; anal. F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. geol. Surv. US. **207**, 41 (1902).

	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
δ	2,42	—	—	2,46	2,441	2,44	2,45
Na ₂ O	17,40	20,08	18,36	18,46	20,06	20,56	20,36
K ₂ O		—	—	0,16	0,29	0,20	0,71
MgO	—	—	—	—	—	—	0,14
CaO	5,10	3,25	7,19	6,91	2,98	3,37	4,78
Al ₂ O ₃	30,30	27,94	26,42	28,24	26,74	26,65	26,16
(Fe ₂ O ₃)	Spur	—	—	0,12	0,23	0,18	0,35
(Ce, La, Bi, Y, Er) ₂ O ₃	—	—	—	—	—	0,08	—
CO ₂	5,20	5,19	7,27	6,35	5,40	5,64	6,42
SiO ₂	37,20	37,71	37,01	35,58	37,92	37,37	38,25
H ₂ O	4,00	6,47	3,12	4,36	5,10	5,42	3,31
Unlöslich	—	—	—	0,16	1,61	0,89	— ¹⁾
	99,20	100,64	99,37	100,34	100,33	100,36	101,13

15. Cancrinit von Ditró; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **44**, 134 (1861).

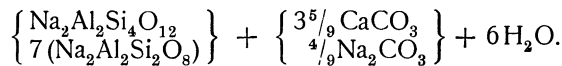
16. Gelber Cancrinit von Brevig; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 594 (1883).

17. Rosenroter Cancrinit von Brevig; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 598 (1887).

18.—20. Ein rosenroter und zwei gelbe Cancrinite von Brevig; anal. St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1911, I, 29—35.

21. Farbloser Cancrinit von Siksjöberg im Kirchspiel Särna, Schweden; anal. G. Lindström, Geol. För. Förh. Stockholm **6**, 549 (1883).

Formel und Konstitution. Beträchtliche Schwankungen im SiO₂-, H₂O- und CO₂-Gehalte gestatten nicht, obige Zahlenwerte durch eine einzige Formel auszudrücken. Die Ursachen dieser Unterschiede liegen zum Teil in mangelhafter analytischer Methodik, hauptsächlich aber in ungenügender Individualisierung des oft stark zeolithisierten Ausgangsmaterials. Schon das (nach Ausschaltung von Carbonaten) von der Einheit oft sehr stark abweichende Verhältnis von Na₂O zu Al₂O₃ mahnt bei der Aufstellung von Formeln zu größter Vorsicht. Unter den angeführten 21 Analysen findet man kaum zwei (Nr. 5 und Nr. 18), in welchen Na₂O:Al₂O₃ genau = 1 ist.²⁾ — Was die Konstitution des Cancrinit betrifft, so gehen die Ansichten gleichfalls sehr auseinander. H. Rauff (l. c.) faßt denselben als ein wasserhaltiges Additionsprodukt von Silicat und Carbonat auf: Na₃Al₃Si₉O₃₄ + 2(Ca, Na₂)CO₃ + 3H₂O, was in Analogie mit der Rammelsberg'schen Nephelinformel (aber ohne weiteren Beweis) auch folgendermaßen ausgedrückt wird:



¹⁾ 0,03% P₂O₅, 0,54% SO₃, 0,08% Cl.

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1911, I, 27 vorletzte Rubrik.

Nach F. W. Clarke (l. c.) soll die Kohlensäure des Cancrinites nicht an Ca oder Na, sondern an Al gebunden sein, weil der Ca- und CO₂-Gehalt einander nicht entsprechen und oft beträchtlichen Schwankungen unterworfen sind, weil das Ca und das Na im reziproken Verhältnisse zueinander stehen, weil endlich calciumfreie Natriumcancrinite darstellbar sind. F. W. Clarks Formel lautet hiernach: CaNa₈H₆(CO₄)₂Al₈(SiO₄)₈ oder in P. Groths¹⁾ Schreibweise: (Na₂, Ca)₄H₆Si₉O₃₆Al₈(NaCO₃)₂. St. J. Thugutt²⁾ findet dieselbe mit den Tatsachen nicht vereinbar. Zahlreiche Versuche J. Lembergs beweisen nämlich, daß eine engere Beziehung zwischen der Tonerde und der CO₂ nicht existiert. Wirkt destilliertes Wasser entweder allein, oder mit KCl, K₂CO₃, Na₂SiO₃ und dgl. gesättigt, auf den Cancrinit ein, so wird immer Na₂CO₃ frei. Umgekehrt verbindet sich Na₂CO₃, wenn es in genügendem Überschuß vorhanden ist, mit Na₂Al₂Si₂O₈ von neuem zu Cancrinit. Stark verdünnte Lösungen spalten nach St. J. Thugutt³⁾ aus dem Cancrinit, außer dem Na₂CO₃, auch einen Teil Na₂Al₂O₄ ab, so daß schließlich nur Natrolith zurückbleibt. Dies veranlaßte St. J. Thugutt zur Aufstellung folgender Konstitutionsformel des Cancrinites: 8Na₂Al₂Si₃O₁₀ · 3Na₂Al₂O₄ · 5CaCO₃ · Na₂CO₃ · 9H₂O: — Die variable Zusammensetzung des Cancrinites als feststehende Tatsache annehmend, deutete F. Zambonini⁴⁾ denselben als feste Lösung von 3 Silicaten: *m* Na₂Al₂Si₂O₈ · *n* Na₄(Al·NaCO₃)Si₂O₈ · *p* Na₂Al₂Si₃O₁₀. Das kontinuierlich abspaltbare Wasser wurde ebenfalls als festgelöst und die Kohlensäure, wie bei F. W. Clarke, an Tonerde gebunden angenommen. Die Silicate Na₂Al₂Si₂O₈ und Na₂Al₂Si₃O₁₀ sind der Formel von J. Morozewicz,⁵⁾ welche ihrerseits ein abgekürzter Ausdruck meiner Formel ist, entlehnt. Nun darf das sehr spärliche und nicht einwandfreie Analysenmaterial kaum als Basis für die Annahme einer veränderlichen Zusammensetzung des Cancrinites dienen. Und was die Rolle des Wassers betrifft, so mag hier auf die seiner Zeit von A. Johnsen⁶⁾ bezüglich des Zeolithwassers geäußerte Ansicht hingewiesen werden.

Physikalische Eigenschaften.

Brechungsquotienten. Lichtbrechung sehr schwach, Doppelbrechung ziemlich stark, negativ. Miasc $N\omega_e = 1,5244$, $N\varepsilon_e = 1,4955$, $N\omega_e - N\varepsilon_e = 0,0289$, nach A. Osann.⁷⁾ Litchfield $N\omega = 1,522$, $N\varepsilon = 1,499$, $N\omega - N\varepsilon = 0,028$ (direkt), A. Michel-Lévy und A. Lacroix.⁸⁾

Härte 5—6. $\delta = 2,42—2,489$. Nach St. J. Thugutt 2,46. Farblos, oft durch Hämatit rosenrot gefärbt (A. Kenngott),⁹⁾ auch wachs- bis citronengelb, welche letztere Färbung von St. J. Thugutt¹⁰⁾ der Gegenwart von Mosandrit bzw. Kainosit zugeschrieben wird. Glasglanz, fettartig, auf den Spaltungsflächen perlmutterartig. Bruch uneben.

¹⁾ P. Groth, Tabellarische Übersicht d. Min. (Braunschweig 1889), 123.

²⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 124 (1892).

³⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Bl.-Bd. **9**, 619 (1895); 1911, I, 40.

⁴⁾ F. Zambonini, Atti R. Ac. Sc. Napoli **14**, 48 (1908).

⁵⁾ J. Morozewicz, Bull. Ac. Sc. Cracovie (1907) 1001.

⁶⁾ A. Johnsen, N. JB. Min. etc. **2**, 132 (1903).

⁷⁾ A. Osann, siehe H. Rosenbusch, Mikr. Physiogr. **1**, 114 (Stuttgart 1895).

⁸⁾ A. Michel-Lévy und A. Lacroix, C. R. **106**, 778 (1888).

⁹⁾ A. Kenngott, Sitzber. Wiener Ak. **10**, 290 (1853).

¹⁰⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1911, I, 33.

Verhalten vor dem Lötrohre. Schmilzt zu weißem blasigen Glase. Mit Na_2CO_3 geschmolzen, Manganreaktion (Litchfield, M. R. Whitney), mit Borax klares Glas, mit Phosphorsalz nach dem Erkalten trüb, mit Kobaltlösung schön blau werdend, und zwar bei verhältnismäßig höherer Temperatur als der Hydrargillit, dagegen bei niedrigerer als der Natrolith, Nephelin, Leucit und die Mineralien der Sodalithgruppe (St. J. Thugutt). In der Rotglühhitze gleichmäßig trüb, zum Unterschied von Nephelin (E. Cohen).¹⁾ In starker Glühhitze CO_2 leicht, letzte Reste, H_2O dagegen nur schwer abgebend (v. Puzyrewsky, H. Rauff, St. J. Thugutt). Entwässerungskurve kontinuierlich (H. Rauff, F. Zambonini). Beim Feinpulvern bis 2,5% H_2O aus der Luft anziehend (St. J. Thugutt). Mit NH_4Cl im geschlossenen Röhre auf 350° erhitzt, wie die Orthosilicate in ein Ammoniumsilycat $\text{R}'\text{AlSiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ mit 4,73% NH_3 übergehend (F. W. Clarke und G. Steiger).²⁾

Löslichkeit. Kochendes Wasser zieht aus dem Cancrinit Na_2CO_3 aus (H. Rose),³⁾ deshalb wird schwache Phenolphthaleinlösung permanent tiefrosa gefärbt (F. W. Clarke).⁴⁾ Wasser von 231° macht, außer dem Na_2CO_3 , auch $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ frei (St. J. Thugutt).⁵⁾ Verdünnte Säuren lösen den Cancrinit unter Aufbrausen auf, doch weniger rasch als den Nephelin oder den Davyn (E. Kaiser).⁶⁾ Nach J. Lemberg⁷⁾ ist wäßrige K_2CO_3 -Lösung bei 100° auch nach 7 Monaten so gut wie ohne Einwirkung; bei 210—215° entsteht, unter Verlust von Na_2CO_3 , das Silicat $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$. Wäßrige Na_2CO_3 -Lösung äußert bei 200° gar keine Wirkung. Mit wäßriger CaCl_2 -Lösung wird bei 180—190° ein Teil Na durch Ca ersetzt, Wasser aufgenommen und etwas CO_2 als Carbonat ausgeschieden. Mit wäßriger Na_2SiO_3 -Lösung entsteht bei 100° nach achtmonatiger Einwirkung, unter gleichzeitiger Abgabe von Na_2CO_3 , der Analcim. Wäßrige NH_4Cl -Lösung begünstigt den Austritt von Na_2CO_3 ; desgleichen 10%ige MgSO_4 -Lösung. In letzterem Fall entsteht ein wasserreiches Magnesiumalumosilicat.

Synthesen. Die Möglichkeit, Alkalicarbonate mit Silicaten zu vereinigen, wurde schon 1876 von J. Lemberg⁸⁾ dargetan. Späterhin erhielt J. Lemberg cancrinitartige Stoffe durch Einwirkung von Na_2CO_3 und NaOH- oder von Na_2CO_3 -Lösung allein bei 200° (oder auch bei 100°) auf Kaolin, Analcim, Leucit, zu Glas geschmolzenen Orthoklas, Eläolith, künstlichen $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, aus Skapolith dargestellten Analcim, Prehnit, Natronskolezit, geschmolzenen Natrolith, Natronthomsonit, künstlichen Sodalith, $4\text{Na}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Zoisit, Paragonit und auf ein Gemenge von Tonerdehydrat mit kieselsaurem Natron. Die Zusammensetzung der meisten auf diese Weise dargestellten, zum Teil amorphen, zum Teil in feinen Säulchen ausgebildeten Produkte ließ sich durch die Formeln: $4\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ und $3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

¹⁾ E. Cohen, N. JB. Min. etc. **2**, 370 (1883).

²⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. **207**, 41 (1902).

³⁾ H. Rose, Ann. d. Phys. **82**, 559 (1851). — J. Roth, Allg. u. Chem. Geol. **1**, 348 (Berlin 1879). — Vgl. auch J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 584 (1883).

⁴⁾ F. W. Clarke, Amer. Journ. chem. Soc. **20**, 739 (1898); Z. Kryst. **32**, 609 (1900).

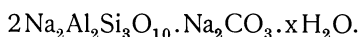
⁵⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Bl.-Bd. **9**, 572 (1895).

⁶⁾ E. Kaiser, Sitzber. Niederrhein. Ges. Nat. Heilk. (Bonn 1898), 105.

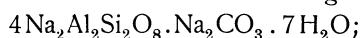
⁷⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 550 (1876); **35**, 594, 610 (1883); **37**, 967 (1885); **39**, 571, 572, 598 (1887); **40**, 627 (1888).

⁸⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 580 (1876); **35**, 583ff., 593, 607 (1883); **37**, 962 (1885); **39**, 563, 572, 580, 581, 583, 599 (1887); **40**, 651, 655 (1888).

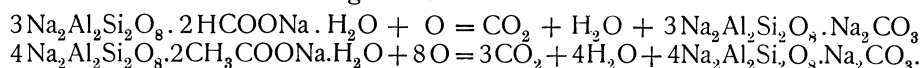
ausdrücken. Die aus Skapolith, Prehnit und Skolezit erhaltenen Stoffe wiesen mehr SiO₂ auf. Ihre Zusammensetzung entsprach der Formel:



Bei der Einwirkung einer 2% igen Na₂CO₃-Lösung auf den Sodalith von Ditró bei 200° entsteht nach St. J. Thugutt¹⁾ ein intermediärer Natriumcancrinit: 7 Na₂Al₂Si₃O₁₀ · 2 Na₂Al₂O₄ · 1,8 Na₂CO₃ · 13 H₂O, dessen Gegenwart auch in der Natur wahrscheinlich ist. Bei Gelegenheit seiner Studien über Organosilicate erhielt St. J. Thugutt²⁾ cancrinitartige Stoffe von der Zusammensetzung:



endlich beim schwachen Glühen von „Formiat- und Acetatsodalith“ wurden wasserfreie Na-Cancrinite dargestellt:



Versuche J. Lembergs. Die ersten synthetischen Versuche betrafen ein Silicat, dessen Zusammensetzung unter 1 gegeben ist, welches dann mit Lösungen von K₂CO₃ durch 2 Monate behandelt wurde (Resultate siehe unter 2), während bei einem weiteren Versuch dasselbe Silicat durch 1½ Monate mit einer Lösung von NaCl digeriert wurde (Resultate unter 3).³⁾

	1.	2.	3.
Na ₂ O	—	—	9,50
K ₂ O	5,34	14,45	2,19
Al ₂ O ₃	39,65	31,79	35,06
SiO ₂	54,01	49,07	48,39
NaCO ₃	—	—	4,86
K ₂ CO ₃	—	4,69	—
	100,00	100,00	100,00

Es hat also eine teilweise Aufnahme von Alkalicarbonat stattgefunden. Weitere Versuche ergaben günstigere Resultate.

	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Na ₂ O	18,23	17,09	17,70	18,13	17,87	18,08
CaO	0,30	0,10	0,10	0,40	0,15	0,20
Al ₂ O ₃	30,84	28,09	29,18	29,47	29,21	29,74
SiO ₂	34,82	38,57	35,50	35,37	35,43	35,60
Na ₂ CO ₃	7,13	9,73	6,96	6,58	3,90	2,81
Na ₂ SO ₄	—	—	—	—	5,92	3,19
NaCl	—	—	—	—	0,37	2,02
H ₂ O	8,68	6,52	9,40	9,18	6,45	7,51
	100,00	100,10	98,84	99,13	99,30	99,15

¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 572 (1895); 1911, I, 42.

²⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. 2, 100 (1892).

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 28, 580 (1876); 35, 584 (1883). Dieser Abschnitt bildet einen Zusatz des Herausgebers.



Fig. 7. Cancrinit von Ch. u. G. Friedel dargestellt (Cliché von Prof. P. v. Tschirwinsky).

4. Kaolin von Karlsbad mit 20%iger NaOH-Lauge, welche mit Na_2CO_3 gesättigt war, im Digestor bei 180—190° durch 56 Stunden behandelt.

5. Analcim mit 10%iger NaOH-Lauge, welche mit Na_2CO_3 gesättigt war, durch 56 Stunden bei 190—195° behandelt.

In den folgenden Fällen fand die Digestion mit NaOH-Lauge, die mit Na_2CO_3 gesättigt war, bei 100° auf dem Dampfbade statt.

6. Analcim 1 Monat mit 15%iger Lauge behandelt.

7. Leucit mit derselben Lauge 1½ Monate lang behandelt.

8. Analcim 14 Tage lang mit 20%iger Lauge behandelt.

9. Zu Glas geschmolzener Striegauer Orthoklas mit 15%iger Lauge behandelt.

Ferner hat J. Lemberg¹⁾ zuerst den Cancrinit in ein Kaliumsilicat umgewandelt (siehe dessen Zusammensetzung unter Umwandlung unten) und dieses dann wieder in Cancrinit zurückumgewandelt (Zusammensetzung unter 10).

Ferner wurde künstlicher Sodalith (Zusammensetzung unter Sodalith S. 241 Nr. 10) durch 392 Stunden bei 215—220° mit 16%iger Natriumcarbonatlösung behandelt, wobei das Produkt die Zusammensetzung 11 hatte.

	10.	11.
Na_2O	18,41	18,38
Al_2O_3	30,30	30,24
SiO_2	34,82	34,86
Na_2CO_3	8,94	8,00
H_2O	6,69	7,95
	99,16	99,43

Der Unterschied liegt allerdings im Wassergehalt; es handelt sich also um ein Cancrinithydrat.

Ein künstliches, analcimähnliches Silicat (12) wurde durch 165 Stunden mit 16%iger Natriumcarbonatlösung bei 210—215° behandelt (13), wobei sich in kleinen Säuren kristallisierender Cancrinit ergab.

Geschmolzener Natrolith von Hohentwiel (siehe bei Natrolith) wurde 200 Stunden lang mit derselben Lösung bei derselben Temperatur behandelt, wobei SiO_2 abgespalten wurde und sich Cancrinit (unregelmäßige Körner und wenig feine Säulen) ergaben; Zahlen unter 14.²⁾

	12.	13.	14.
Na_2O	15,74	16,22	15,83
Al_2O_3	27,10	26,54	26,07
SiO_2	48,89	44,33	43,85
Na_2CO_3	—	5,02	6,65
H_2O	8,27	6,77	6,97
	100,00	98,88	99,37

Es sind also hier cancrinitähnliche, wasserhaltige Verbindungen erhalten worden.

Ein aus der Einwirkung von Kaolin mit Kaliumcarbonatlösung erhaltenes Silicat (15) wurde mit 16%iger Natriumcarbonatlösung bei 210—220° behandelt, wobei sich runde Körner und wenig unveränderte Kristalle ergaben (16).

Das künstliche Silicat (17) mit derselben Lösung durch 96 Stunden bei 210—220° behandelt (18).

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 598 (1887).

²⁾ ebenda 583.

	15.	16.	17.	18.
Na ₂ O	20,32	18,46	15,02	18,23
K ₂ O	—	—	0,63	— ¹⁾
Al ₂ O ₃	33,33	30,38	28,86	30,00
SiO ₂	39,09	34,73	34,84	35,42
Na ₂ CO ₃	—	9,36	—	8,17
H ₂ O	7,26	6,09	20,65	7,99
	100,00	99,02	100,00	99,81

J. Lemberg²⁾ hat auch Versuche gemacht, um cancrinitähnliche Silicate dadurch zu erhalten, daß er in ihrem Kristallwasser geschmolzene Salze auf Kaolin und Eläolith einwirken ließ. Angewandt wurde Na₂CO₃ · 10H₂O, welches zerlassen und dann das Silicat in die Flüssigkeit eingerührt wurde.

	19.	20.
Na ₂ O	18,57	17,40
CaO	—	0,75
Al ₂ O ₃	30,86	28,65
SiO ₂	35,28	37,36
Na ₂ CO ₃	7,71	8,85
H ₂ O	7,09	6,84
	99,51	99,85

19. Kaolin von Karlsbad.

20. Eläolith von P. Brevig.

Nach Ch. und G. Friedel³⁾ wandelt wäßrige, mit NaOH versetzte Na₂CO₃-Lösung den Kaliglimmer bei 500° in einen 4,60% CO₂ und 4,14% H₂O führenden kalireichen Cancrinit um. Farblose Kristalle mit einer hexagonalen und einer dihexagonalen Pyramide begrenzt. δ = 2,357. Doppelbrechung negativ = 0,010.

Umwandlung. Das gewöhnliche Umwandlungsprodukt des Cancrinites ist der Natrolith. Nach St. J. Thugutt⁴⁾ vollzieht sich diese Umwandlung in der Natur durch Vermittelung einer Zwischenphase. Im ersten Stadium wird nämlich nur CaCO₃ abgespalten und weggeführt. Es hinterbleibt ein wasserreicher Natriumcancrinit. Nachher, durch Einwirkung CO₂-freien Wassers, verliert auch dieser sein Na₂CO₃ und Na₂Al₂O₄ und wird zu Natrolith. — Der von Saemann und F. Pisani⁵⁾ in vermeintlichem Cancrinitpreustein nachgewiesene Diasporgehalt rührt vom Nephelin her. Die Cancrinitpreusteine sind durch fast vollkommene Abwesenheit von Diaspor und Hydrargillit, dafür aber durch einen vom Skolezit bzw. Mesolith herrührenden geringen Calciumgehalt ausgezeichnet.

Künstliche Umwandlung des Cancrinites. Cancrinit⁶⁾ von Brevig (vgl. Analyse Nr. 16) durch 8 Monate mit Natriumsilicatlösung bei 100° behandelt,

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 599 (1887).

²⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 962 (1885).

³⁾ Ch. u. G. Friedel, Bull. Soc. min. **14**, 69 (1891); Z. Kryst. **22**, 280 (1893).

⁴⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1911, I, 41.

⁵⁾ Saemann u. F. Pisani, Ann. chim. Phys. **67**, 351 (1863).

⁶⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 610 (1883).

ergab das Produkt 1, während der von J. Lemberg analysierte Calciumcancrinit (vgl. S. 276) auf dieselbe Art durch 5 Monate behandelt, das Produkt 2 ergab:

	1.	2.
Na ₂ O . . .	13,46	12,80
CaO . . .	0,55	0,20
Al ₂ O ₃ . . .	21,96	22,00
SiO ₂ . . .	53,07	55,95
H ₂ O . . .	8,87	9,13
	<hr/>	<hr/>
	97,91	100,08

Calciumcancrinit bei 100° mit Natriumsulfatlösung (15%iger) durch 344 Stunden behandelt, ergab ein haunartiges Produkt (3):

	3.
Na ₂ O	18,31
CaO	3,39
Al ₂ O ₃	29,64
SiO ₂	34,80
SO ₃	8,24
H ₂ O	4,58
	<hr/>
	98,96

Ferner wurde Cancrinit von Brevig¹⁾ bei 210—215° durch 198 Stunden mit 30%iger K₂CO₃-Lösung unter SiO₂-Abspaltung in Cancrinit umgewandelt, wobei sich die Verbindung K₂Al₂Si₂O₈ ergab (4).

Dieses Produkt läßt sich durch Behandlung mit 16%iger NaCl-Lösung durch 198 Stunden wieder in den ursprünglichen, allerdings jetzt wasserhaltigen Cancrinit umwandeln (5).

	4.	5.
Na ₂ O . . .	—	18,41
K ₂ O . . .	29,25	—
Al ₂ O ₃ . . .	32,15	30,30
SiO ₂ . . .	38,16	34,82
Na ₂ CO ₃ . .	—	8,94
H ₂ O . . .	0,44	6,69
	<hr/>	<hr/>
	100,00	99,16

Einwirkung von Wasser auf Cancrinit. Bei Behandlung von 3,2 g Cancrinit von Brevig mit destilliertem Wasser bei 220—231° durch 204 Stunden findet nach St. J. Thugutt²⁾ Abspaltung von Aluminat statt.

Es gingen folgende Stoffe in Lösung:

Na ₂ O . . .	0,0941	0,0967
CaO . . .	0,0011	—
Al ₂ O ₃ . . .	0,03	0,029
SiO ₂ . . .	0,0061	0,0072

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 598 (1887).

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 572 (1895).

theor.		
(Na ₂ O)	0,76	—
CaO	22,73	23,60
Al ₂ O ₃	33,54	33,09
CO ₂	3,99	4,27
SiO ₂	39,82	39,04
	100,84	100,00

Formel: 10CaAl₂Si₂O₈·3CaCO₃. Nach J. Lemberg „eine Verbindung von Anorthit mit CaCO₃, analog konstituiert dem Cancrinit“. Nach F. Zambonini¹⁾ eine feste Lösung von 13CaAl₂Si₂O₈ und 2Ca₂[Al₂Ca(CO₃)₂]. Kleine, häufig wasserhelle und stark glänzende, das Licht doppelbrechende Körner mit kaum entwickelter Spaltbarkeit. Härte = 6. In warmer HCl unter CO₂-Entwicklung und Abscheidung gallertartiger Kieselsäure löslich. Die CO₂ ist erst in heftiger Glühhitze vollständig austreibbar. Mit 15%iger Na₂SO₄-Lösung nach 544 Stunden bei 200° in ein mit dem aus Anorthit erzielten analoges „ittneritartiges“ Produkt übergehend (J. Lemberg).²⁾

Die künstlich dargestellten, in der Natur nicht bekannten Sodalithe bzw. Sodalithhydrate.

Von **St. J. Thugutt** (Warschau).

Allgemeines.

Durch die Arbeiten von J. Lemberg, K. Heumann, J. Szilasi, A. Gorgeu, St. J. Thugutt, J. Morozewicz, Z. Weyberg wurde gezeigt, daß, außer dem natürlichen Sodalith, Nosean, Hauyn, Cancrinit, Kainosit, Lasurit, sodalithartige Stoffe auch mit anderen Salzen existenzfähig sind, die den natürlichen, was Form und Zusammensetzung betrifft, im allgemeinen sehr nahe stehen. Schon 1883 stellte J. Lemberg³⁾ den Natriumjodid-, -chromat-, -borat-, -nitrat-, -phosphat- und -sulfhydratsodalith dar. Als Ausgangsmaterial dienten verschiedene Mineralien, wie die Feldspäte, deren Vertreter und Hydrate, Kaolin und amorphe, mit kieselurem Natron vermengte Tonerde. Die Reaktionstemperatur schwankte zwischen 100° und 200°. — A. Gorgeu und Z. Weyberg ließen die betreffenden Salze bei Rotglut auf Kaolin einwirken. — St. J. Thugutt verfolgte im Anschluß an J. Lemberg den nassen Weg und ging ebenfalls von Kaolin aus. Es gelang ihm bei ca. 200° verschiedene, sowohl anorganische wie organische Natronsalze mit dem Kaolinate⁴⁾ zu vereinigen. Die Produkte waren zum Teil amorph, zum Teil globulitisch ausgebildet. Manchmal waren polygonale Umriss sichtbar. Gut ausgebildete reguläre Kristalle erhielten A. Gorgeu, J. Morozewicz und Z. Weyberg. In verdünnter Salz- und Salpetersäure waren alle diese Stoffe ohne Rückstand löslich.

Es ist jedoch zu bemerken, daß mit Ausnahme der unter I. angeführten Bromidsodalithe, die erhaltenen Verbindungen Hydrate sind.

¹⁾ F. Zambonini, *Mineralogia Vesuviana* (Napoli 1910), 207.

²⁾ J. Lemberg, *Z. Dtsch. geol. Ges.* **37**, 963 (1885); **39**, 598 (1887).

³⁾ J. Lemberg, *Z. Dtsch. geol. Ges.* **35**, 579 (1883).

⁴⁾ Vgl. die Nomenklatur Z. Weybergs (u. a.): „Księga pamiątkowa zjazdu Lekarzy i Przyrodników w Krakowie“ (1911), 206. *Ref. Z. Kryst.* **53**, 611 (1914).

Analysen und Formeln.

I. Bromidsodalith.

Nach A. Gorgeu¹⁾ nimmt der mit Bromnatrium geschmolzene Kaolin 2—4% des ersteren auf.

Werden je 6 g Kaolin, NaOH und NaBr mit 30 ccm Wasser 75 Stunden bei 185—195° erhitzt, so resultiert der Sodalith Nr. 1: $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 6\text{NaBr} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.²⁾

Der Sodalith Nr. 2: $2\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{NaBr}$ entsteht nach Z. Weyberg,³⁾ wenn Kaolin mit Na_2CO_3 und 40NaBr geschmolzen wird.

Ändert man die Temperatur, so entsteht Nr. 3: $3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{NaBr}$.⁴⁾

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O . . .	18,39	19,1	20,3	18,03	16,70	18,14
Al ₂ O ₃ . . .	29,29	31,1	31,9	29,70	27,12	27,82
SiO ₂ . . .	33,74	36,2	37,5	35,10	31,08	32,04
NaBr . . .	16,71	15,0	11,0	17,07	—	—
NaJ . . .	—	—	—	—	21,83	20,17
H ₂ O . . .	2,14	—	—	—	1,87	2,41
	100,27	101,4	100,7	99,90	98,60	100,58

Bei noch anderen Temperaturverhältnissen bildet sich der Sodalith Nr. 4: $7\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{NaBr}$.⁵⁾ Genauere Temperaturmessungen fehlen.

II. Jodidsodalith.

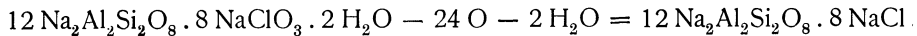
Nr. 5. Von J. Lemberg⁶⁾ aus Analcim und 30% iger, mit NaJ gesättigter Natronlauge bei 100° erhalten.

A. Gorgeu⁷⁾ erhielt aus 1 Teil Kaolin und 20 Teilen NaJ nach halbstündigem Glühen einen 23% igen NaJ führenden Sodalith.

Nr. 6. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 6\text{NaJ} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ wurde von St. J. Thugutt⁸⁾ auf nassem Wege, ähnlich dem Bromidsodalith, dargestellt.

III. Chloratsodalith.

Nr. 7. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 8\text{NaClO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.⁹⁾ Globulite, unter Chlorentwicklung in verdünnter Salzsäure löslich, bei Rotglut in Chloridsodalith übergehend, etwa nach folgender Gleichung:



IV. Mesobromatsodalith.

Nr. 8. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2(\text{NaBrO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{O}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.¹⁰⁾

1) A. Gorgeu, Ann. chim. phys. **10**, 145 (1887).
 2) St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 72 (1892).
 3) Z. Weyberg, C. r. Soc. Sc. de Varsovie **4**, 300 (1911).
 4) Z. Weyberg, ebenda.
 5) Z. Weyberg, ebenda **6**, 52 (1913).
 6) J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 582 (1883).
 7) A. Gorgeu, Ann. chim. phys. **10**, 145 (1887).
 8) St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 72 (1892).
 9) St. J. Thugutt, ebenda 74.
 10) St. J. Thugutt, ebenda 75.

V. Dimesojodatsodalith.

Nr. 9. $10 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_4\text{J}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$.¹⁾ Kleine Kugeln.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Na_2O	17,22	19,23	17,63	17,14	17,68	17,40
K_2O	—	—	—	0,36	—	—
Al_2O_3	28,45	30,50	28,90	27,85	29,40	28,63
SiO_2	33,35	35,55	34,20	32,50	35,20	33,76
NaClO_3	19,38	—	—	—	—	—
Na_3BrO_4	—	10,65	—	—	—	—
$\text{Na}_4\text{J}_2\text{O}_7$	—	—	13,66	—	—	—
NaClO_4	—	—	—	20,56	—	—
Na_2SO_3	—	—	—	—	11,79	—
Na_2SeO_3	—	—	—	—	—	13,09
H_2O	1,44	4,20	5,80	1,75	7,00	7,28
	99,84	100,13	100,19	100,16	101,07	100,16

VI. Perchloratsodalith.

Nr. 10. $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 8 \text{NaClO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$.²⁾ Kugeln, in der Rotglühhitze in Chloridsodalith übergehend.

VII. Sulfitsodalith.

Nr. 11. $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4 \text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$.³⁾ Globulite 0,001—0,0014 mm im Durchmesser.

VIII. Selenitsodalith.

Nr. 12. $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 3 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.³⁾ Globulite.

IX. Chromatsodalith.

Nr. 13. Von J. Lemberg,⁴⁾ aus Analcim und 30% iger, mit K_2CrO_4 gesättigter Natronlauge nach 15 Tagen bei 100° erhalten.Nr. 14. $12 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 3 \text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$.⁵⁾ Hellgelb amorph.Nr. 15. $7 \text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{Na}_2\text{CrO}_4$.⁶⁾ Gelbe Würfel und Körnchen, neben grünen Cr_2O_3 -Kristallen, aus 2,6 Kaolin, 1,17 Na_2CO_3 und 28 Na_2CrO_4 in der Rotglühhitze nach 170 Stunden erhalten.

	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Na_2O	15,79	17,65	20,93	16,37	19,07	17,81
K_2O	3,44	—	—	—	—	—
Al_2O_3	29,38	29,45	33,17	27,48	31,10	29,30
SiO_2	32,43	34,57	34,07	33,52	37,00	34,30
Na_2CrO_4	12,75	12,04	12,05	22,71	12,88	—
Na_2SeO_4	—	—	—	—	—	13,20
H_2O	5,15	6,70	—	—	—	5,36
	98,94	100,41	100,22	100,08	100,05	99,97

¹⁾ St. J. Thugutt, ebenda 76.²⁾ St. J. Thugutt, ebenda 77.³⁾ St. J. Thugutt, ebenda 80.⁴⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 582 (1883).⁵⁾ St. J. Thugutt, ebenda 85.⁶⁾ Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1904, 727.

Nr. 16. $2\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_2\text{CrO}_4$.¹⁾ Gelbe Rhombendodekaeder, neben braunem Natriumchromit Na_2CrO_4 , aus 1 Kaolin und 20 Na_2CrO_4 bei Rotglut erhalten.

Nr. 17. $4\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_2\text{CrO}_4$.²⁾ Citronengelbe Kristalle aus 2 Kaolin, 3 Na_2CO_3 und 40 Na_2CrO_4 nach 5 stündigem Glühen erhalten. Je basischer die Schmelze, desto weniger Salz verbindet sich mit $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$. Vgl. hierzu die älteren Versuche von St. J. Thugutt³⁾ über Sulfatsodalithe: je alkalischer die einwirkende Lösung, desto salzärmer das Produkt.

X. Selenatsodalith.

Nr. 18. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 3\text{Na}_2\text{SeO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.⁴⁾

XI. Molybdatsodalith.

Nr. 19. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 3\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 21\text{H}_2\text{O}$.⁵⁾

XII. Wolframiatsodalith.

Nr. 20. $8\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$.⁶⁾ Salzärmster Sodalith, bei größtem Molekulargewicht des hinzu addierten Salzes.

XIII. Arsenitsodalith.

Nr. 21. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{Na}_4\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.⁷⁾ Große Kugeln, zum Teil polygonale Umrisse aufweisend.

	19.	20.	21.	22.	23.	24.
Na_2O . . .	17,48	17,87	16,32	17,98	17,24	18,30
Al_2O_3 . . .	29,30	29,30	28,95	29,88	28,37	30,07
SiO_2 . . .	34,50	34,35	32,75	35,88	34,00	34,90
Na_2MoO_4 . .	9,90	—	—	—	—	—
Na_2WO_4 . .	—	10,64	—	—	—	—
$\text{Na}_4\text{As}_2\text{O}_5$. .	—	—	16,52	—	—	—
NaNO_3 . . .	—	—	—	8,47	17,77	—
Na_2HPO_4 . .	—	—	—	—	—	5,92
H_2O . . .	9,35	8,40	5,44	8,19	2,62	11,77
	100,53	100,56	99,98	100,40	100,00	100,96

XIV. Nitratsodalith.

Nr. 22. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{NaNO}_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$.⁸⁾ Aus Analcim und 30% iger, mit NaNO_3 gesättigter Natronlauge bei 100°C nach einmonatiger Digestion erhalten.

Nr. 23. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 8\text{NaNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.⁹⁾ Aus Kaolin bei 195°C erhalten.

¹⁾ Z. Weyberg, C. R. Soc. Sc. de Varsovie 1, 134 (1908); Travaux Soc. Sc. de Varsovie Nr. 1, 7 (1908); Travaux du Musée géol. Pierre le Grand près l'Acad. Sc. St. Pétersbourg 5, 128 (1911). Ref. Z. Kryst. 53, 612 (1914).

²⁾ Z. Weyberg, ebenda.

³⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. 2, 84 (1892).

⁴⁾ St. J. Thugutt, ebenda 86.

⁵⁾ St. J. Thugutt, ebenda 87.

⁶⁾ St. J. Thugutt, ebenda.

⁷⁾ St. J. Thugutt, ebenda 88.

⁸⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Geol. 35, 584 (1883).

⁹⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. 2, 89 (1892).

XV. **Phosphatsodalith.**

Nr. 24.¹⁾ Aus Eudnophit und 30⁰/₁₀ iger, mit Na₂SO₄ gesättigter NaOH NaOH bei 100⁰ erhalten. Die Formel 12Na₂Al₂Si₂O₈ · 2Na₂HPO₄ · 28H₂O verlangt 6,7⁰/₁₀ Na₂HPO₄. Phosphorsäure wurde bereits von C. Bergemann²⁾ in manchen natürlichen Sodalithen angetroffen.

Nr. 25. 22Na₂Al₂Si₂O₈ · 2Na₃PO₄ · 18H₂O.³⁾ Aus Kaolin bei 195⁰ C in konzentrierter Lösung erhalten.

Nr. 26. 12Na₂Al₂Si₂O₈ · 4Na₂HPO₄ · 14H₂O. In verdünnter Lösung erhalten.⁴⁾

XVI. **Vanadinatsodalith.**

Nr. 27. 12Na₂Al₂Si₂O₈ · 2Na₄V₂O₇ · 14H₂O.⁵⁾ In Salzsäure unter Chlor-entwicklung löslich.

	25.	26.	27.	28.	29.	30.
Na ₂ O . . .	18,75	17,87	16,97	18,12	18,27	18,55
Al ₂ O ₃ . . .	29,10	29,63	28,40	29,80	30,46	31,25
SiO ₂ . . .	35,27	34,06	33,59	35,38	35,02	35,27
Na ₃ PO ₄ . . .	8,47	—	—	—	—	—
Na ₂ HPO ₄ . . .	—	12,02	—	—	—	—
Na ₄ V ₂ O ₇ . . .	—	—	14,30	—	—	—
Na ₃ AsO ₄ . . .	—	—	—	10,08	—	—
Na ₂ S ₂ O ₃ . . .	—	—	—	—	12,54	—
Na ₂ S . . .	—	—	—	—	—	5,99
NaHS . . .	—	—	—	—	—	4,25
H ₂ O . . .	8,41	6,42	6,07	6,38	4,45	4,59
	100,00	100,00	99,33	99,76	100,74	99,90

XVII. **Arseniatsodalith.**

Nr. 28. 12Na₂Al₂Si₂O₈ · 2Na₃AsO₄ · 14H₂O.⁶⁾ Globulite und Kugeln.

XVIII. **Hyposulfitsodalith.**

Nr. 29. 12Na₂Al₂Si₂O₈ · 3Na₂S₂O₃ · 9H₂O.⁷⁾ Kugeln.

XIX. **Sulfidsulhydratsodalith.**

Nr. 30. 12Na₂Al₂Si₂O₈ · 3 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Na}_2\text{H}_2\text{S}_2 \\ \text{Na}_2\text{S} \end{array} \right\}$ · 9H₂O.⁸⁾ Daneben spärliche Natriumsulfoferritnadeln Na₂S · Fe₂S₃ · 4H₂O.

XX. **Hydroxydsodalith.**

Nr. 31. 12Na₂Al₂Si₂O₈ · 8NaOH · 4H₂O.⁹⁾ Durch Erhitzen von K₂Al₂Si₂O₈ mit 2Na₂SiO₃ · 9H₂O, oder von Kaolin bzw. Eläolith mit 56⁰/₁₀ NaOH bei

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 585 (1883).

²⁾ C. Bergemann, Pogg. Ann. **84**, 492.

³⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 90 (1892).

⁴⁾ St. J. Thugutt, ebenda.

⁵⁾ St. J. Thugutt, ebenda 91.

⁶⁾ St. J. Thugutt, ebenda 92.

⁷⁾ St. J. Thugutt, ebenda 93.

⁸⁾ St. J. Thugutt, ebenda 94.

⁹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 960 (1885).

ca. 200° C erhalten. Rhombendodekaeder, Tetraeder und vielleicht Trigondodekaeder.

XXI. Metasilicatsodalith.

Nr. 32. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$.¹⁾ Doppelbrechende Säulchen, erhalten durch Erhitzen von Kaolin oder von Natriumanorthithydrat, Eläolith, Analcim, Leucit, Albit mit $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ bei ca. 200°.

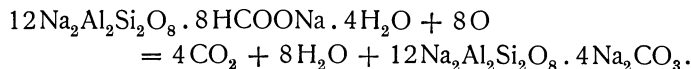
XXII. Boratsodalith.

Nr. 33. $10\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 3\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$.²⁾

	31.	32.	33.	34.	35.	36.
Na_2O	26,05	23,71	17,72	18,45	18,83	17,50
Al_2O_3	31,42	29,27	29,45	30,35	30,60	29,70
SiO_2	36,25	40,15	33,70	35,57	35,40	35,30
$\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_4$	—	—	11,17	—	—	—
HCOONa	—	—	—	13,65	—	—
CH_3COONa	—	—	—	—	13,46	—
$\text{C}_2\text{O}_4\text{Na}_2$	—	—	—	—	—	8,82
Na_2CO_3	—	—	—	—	—	0,56
H_2O	6,87	6,87	7,30	1,98	1,78	8,16
	100,59	100,00	99,34	100,00	100,07	100,04

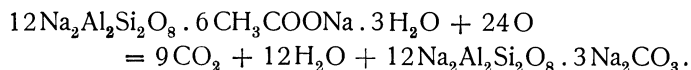
XXIII. Formiatsodalith.

Nr. 34. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 8\text{HCOONa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.³⁾ Nur in konzentrierter Lösung erhältlich, in der Rotglühhitze in Carbonatsodalith nach folgender Gleichung übergehend:



XXIV. Acetatsodalith.

Nr. 35. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 6\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.⁴⁾ Globulite, in der Rotglühhitze unter Wasser und Acetonabgabe in Carbonatsodalith übergehend:



XXV. Oxalatsodalith.

Nr. 36. $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 3\text{C}_2\text{O}_4\text{Na}_2 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.⁵⁾ Globulite.

Höhere Glieder der Fettsäurereihe, benzoesaures Natrium lassen sich nicht mit dem Silicate $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ zu sodalithhaltigen Verbindungen vereinigen, sie begünstigen aber die Kristallisation des letzteren als $12\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$.

¹⁾ J. Lemberg, ebenda 961.

²⁾ J. Lemberg, ebenda 35, 585 (1883) und 37, 963 (1885).

³⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. 2, 100 (1892).

⁴⁾ St. J. Thugutt, ebenda 102.

⁵⁾ St. J. Thugutt, ebenda 106.

XXVI. **Kaliumsodalithe.**

Nach J. Lemberg¹⁾ direkt weder auf nassem Wege noch pyrochemisch darstellbar, lassen sich die Kaliumsodalithe wohl auf Umwegen erhalten; z. B. durch Behandlung von Sodalith, Ittnerit, Noseanhydrat mit K_2CO_3 - bzw. KCl-Lösung. Vgl. die Analysen Nr. 37 und 38.

Gemischte Kaliumnatriumsulfat-, oder molybdat-, oder phosphatsodalithe sind nach St. J. Thugutt²⁾ auch direkt darstellbar, und zwar durch Erhitzen von Kaolin, KOH und entsprechenden Natronsalzlösungen bei 200°. Vgl. die Analysen Nr. 39—41.

	37.	38.	39.	40.	41.
Na ₂ O . . .	9,64	13,43	17,43	10,01	7,24
K ₂ O . . .	13,19	11,95	7,23	14,61	19,03
Al ₂ O ₃ . . .	27,75	29,00	29,51	27,42	30,97
SiO ₂ . . .	34,79	33,24	34,00	32,25	36,70
SO ₃ . . .	4,84	6,73	7,31	—	—
P ₂ O ₅ . . .	—	—	—	—	2,50
MoO ₃ . . .	—	—	—	6,93	—
H ₂ O . . .	7,87	4,38	4,45	8,78	3,81
	98,08	98,73	99,93	100,00	100,25

Kaliumbisulfidsodalith wurde von K. Heumann³⁾ durch Zusammenschmelzen von KCl mit Silberultramarin erhalten. Vgl. hierzu auch R. Hoffmann,⁴⁾ wo die diesbezügliche Literatur bis 1899 zusammengestellt ist.

XXVII. **Lithiumsodalithe.**

Lithiumchloridsodalith ist auf nassem Wege nicht erhältlich.⁵⁾

Lithiumbisulfidsodalith wurde von K. Heumann⁶⁾ durch Zusammenschmelzen von Silberultramarin mit Lithiumjodid erhalten.

Nr. 42. Lithiumbromidsodalith $7Li_2Al_2Si_2O_8 \cdot 2LiBr$ wurde von Z. Weyberg⁷⁾ direkt durch Zusammenschmelzen von 5 g Kaolin mit 40 g LiBr in Form isotroper runder Körner und Rhombendodekaeder erhalten.

	42.	43.	44.	45.	46.	47.
Li ₂ O . . .	10,40	—	—	—	—	—
Na ₂ O . . .	—	—	1,51	—	—	—
CaO . . .	—	15,06	15,17	32,09	26,33	32,8
Al ₂ O ₃ . . .	36,44	30,70	30,80	28,31	30,00	31,0
Fe ₂ O ₃ . . .	—	—	—	—	2,11	—
SiO ₂ . . .	44,48	36,05	34,92	18,51	11,39	15,0
LiBr . . .	8,70	—	—	—	—	—
CaCl ₂ . . .	—	8,30	7,26	21,13	—	—
CaBr ₂ . . .	—	—	—	—	30,25	21,1
H ₂ O . . .	—	8,82	11,50	—	—	—
	100,02	98,93	101,16	100,04	100,08	99,9

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 550 (1876); **29**, 502 (1877); **35**, 589 (1883); **37**, 966, 968 (1885).

²⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 115 (1892).

³⁾ K. Heumann, Lieb. Ann. **201**, 262 (1880).

⁴⁾ R. Hoffmann, „Ultramarin“, Braunschweig 1902.

⁵⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 116 (1892).

⁶⁾ K. Heumann, Lieb. Ann. **201**, 262 (1880).

⁷⁾ Z. Weyberg, JB. Min. etc. 1905, 653.

XXVIII. Calciumchloridsodalithe.

Dieselben sind nach J. Lemberg¹⁾ durch Zusammenschmelzen von Nephelin u. a. mit CaCl_2 , oder durch Behandlung entsprechender Silicate mit wäßriger CaCl_2 -Lösung bei 100° erhältlich.

Nr. 43. $8\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{CaCl}_2 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$, von J. Lemberg²⁾ aus Hauyn von Niedermendig und 25^{0/0}iger CaCl_2 -Lösung bei ca. 200° erhalten.

Nr. 44. $9\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{CaCl}_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ von St. J. Thugutt³⁾ aus künstlichem Natriumchloridsodalith und 15^{0/0}iger CaCl_2 -Lösung bei ca. 200° erhalten.

Nr. 45. $3\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7 \cdot 2\text{CaCl}_2$, Tetraeder, von Z. Weyberg⁴⁾ durch Zusammenschmelzen von Kaolin mit Chlorcalcium erhalten. Ähnliche Tetraeder wurden schon früher von A. Gorgeu⁵⁾ dargestellt.

XXIX. Calciumbromidsodalith.

Nr. 46. $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7 \cdot \text{CaAl}_2\text{O}_4 \cdot \text{CaBr}_2$, Tetraeder, von Z. Weyberg⁶⁾ durch Zusammenschmelzen von Kaolin mit Bromcalcium erhalten. Nebenprodukt vor $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$ in tetragonalen Bisphenoiden.

Nr. 47. $5\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7 \cdot \text{CaAl}_2\text{O}_4 \cdot \text{CaO} \cdot \text{CaBr}_2$,⁷⁾ Tetragonale Kristalle erhalten nach 48stündigem Schmelzen von 40 g CaBr_2 und 4 g Kaolin.

XXX. Silber-, Blei- und Zinnbisulfidsodalithe (Ultramarine).⁸⁾

Magnesium und Strontiumsodalithe sind nach J. Lemberg⁹⁾ und St. J. Thugutt¹⁰⁾ auf nassem Wege nicht erhältlich.

Konstitution.

J. Lemberg¹¹⁾ und St. J. Thugutt¹²⁾ fassen diese Sodalithe als Abkömmlinge des Natriumalumisilicats¹³⁾ $4\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ auf. Man ist nämlich imstande, das Kristallwasser des letzteren durch verschiedene Natronsalze zu ersetzen, sowie umgekehrt die hinzuaddierten Salze vom Sodalith abzuspalten. Vgl. auch F. Singers künstliche Ultramarine. S. unten.

Nach P. Silber¹⁴⁾ verhält sich im $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ein Drittel Natrium anders als die übrigen zwei Drittel. Dasselbe gilt auch nach St. J. Thugutt¹⁵⁾ für die Tonerde: unter Einwirkung von Wasser oder schwacher K_2CO_3 -Lösung zerfällt $4\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ in Alkalialumotrisilicat und Alkalialuminat. Das Mole-

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 604, 612 (1876); **35**, 581 (1883); **37**, 964 (1885).

²⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 626 (1888).

³⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 120 (1892).

⁴⁾ Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1904, 729.

⁵⁾ A. Gorgeu, Bull. Soc. min. **10**, 276 (1887).

⁶⁾ Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1904, 732.

⁷⁾ Z. Weyberg, C. R. Soc. Sc. de Varsovie **4**, 219 (1911).

⁸⁾ K. Heumann, Lieb. Ann. **199**, 253 (1879). — J. Szilasi, Lieb. Ann. **251**, 97 (1889).

⁹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 625 (1888).

¹⁰⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 118 (1892).

¹¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 586 (1883); **37**, 969 (1885).

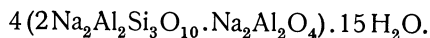
¹²⁾ St. J. Thugutt, Z. anorg. Chem. **2**, 127 (1892).

¹³⁾ Nomenklatur von J. Morozewicz, Kosmos, Lemberg **32**, 496 (1907). Ref. Z. Kryst. **48**, 525 (1911).

¹⁴⁾ P. Silber, Berl. Ber. **14**, 941 (1881).

¹⁵⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 556 (1895).

kulargewicht des Natriumalumbisilicats ist infolgedessen zu verdreifachen. Seine Konstitution kann man nach St. J. Thugutt durch folgende Formel ausdrücken:



Ersetzt man $15\text{H}_2\text{O}$ durch $4\text{Na}_2\text{X}$, so wird damit der allgemeine Ausdruck für die Konstitution der Sodalithe gegeben. Hierin sind unter X die Anionen: Cl, Br, J, S, NO_3 , SO_4 usw. zu verstehen. Die diesbezüglichen Experimente sind bei St. J. Thugutt nachzusehen.

Der Wassergehalt der künstlichen Sodalithhydrate steht in geringer Abhängigkeit vom Kristallwassergehalte des hinzuaddierten Salzes: je wasserreicher das Natronsalz, um so wasserreicher das aus demselben gebildete Sodalithhydrat. Alles Wasser der Sodalithhydrate ist sehr wahrscheinlich als Kristallwasser aufzufassen.

Aus dem Verhalten der Sodalithe zu wäßriger CaCl_2 -Lösung konnte die Existenz von Metamerien wahrscheinlich gemacht werden.¹⁾ Vgl. auch W. und D. Asch.²⁾

Lasurstein.

Von C. Doelter (Wien).

Synonyma: Lapis Lazuli, Natürliches Ultramarin. Lasurit.
Regulär.

Analysen. Da fast nur ältere Analysen existieren, so seien diese angegeben:³⁾

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na_2O . . .	9,09	10,10	11,45	8,76	10,55	12,06
K_2O . . .	—	—	—	—	1,35	—
CaO . . .	3,52	—	23,56	14,73	7,48	1,55
Al_2O_3 . . .	31,76	20,00	12,33	20,22	25,34	22,00
Fe_2O_3 . . .	1,23	0,10	2,12	4,20	1,30	—
SiO_2 . . .	45,50	66,90	45,33	43,26	45,70	47,31
SO_3 . . .	5,89	—	3,22	5,67	4,32	4,68
S	0,95	2,90	—	3,16	3,96	0,19
Cl	0,42	—	0,42	—	—	—
H_2O . . .	0,12	—	0,35	—	—	12,22 ⁴⁾
	98,48	100,00	98,78	100,00	100,00	100,01

Sämtliche Analysen betreffen den orientalischen Lasurstein.

1. Anal. F. Varrentrap, Pogg. Ann. **49**, 520 (1840). Nach Abrechnung von 36,7% unlöslicher Substanz.

2. Anal. F. Field, Journ. of the Soc. chem. Ind. **4**, 331 (1852). Es dürfte sich hier um ein Gemenge handeln, da der hohe SiO_2 -Gehalt nicht mit den übrigen Analysen in Einklang zu bringen ist.

3. Anal. Köhler bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1860, 710. Nach Abzug von 6,7% CaCO_3 .

¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 577 (1895).

²⁾ W. u. D. Asch, Die Silicate in chemischer und technischer Beziehung. Berlin 1911, 60—64, 66, 67, 126, 278.

³⁾ Der sogenannte Lasurstein von Silver City ist ein blauer Talk, R. L. Packard, Proc. Nat. Museum **17**; Nr. 978, 19.

⁴⁾ Wasser, harzige Substanz, Schwefel und Verlust.

4. Anal. Schultz bei C. F. Rammelsberg, ebenda. Nach Abzug von 28,2% CaCO_3 und 4,5 MgCO_3 .

5. Analyse wie oben.

6. Anal. C. Gmelin, Naturwissensch. Abh., herausgegeben von einer Ges. in Württemberg 2, 194 (1828).

Alle diese Analysen sind an Gemengen ausgeführt, haben daher nur geringen Wert. W. C. Brögger und H. Bäckström¹⁾ haben nach Trennung des reinen tiefblauen Lasursteins von den Begleitmineralien nach der Thoulet'schen Methode folgende Analysenzahlen erhalten:

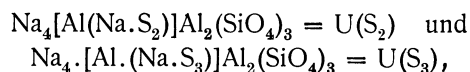
	7.	8.	9.	10.
Na_2O	19,45	20,11	20,00	19,84
K_2O	0,28	0,29	0,29	0,29
CaO	6,47	6,69	6,65	6,60
Al_2O_3	27,61	27,75	27,61	27,62
SiO_2	32,52	32,65	32,48	32,48
SO_3	10,46	10,18	10,46	10,47
S	2,71	2,64	2,71	2,71
Cl	0,47	0,46	0,47	0,47
H_2O	—	—	—	0,07
	99,97	100,77	100,67	100,55
ab $\text{O} = \text{Cl}_2$. .	0,55	0,76	0,68	0,56
	99,42	100,01	99,99	99,99

7. Analysenzahlen.

8. Berechnet aus den Zahlen einer Mischung von 70,2 Mol. Hauyn (Na_2, Ca)₂ $[\text{Al}(\text{Na}.\text{SO}_4)\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$, aus 22,7 Mol. (Ultramarin) $\text{Na}_4[\text{Al}(\text{Na}.\text{S}_2)\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$ und 7,1 Sodalith $\text{Na}_4(\text{Al}.\text{Cl})\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$.

9. Entspricht einer Zusammensetzung von 72,5 Mol. Hauyn, 20,1 Ultramarin 2 $[\text{U}.\text{S}_2] + [\text{U}.\text{S}_3]$ und 7,4 Sodalith.

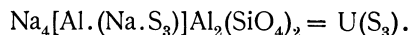
Als Ultramarinverbindung ist in diesem Falle angenommen:



wobei das Verhältnis $\text{U}(\text{S}_2)$ zu $\text{U}(\text{S}_3) = 2:1$ ist.

10. Die Zusammensetzung entspricht 76,9 Mol. Hauyn, worin 4,3 Mol. NaSO_4 durch (OH) ersetzt sind, dann 15,7 Ultramarin $\text{Na}_4[\text{Al}(\text{Na}.\text{S}_3)\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$, endlich 7,4 Mol. Sodalith.

W. C. Brögger und Hj. Bäckström schließen für die im Lasurstein beigemengte Verbindung von der **Formel**



Die färbende Verbindung dürfte nach den Genannten dieselbe sein, wie im blauen künstlichen Ultramarin.

Eigenschaften. Dichte 2,38—2,45. Farbe dunkelblau, violett, violett-rötlich, auch grünlich. Härte über 5.

Vor dem Lötrohre ziemlich leicht zu weißem Glas schmelzbar.

Nach Bergeron²⁾ beim Erhitzen Phosphoreszenz.

¹⁾ W. C. Brögger u. H. Bäckström, Z. Kryst. 18, 231 (1892).

²⁾ Bergeron, Bull. Soc. géol. 1, 432 (1859).

In Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte und unter Entwicklung von H_2S zersetzbar. Das Pulver wird durch Salzsäure entfärbt.

Genesis. Der Lasurstein kommt als Kontaktmineral vor, was namentlich aus den Daten von W. C. Bröger und H. Bäckström hervorgeht; auch das Vorkommen in vulkanischen Auswürflingen am Mte. Somma, wobei dieselbe Paragenesis, namentlich mit Schwefelkies bemerkbar ist, spricht dafür; indessen dürfte hier vielleicht doch die Bildungsweise sich mehr jener der künstlichen Ultramarine genähert haben, sowie auch noch mehr der Entstehung der künstlichen Hauyne.

Das künstliche Ultramarin.

Von Kurt Eisenreich (Bockau i. Erzg.).

Die Bestrebung, das geschätzte Blau des Lasursteins künstlich herzustellen, ist ziemlich alt. Schon um 1700 wollte Handicquer de Blancourt¹⁾ ein Verfahren hierfür kennen. 1758 teilte Marggraf²⁾ entsprechende Versuche von mehr theoretischem Wert mit. Jedenfalls gaben aber erst die von J. K. Clément und Désormes³⁾ durchgeführten exakten Analysen von reinstem natürlichem Ultramarin der künstlichen Darstellung die nötigen Richtlinien. Gelegentlich waren auch in Sulfat- und Sodaöfen blaue Massen beobachtet und dem Ultramarin ähnlich erkannt worden.⁴⁾ Im Jahre 1828 erfanden fast gleichzeitig und jedenfalls unabhängig voneinander Jean Baptiste Guimet, Toulouse, und G. C. Gmelin, Tübingen,⁵⁾ Darstellungsmethoden für ein dem natürlichen Ultramarin ebenbürtiges Produkt. J. B. Guimet will schon seit dem Jahre 1826 nach seinem geheim gehaltenen Verfahren Ultramarin fabriziert haben. Als erste deutsche Fabrik brachte im Jahre 1828 bis 1829 die Meißner Porzellanmanufaktur nach der Erfindung von F. A. Köttig dargestelltes Lasursteinblau in den Handel.⁶⁾ Wir haben es hier mit einer unabhängigen dritten Erfindung zu tun. Eine vollständige Analyse vom Meißner Ultramarin gibt F. Varrentrap⁷⁾ im Jahre 1840.

In der Folge werden weitere Fabrikationsverfahren veröffentlicht von Robiquet, Tiremont, F. Ferrand u. a., bezüglich der Literatur sei auf das ausführliche Verzeichnis in R. Hoffmann, Ultramarin, Braunschweig 1902, verwiesen. Als erste Fabriken, die sich ausschließlich mit der Ultramarinherstellung befassen, sind in Deutschland zu nennen die von Leverkus in Wermelskirchen (1834) und Leykauf und Heyne in Nürnberg (1838).

Die Beurteilung des Ultramarins vom technischen Standpunkte.

Die im Handel befindlichen Ultramarinsorten sind äußerst zahlreich. Für ihre Beurteilung sind im wesentlichen zwei Faktoren maßgebend, der Farbton

¹⁾ J. B. Dumas, Handbuch der Chemie 4, Kap. 9; desgl. *Traité de Chimie appliquée aux arts* 2, 419 (1831).

²⁾ Marggraf, *Hist. de l'Académie royale de Berlin* 1758, 10.

³⁾ J. K. Clément u. Désormes, *Ann. chim. phys.* 57, 317 (1806).

⁴⁾ 1814 Tessaert zu St. Gobain untersucht von L. N. Vauquelin, *Ann. d. Chem.* 89, 88 (1824). Fr. Kuhlmann, Lille. Administrator Herrmann, Schönebeck, *Schweigg. Jahrb. d. Chem. u. Phys.* 22, 4 u. 483 (1828).

⁵⁾ G. C. Gmelin, *Pogg. Ann.* 14, 363 (1891); *Schweigg. Journ.* 54, 360.

⁶⁾ A. Köttig, *Journ. prakt. Chem.* 43, 98 (1891).

⁷⁾ F. Varrentrap, *Pogg. Ann.* 49, 515 (1840).

und die Farbkraft. Mit der letzteren geht die Körperfinesheit Hand in Hand. Die Prüfung auf den Farbton erstreckt sich auf den Vergleich mit einer Standardsorte oder Type, wie sie die verschiedenen Ultramarinfabriken im Laufe der Zeit herausgegeben haben. Der Farbton läßt einen Rückschluß auf das angewandte Darstellungsverfahren zu. Diese Verfahren selbst können erst später im Zusammenhang erörtert werden. Helle Sorten mit grünlichblauer Nüance entstammen dem reinen Sulfatverfahren, mittlere, reinblaue Töne dem gemischten Sulfat-Sodaverfahren und dunkle, rötlichblaue Töne dem reinen Sodaverfahren. Ultramarin grüne mit gelblichem Stich wurden nach dem Sulfatverfahren, blaugrüne nach dem gemischten Sulfat-Sodaverfahren dargestellt.

Der Farbton. Zur Feststellung des Farbtons streicht man eine Menge von ca. 1 g Ultramarin mit einem dünnen, polierten Stahlspatel auf einem glatten Papier zu einer vielleicht 1 mm starken Schicht aus, eine passende Standardsorte daneben. Eine kleine Probe der letzteren bringt man nunmehr auf die Mitte des Untersuchungsmaterials und drückt sie ganz leicht auf. Man sieht jetzt einen hellen, dunklen, rötlich oder grünlich gefärbten Fleck, solange die Sorten nicht übereinstimmen. Erst bei völliger Gleichheit der Nüance kann man auch beim Aufdrücken der Probe auf die Standardsorte keinen Unterschied mehr wahrnehmen. Im Handel wird volle Übereinstimmung des Farbtons verlangt, die angegebene Methode ist sehr scharf. Zur Bestimmung sehr feiner Unterschiede im Farbton schlägt J. Wunder¹⁾ die Benutzung der Absorptionsspektren vor, doch ist dieses Verfahren weit umständlicher als das erste und daher wenig in Übung.

Die Farbkraft. Die Farbkraft wird durch Vermischen einer abgewogenen Menge, z. B. 0,1 g der beiden zu vergleichenden Ultramarine, mit je 2—5 g eines weißen Farbstoffes bestimmt. Als solche kann man feinst gemahlene Gips, sog. Alabasterweiß, gebrannten Kaolin oder Zinkweiß verwenden. Die erhaltenen Mischungen werden wie die reinen Farben auf Papier aufgestrichen und in kleiner Menge aufeinander gelegt. Stimmen die Farbkraften nicht überein, so ermittelt man durch tastweises Verdünnen der farbkraftigeren Mischung mit mehr Weiß die gröbere oder geringere Farbkraft quantitativ. Gleiche Nüancen haben übrigens nur bei gleichem Darstellungsverfahren dieselbe Farbkraft.

Die Körperfinesheit. Zur Bestimmung der Körperfinesheit einer Ultramarinsorte streicht man eine Probe auf einem nicht zu glatten Papier mit dem Finger aus, je länger der Strich, desto größer die Feinheit. Die aus Farbton und Farbkraft ermittelte Standardsorte streicht man in derselben Weise zur Kontrolle daneben.

Die Alaunbeständigkeit. Eine möglichst große Alaunbeständigkeit kommt vornehmlich für zur Papierfärberei bestimmte Sorten in Betracht. Hohe Körperfinesheit begünstigt die Zersetzung. Zur Prüfung verwendet man je 0,1 g der zu vergleichenden Ultramarine, versetzt sie in einem Reagenzglas mit 30 ccm einer Alaun- oder Tonerdesulfatlösung 1:10, schüttelt öfters um und bestimmt die Zeit, die bis zur völligen Zersetzung vergeht. Die Prüfung wird genauer, wenn man die wie oben angesetzte Probe 2—3 Stunden stehen läßt, filtriert, auswäscht, trocknet und durch Nebeneinanderstreichen die Änderung der Farbtöne vergleicht.

¹⁾ J. Wunder, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 1876, 295.

Die chemische Ultramarinanalyse.

Die gewöhnliche Ultramarinanalyse beschränkt sich auf die Bestimmung des Gesamtschwefels, der freien und chemisch gebundenen Kieselsäure, der Tonerde und des Natrons.¹⁾ Im Rohultramarin, wie es nach dem Brand aus den Öfen kommt, sind ferner zu berücksichtigen: freier Schwefel, Natriumsulfat, Natriumsulfit, Natriumsulfide, Thiosulfat und Chlornatrium. Die Analyse des Handelsultramarins schließt sich der des Rohultramarins eng an, von einer besonderen Beschreibung kann deswegen abgesehen werden.

Das Rohultramarin wird fein gepulvert, durch Seidengaze gesiebt, 24 Stunden lang bei 100° getrocknet, 10 g eingewogen, zu 1 Liter gelöst, filtriert und 100 ccm für die nachfolgenden Bestimmungen verwendet.

1. Thiosulfat. Titration mit n/10 Jod unter Verwendung von Stärke als Indikator.
2. Sulfat. Fällung mit Chlorbarium in salzsaurer Lösung.
3. Kochsalz. Titration oder Fällung mit AgNO_3 , Kochsalz entstammt dem Sulfat oder der Soda, es ist meist nur in geringer Menge vorhanden.

Für die eigentliche Analyse wäscht man eine nicht zu kleine Probe unter Zusatz von etwas Alkohol (zur Erzielung eines klaren Filtrats) einigermassen aus. Zur Entfernung von freiem Schwefel, der übrigens durch Extraktion mit CS_2 nicht völlig ausziehbar ist, dampft man dann mit einer Lösung von schwefligsaurem Natrium auf dem Wasserbade bis fast zur Trockne ein. Das anschließende Auswaschen im Büchnertrichter muß bis zum völligen Verschwinden einer Barytfällung fortgesetzt werden. Danach kann man, ohne eine Veränderung des Ultramarins befürchten zu müssen, bei 100°, ja sogar 150° trocknen. Die noch heiße Probe wird im Achatmörser verrieben und sofort in einem mit eingeriebenem Stopfen versehenen Glasgefäß bis zur Verwendung aufbewahrt.

Bestimmung von Kieselsäure, Tonrückstand und Gesamtschwefel.

1 g der getrockneten Substanz wird in eine Porzellanschale eingewogen, sorgfältig mit Wasser verrührt und mit 1—2 g Brom versetzt.²⁾ Nach halbstündigem Stehen gibt man 200 ccm Salpetersäure hinzu und verdampft auf dem Wasserbade zur Trockne. Danach nimmt man mit Wasser auf, gibt 20 ccm Salzsäure zu und verdampft zur Entfernung der HNO_3 abermals zur Trockne. Die Kieselsäure wird in der üblichen Weise unlöslich gemacht, mit HCl und Wasser aufgenommen, filtriert, ausgewaschen, das Filter im Platintiegel verascht und der Rückstand gewogen. Er besteht aus Kieselsäure und dem Tonrückstand. Zur Bestimmung des letzteren übergießt man den weißen Rückstand mit Flußsäure und einigen Tropfen Schwefelsäure. Nach dem Abrauchen der Kieselsäure verdampft man nicht ganz zur Trockne, sondern nimmt mit Wasser auf, erwärmt bis zur Lösung der Tonerde auf dem Wasserbade; ihre Bestimmung erfolgt durch Fällung mit Ammoniak. Zur Ermittlung des Gesamtschwefelgehaltes wird das oben erhaltene Filtrat zum Sieden erhitzt

¹⁾ G. Lunge, Chem.-techn. Untersuchungsmethoden **2**, 840 (1905).

²⁾ F. Goppelsroeder u. E. Dollfus, Bull. Soc. ind. Mulhouse **45**, 202.

und mit Chlorbarium gefällt. Soll etwa vorhandenes Eisen bestimmt werden, so reduziert man das Filtrat des Barytniederschlags mit Zink und titriert mit $n/10$ Kaliumpermanganatlösung.

Bestimmung von Tonerde und Natron.

1 g der vorbereiteten Analysesubstanz wird gut mit Wasser verrührt und mit überschüssiger Salzsäure zersetzt. Nach einigem Stehen unter zeitweiligem Umrühren dampft man auf dem Wasserbade zur Trockne ein, macht die Kieselsäure unlöslich, befeuchtet mit HCl und verdünnt mit Wasser. Nach einigem Stehen wird filtriert. Zur Entfernung überschüssiger HCl verdampft man das Filtrat zur Trockne, löst den Rückstand in Wasser auf und fällt mit überschüssigem Ammoniak. Das Ganze dampft man abermals zur Trockne und erleichtert hierdurch das Auswaschen des Aluminiumhydroxyds. Der Rückstand wird mit heißem Wasser und einigen Tropfen Ammoniak aufgenommen, erhitzt filtriert, das Filter mit dem Aluminiumhydroxyd verascht und gewogen. Zur Bestimmung des Natrons wird das Filtrat mit etwas H_2SO_4 und rauchender Salpetersäure versetzt und zur Trockne verdampft. Ein Klettern der Salze tritt nicht ein. Der Rückstand wird stark geglüht und das Natrium als Na_2SO_4 gewogen.

Die wissenschaftliche Ultramarinanalyse hat für die Konstitution des Ultramarins hohe Bedeutung. Da es nicht ein Ultramarin, sondern eine große Zahl grundverschiedener Ultramarine gibt, so ist für die wissenschaftliche Forschung eine sorgfältige Wahl des Untersuchungsmaterials und eine gründliche Vorbereitung zur Analyse Bedingung. Die älteren Arbeiten über die Zusammensetzung oder Konstitution sind oft wegen Unkenntnis der Natur und Herkunft des untersuchten Produkts oder Außerachtlassung obiger Regeln trotz der aufgewendeten Mühe heute völlig wertlos.

H. Ritter fand, daß alle Ultramarine auch in völlig lufttrockenem Zustande bis zu 6 % Wasser enthalten und sehr hygroskopisch sind. Eine Bestimmung des Wassergehalts durch schwaches Glühen ist wegen der dabei erfolgenden Sauerstoffaufnahme nicht durchführbar. Nach R. Hoffmann muß man vielmehr immer eine direkte Wasserbestimmung vornehmen. Er glüht das in einem Platinschiffchen befindliche Ultramarin in einer Verbrennungsröhre, eingeleitete Luft befördert den Wasserdampf in ein gewogenes Chlorcalciumrohr. Entweichender Schwefel wird in einer zwischengeschalteten Kupferoxydstrecke zu SO_2 verbrannt. Ist der Wassergehalt bekannt, so benutzt man weiterhin zur Analyse die lufttrockene Substanz. Die Bestimmung von Kieselsäure, Aluminium, Natrium und Gesamtschwefel wird wie oben durchgeführt.

R. Hoffmann¹⁾ ist es gelungen, die bei der Zersetzung von Ultramarin auftretenden Schwefelverbindungen quantitativ nebeneinander zu bestimmen. Für die verschiedenen Formen, in denen der Schwefel dabei auftritt, haben sich folgende Abkürzungen eingeführt:

Sa bezeichnet den als H_2S auftretenden Schwefel, dieser kann einem Mono- oder Polysulfid entstammen.

¹⁾ R. Hoffmann, Ber. d. Wiener Weltausstellung von A. W. Hofmann 3, 1. Abt. 678. — R. Wagners Jahresber. 1873 u. 1875; Lieb. Ann. 194, (1873). — Fr. Knapp u. P. Ebell, Dingl. Polyt. Journ. 229, 69 u. 173 (1878). — K. Heumann, Lieb. Ann. 199, 201 (1879).

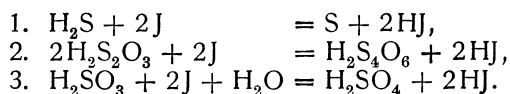
Sb wird als freier S abgeschieden, er ist auf ein Polysulfid zurückzuführen.

Sc tritt als H_2SO_4 auf, vor der Zersetzung ist er durch Auswaschen nicht entfernbar.

Sd tritt ähnlich Sc als Unterschwefligesäure,

Se ebenso als Schwefligesäure auf.

Die R. Hoffmannsche Bestimmungsmethode mittels Jod beruht auf folgenden Umsetzungsgleichungen:



Der titrimetrisch ermittelte Jodverbrauch ergibt den $a + d + e$ Schwefel, durch Gewichtsanalyse werden die drei durch die Jodwirkung erzeugten Produkte — freier Schwefel, Tetrathionsäure und Schwefelsäure — bestimmt, ebenso der b und c Schwefel. Die Gesamtschwefelbestimmung nach F. Goppelsroeder und E. Dollfus dient zur Kontrolle. Dem Gang der Analyse liegt die Annahme zugrunde, daß die Jodlösung die bei der Zersetzung des Ultramarins durch Salzsäure entstehenden Schwefelverbindungen sofort weiter zersetzt, ehe diese Zeit finden, neue Reaktionen untereinander einzugehen. Betreffs der Durchführung der Analyse muß auf die Originalliteratur verwiesen werden.

Die Fabrikation des künstlichen Ultramarins.

Aus der großen Gruppe von Ultramarinverbindungen kommen für die fabrikmäßige Darstellung nur die Natrium-Schwefel-Ultramarine in Frage. Unter diesen werden vornehmlich die blauen Nüancen hergestellt, grüne Farben und noch mehr die violetten, roten und gelben Varietäten treten an Bedeutung weit zurück.

Die Rohmaterialien.

Als Rohmaterial bedarf man:

1. Kaolin oder Tone ähnlicher Zusammensetzung,
2. Kieselsäure,
3. Kohle oder ähnliche Reduktionsmittel,
4. Natriumsulfat,
5. Soda und
6. Schwefel.

1. Der Kaolin. Der Kaolin wird aus den natürlichen Vorkommen durch ein sorgfältiges Schlammverfahren gewonnen. Er soll möglichst rein und namentlich eisenfrei sein und in geglühtem Zustande der Formel $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ nahekommen, entsprechend 54% SiO_2 und 46% Al_2O_3 . Muß auf geringe Herstellungskosten gesehen werden, so können auch kaolinähnliche Tone Verwendung finden, wenn sie nicht zu fett und zu stark eisenhaltig sind. Deutsche Kaolinfundstätten liegen z. B. bei Amberg in Oberfranken, böhmische bei Karlsbad und Pilsen. Die englischen, als China-Clay eingeführten Sorten, sind nicht so rein. Sogenannter weißer Bolus befindet sich in mächtigen Lagern in der bayerischen Pfalz. Der Kaolin wird ungeglüht, meist aber stärker oder schwächer calciniert verwendet.

2. Die Kieselsäure. Die Kieselsäure wird als Infusorienerde oder reiner feinst gemahlener Quarz für die Darstellung besonders kieselreicher Sorten gebraucht.

3. Die Reduktionsmittel. Als solche werden hauptsächlich verwendet: Fichtenholzkohle mit höchstens 4^o/_o Wasser, sehr reine Steinkohle, in neuerer Zeit auch Kolophonium, Schwarzpech und Teerasphalt.

4. Das Natriumsulfat, im Handel kurz Sulfat genannt, enthält meist viel Eisen, etwas Kochsalz und freie Schwefelsäure. Für ordinäre Ultramarine kann das gewöhnliche Produkt, für bessere Qualitäten nur eisenfreie Ware, wie sie für die Spiegelglasfabrikation hergestellt wird, Verwendung finden.

5. Die Soda. Es ist nur calcinierte Soda verwendbar, wie sie sowohl nach dem Leblanc-, wie nach dem Solvayverfahren hergestellt wird. In einigen Fabriken hat sich die Leblancsoda trotz ihres höheren Preises bis heute erhalten. Die Solvaysoda konnte anfangs nicht genügend hoch im spezifischen Gewicht gewonnen werden, sodaß bei ihrer Verwendung die Rohmischung zu leicht und locker wurde und Schwierigkeiten beim normalen Rohbrand verursachte. Bedenken zu ihrer ausschließlichen Verwendung bestehen heute nicht mehr.¹⁾

6. Der Schwefel. Früher kam ausschließlich Stangenschwefel in Anwendung, um der nötigen Reinheit sicher zu sein. Der sizilianische Rohschwefel, ein bereits vorgereinigtes Produkt, und der amerikanische, nach dem Frashschen Verfahren gewonnene Louisianaschwefel, genügen den zu stellenden Anforderungen vollkommen.

Je nach der Natur der angewandten Rohmaterialien haben sich schon in den ersten Anfängen der Ultramarinfabrikation drei verschiedene Darstellungsverfahren herausgebildet:

1. Das reine Sulfatverfahren.²⁾ Das Ultramarin ist hell gefärbt, deckt am wenigsten, hat die geringste Alaunfestigkeit und nüanciert ins Grünliche.

2. Das reine Soda-Schwefel-Verfahren.³⁾ Es wurde zuerst von J. B. Guimet und von der Meißner Porzellanfabrik durchgeführt. Mit wenig Schwefel erhält man dunklere Farbe als nach 1., diese zeigen auch höhere Alaunfestigkeit. Die Nüance ist reinblau. Mit viel Schwefel und Kieselsäure erhält man die dunkelsten Sorten mit höchster Alaunfestigkeit. Die Nüance geht dann ins Rötliche.

3. Das Sulfat-Soda-Schwefelverfahren.⁴⁾ Man erhält reinblaue Farben von etwas größerer Alaunbeständigkeit als unter 1.

Alle drei Verfahren sind noch heute in Gebrauch, am meisten das reine Sodaverfahren, am wenigsten das reine Sulfatverfahren. Während man früher im Rohbrand stets grünes Ultramarin mit einem geringen Schwefelgehalte (ca. 5^o/_o) erhielt, gelangt man heute nach dem zweiten Verfahren direkt zu blauem Ultramarin und allgemein zu höheren Schwefelgehalten.

¹⁾ R. Hoffmann, Der Zolltarif für Chemikalien (Berlin 1879), 22; Chem. Ind. Dez. 1879. — O. Illgen, Polyt. Journ. 232, 177 (1879).

²⁾ G. E. Habich, Polyt. Journ. 139, 28 (1856). — J. G. Gentele, Polyt. Journ. 142, 351 (1856).

³⁾ Robiquet, Polyt. Journ. 50, 298 (1833) u. Ann. d. Pharm. 10, 94 (1834). — C. Brunner, Pogg. Ann. 67, 541 (1846) u. Polyt. Journ. 100, 266 (1846). — J. G. Gentele, Polyt. Journ. 142, 351 (1856).

⁴⁾ J. Stas, Bull. de la Soc. ind. de Mulh. 35, 111 (1846). — J. G. Gentele, Polyt. Journ. 140, 223 (1856); 141, 116 (1856); 142, 351 (1856).

Die Fabrikation des künstlichen, blauen Ultramarins besteht aus folgenden Operationen:

1. Zusammenstellung der Rohmaterialien und Mahlen der Mischung.
2. Rohbrennen oder Glühen der gemahlene Mischung.
3. Sortieren des erhaltenen blauen oder grünen Rohultramarins.
4. Feinbrennen des grünen Teils.
5. Auslaugen des Rohblaus, Naßmahlen, Schlämmen, Pressen und Trocknen.
6. Mahlen und Fertigstellen der Handelsfarbe.

1. Zusammenstellung und Mahlung der Rohmischung. Das richtige Verhältnis, in dem die Rohmaterialien gemischt werden, spielt für den Ausfall des Rohbrandes eine große Rolle. In der nachfolgenden Tabelle sind eine Anzahl von Mischungen für die verschiedenen Darstellungsverfahren gegeben.

Mischungsverhältnis der Rohmaterialien.

	1. Reines Sulfatverfahren		2. Reines Soda-Schwefelverfahren		Gemischtes Sulfat-Soda-Schwefelverfahren	
	Hoffmann ¹⁾ kg	Fürstenau ²⁾ kg	Hoffmann kg	Fürstenau kg	Hoffmann kg	Hoffmann kg
Kaolin, hartgebr.	400	—	—	—	400	400
Kaolin, leichtgebr.	—	100	340	100	—	—
Sulfat	560	120	—	—	300	350
Kohle	118	25	40 Kolophonium oder Schwarzpech	10 Holzkohle 10—15 Harz	80 (Schwarzpech)	80 Schwarzpech
Kieselsäure . . .	—	—	60	—	—	—
Schwefel	—	—	330—300	110—120	110	105
Soda	—	8	360	90—95	130	80

Die richtige Mischung wird durch die jeweilige Zusammensetzung der Rohmaterialien bestimmt und kann in ziemlich weiten Grenzen schwanken. Von neuen Materialien sind stets Versuchsbrände herzustellen. Die Bestandteile der Mischung werden einzeln mehr oder weniger weit vorzerkleinert, nach den vorgeschriebenen Verhältnissen eingewogen, gemischt und auf Mühlen aufs feinste gemahlen. Die fertige Mischung ist ohne Säumen zu glühen.

2. Das Rohbrennen der Mischung. Das Brennen der Mischung geschieht in Tiegeln oder in großen Muffeln, man unterscheidet danach Tiegel- und Muffelöfen. Tiegel aus feuerfestem Ton werden mit Mischung vollgestampft, mit einem Deckel dicht verschlossen und in mehreren Reihen neben- und übereinander bis zu 400 Stück in einen Tiegelofen eingesetzt. Dieser Ofen hat Kofferform; die Feuergase treten durch Bodenöffnungen ein, umspülen die Tiegel und entweichen durch eine mit Schieber verschließbare Öffnung durch das obere Gewölbe. Schachtöfen von rundem Querschnitt und sonst ähnlicher Konstruktion besitzen ein weit größeres Fassungsvermögen. Ein Brand dauert je nach der Größe des Ofens 12—40 Stunden. Das Anheizen geschieht äußerst langsam und vorsichtig. Die Brenntemperatur ist für die einzelnen Mischungen etwas verschieden zu wählen. Sie soll allgemein

¹⁾ R. Hoffmann, Ultramarin (Braunschweig 1902).

²⁾ C. Fürstenau, Dingl. Journ. **202**, 446 (1872).

helle Rotglut nicht überschreiten. Zur Beurteilung der richtigen Glühhitze ist eine langjährige Erfahrung und ein geübtes Auge erforderlich. Von dem richtig geführten Brennprozeß hängt der ganze Erfolg der Fabrikation ab. Für exakte Temperaturmessung eignet sich am besten ein Pyrometer von der Le Chatelier-, Wanner- oder Holborn-Kurlbaumschen Konstruktion (Bd. I, S. 654). Segerkegel geben in der Atmosphäre des Ofens ganz unzuverlässige Resultate. Die Abkühlung muß langsam bei geschlossenen Feuerzügen stattfinden, erst gegen Ende wird zur Durchführung der Blaubildung ein geringer Luftzutritt gestattet. Die Muffelöfen haben verschiedene Konstruktion, sie ermöglichen die Bewältigung größerer Massen in einem Ofen. Ein Brand dauert 2—4 Tage, die Abkühlung 2—4 Wochen.

Die Verluste beim Rohbrennen sind bedeutende. Fast 80 % des angewandten Schwefels entweichen in Form von SO₂ mit den Feuergasen. Die Ausbeute an Rohbrand beträgt 60 bis höchstens 65 %. Daraus sind an auswaschbaren Salzen in Form von Sulfat, Polysulfid und Thiosulfat noch 20 bis 25 %, ja mitunter 30 % zu entfernen, sodaß das gewonnene Rohblau im Durchschnitt 55 % des eingeführten Rohmaterialgewichts beträgt.

3. Sortieren des erhaltenen blauen oder grünen Ultramarins. Der aus den Tiegel- oder Muffelöfen nach dem völligen Erkalten herausgenommene Rohbrand ist oft ungleichmäßig gefärbt. Die äußeren Schichten sind weiß gebrannt, andere Teile grün. Nach dem Zerschlagen in etwa faustgroße Stücke sortiert man oberflächlich. Während die blauen Bestandteile sofort weiter verarbeitet werden können, muß der grüne Anteil erst in blaues Ultramarin umgewandelt werden.

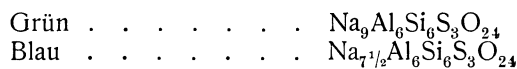
4. Das Feinbrennen des Ultramarin grünes. Das reine Sulfatverfahren, sowie das gemischte Sulfat-Sodaverfahren führen zunächst stets zu grünem Rohultramarin. Auch beim reinen Sodaverfahren erhält man immer gewisse Mengen mehr oder weniger stark grünlicher Produkte.

Zur Überführung in die blaue Modifikation bedient man sich eines Röstverfahrens, welches als Feinbrennen bezeichnet wird. Die gemahlene Rohfarbe wird mit oder ohne Schwefelzusatz in Röhren- oder Muffelöfen unter Luftzutritt schwach erhitzt und dabei öfters durchgearbeitet. Die Temperatur soll wenigstens 250—300° betragen. Zu langes Erhitzen bei Luftzutritt ist zu vermeiden, da dann eine Zerstörung des gebildeten Blaus eintritt, die bis zur Entstehung eines weißen, nicht mehr blaubrennenden Tonerdenatronsilicats führen kann. Die Blaubildung ist die Folge eines komplizierten Oxydationsprozesses. Der zugesetzte Schwefel und der Schwefel des im Rohultramarin immer vorhandenen Mehrfachschwefelnatriums treten mit einem Teil des dem Grün entstammenden Natriums zu Natriumsulfat zusammen. Jedenfalls findet man im gebildeten Blau stets mehr auswaschbares Sulfat, als vor dem Feinbrand, und das Blau unterscheidet sich von dem Ausgangsgrün nur durch einen Mindergehalt an Natrium. R. Hoffmann führt für das Grün und das zugehörige Blau folgende Formeln an:

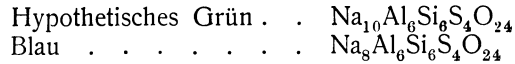
Reines Sulfatverfahren:



Sulfat-Sodaverfahren:



Reines Sodaverfahren:



5. Das Auslaugen des Rohblaus, Naßmahlen, Schlämmen, Pressen und Trocknen. Der beim Sortieren ausgeschiedene blaue Anteil des Rohbrandes, sowie das durch Feinbrennen in Blau umgewandelte Grün enthält an fremden Bestandteilen neben Schmutzteilchen, feinem Tiegel- oder Ofenabgang vornehmlich Natriumsulfat (18—25 %), wenig Thiosulfat und Natriumsulfide. Der lösliche Teil dieser Verunreinigungen ist durch Auslaugen mit Wasser bis auf geringe, hartnäckig zurückgehaltene Mengen entfernbar. Die Verfahren für diesen Zweck sind zahlreich.

Die Wiedergewinnung der beim Rohbrand entstehenden großen Mengen Glaubersalzes ist oft lohnend. Will man Sulfat gewinnen, so laugt man in einem System von Kästen nach Shanks das stückige Material im Gegenstrom aus. Die hierfür gebräuchlichen Apparate sind aus der Leblancsodaindustrie übernommen. Zu beachten ist dabei, daß die abfließende Glaubersalzlösung zur Vermeidung von Kristallisationen innerhalb der Auslaugkästen nicht bis zum Punkte höchster Sättigung getrieben werden darf. Sie soll mit 22° Bé abfließen. Hat man keine Verwendung für das Sulfat und die Möglichkeit, die Abwässer auf natürlichem Wege zu beseitigen, so laugt man den vorher gemahlene Rohbrand in Bottichen, die eine intensive Horizontal- und Vertikalrührung gestatten, mit heißem Wasser aus. Die Temperatur des Wassers stellt man so ein, daß sie nach beendetem Auslaugen ca. 34° beträgt. Bei dieser Temperatur liegt das Löslichkeitsmaximum für Sulfat. Der Farbbrei wird nunmehr auf Nutschenfilter gedrückt und dort bis zum Verschwinden der Schwefelsäurereaktion mit heißem Wasser gedeckt.

Das ausgewaschene Rohblau kann als solches nicht in den Handel gebracht werden, es ist noch grob und sandig, auch fehlt ihm die erst mit der erhöhten Körperfinesheit in Erscheinung tretende Farbkraft. Das Aussehen ist stumpf, das eigenartige Feuer des Ultramarins und eine Verbesserung sämtlicher Eigenschaften wird durch das Naßmahlen und nachfolgende Schlämmen erzielt. Ein großer Teil der fremden Bestandteile kann während des Schlämmens entfernt werden.

Die Naßmühlen haben einen feststehenden Bodenstein mit darüber befindlichem Läufer. Die Anordnung kann auch umgekehrt sein. In den einen oder anderen Stein, oder auch in beide sind Leitinnen zur Beförderung des Mahlgutes eingehauen. Zum Zweck des Naßmahls wird die noch feuchte, von dem Nutschenfilter kommende Rohfarbe in Quirlfässern mit kalkfreiem Wasser zu einem dicken Brei angerührt und in dieser Form den Mühlen zugeführt. Die Dauer des Mahls ist abhängig von dem gewünschten Helligkeitsgrade und der Güte der Farbe, sie kann zwischen 2 und 48 Stunden schwanken. Dunkle und ordinäre Sorten werden kurze Zeit, gute sehr lange gemahlen. Besonders gute Qualitäten werden nach einmaligem Schlämmen einer zweiten Naßmahlung unterworfen.

Der von den Naßmühlen abgezogene Farbbrei wird in großen Bottichen mit Rührwerk bis zu einem Quantum von 1000—1200 kg trockenem Blau entsprechend aufgesammelt und danach in die Schlämmanlage gedrückt. Diese besteht aus einer großen Anzahl rechteckiger Holzkästen von ca. 3 m³ Fassungsvermögen. Zur Erzielung eines einfachen Flüssigkeitstransportes sind die Kästen

in mehreren Etagen angeordnet. Die groben Verunreinigungen und noch ungemahlene Farbkörner setzen sich im ersten Kasten ziemlich rasch zu Boden. Nach Verlauf von reichlich 1 Stunde pumpt oder hebert man den flüssigen Hauptanteil in einen zweiten Kasten und führt das Schlämmen weiterhin systematisch durch, indem die Farbflüssigkeit nach und nach 6—8 Schlammkästen durchwandert. Am Boden der Kästen bildet sich eine mehr oder weniger feste Farbschicht. Die Farbe wird mit zunehmender Absatzdauer heller und feiner. Bis zum Absetzen der feinsten Teile können viele Monate vergehen. Das Schwebevermögen wird durch Zusatz geringer Mengen von Kalksalzen oder starken Salzlösungen — auch Alkohol, Äther usf. — sofort aufgehoben. Man benutzt diese Eigentümlichkeit, um die letzten Reste von Blau, deren Gewinnung sonst unverhältnismäßig verzögert würde, niederzuschlagen. Allgemein geschieht dies durch Aufstreuen geringer Mengen feinst gemahlener Gipses auf die Flüssigkeitsoberfläche. Ein zweiter Weg zur Gewinnung des restlichen Blaus besteht in der Anwendung von Spezialzentrifugen. Die in Kästen abgesetzte Farbe wird herausgehakt und auf Horden getrocknet. Nicht fest gewordene Farbe kann durch Filterpressen oder Zentrifugen in den festen Zustand übergeführt werden. Die getrocknete Farbe wird gemahlen, nach einer Standardsorte bemustert und bis zur Verwendung als Halbfabrikat auf Lager genommen. Gleiche Nüancen werden nach Bedarf in Posten von 1000—1500 kg zusammengemischt, eventuell nochmals vermahlen und auf Sichtmaschinen durch feinste Seidengaze, wie sie in der Mehlmüllerei gebräuchlich ist, gesiebt. Auf diese Weise werden zufällige grobe Verunreinigungen, Klumpen und Sandkörner entfernt. Das den Sichtern entnommene Ultramarin bildet die fertige Handelsware.

Zur Verbilligung und Aufhellung des Ultramarins ist es gebräuchlich, Gips, Schwespat, Kochsalz, Sulfat und Natriumbicarbonat zuzusetzen. Diese Sorten werden im Handel als Mischsorten bezeichnet. Zum Wiederverdunkeln dieser Mischsorten werden auf Verlangen Zusätze von wasseranziehenden Mitteln wie CaCl_2 , MgCl_2 , Glycerin usf. gemacht, wodurch ein höherer Farbgehalt vorgetäuscht werden soll.

Allgemeines über natürliches und künstliches Ultramarin.

Von C. Doelter (Wien).

Den Lasurstein, Hauyn, Nosean bezeichnet man oft als natürliche Ultramarine. W. C. Brögger und H. Bäckström haben die chemischen Beziehungen des Lasursteins zum Ultramarin, wie wir unten sehen werden, untersucht (vgl. S. 300).

Ohne auf die ausgedehnte Literatur über künstliches Ultramarin eingehen zu können, wollen wir die Zusammensetzung desselben im Vergleiche zu den natürlichen Ultramarinen besprechen. Eine einzige Formel für die verschiedenen Ultramarine zu geben, ist nicht möglich, sondern es zeigt sich eine schwankende Zusammensetzung, welche von den Chemikern, die das Ultramarin zum Gegenstand ihrer Untersuchungen gemacht haben, hervorgehoben wird. So sagt R. Hoffmann,¹⁾ welcher 1902 eine Zusammenfassung des

¹⁾ R. Hoffmann, Das Ultramarin (Braunschweig 1902), 71.

Standes der Ultramarinfrage gegeben hat, es handle sich nicht um ein Ultramarin, sondern um eine große Gruppe von Ultramarinverbindungen. Außer den hier allein in Betracht kommenden Kiesel-Ultramarinen hat man auch solche kennen gelernt, welche Titansäure statt Kieselsäure oder statt Al_2O_3 Borsäure enthielten, also Titan- bzw. Bor-Ultramarine;¹⁾ es ist eben der Begriff Ultramarin ein mehr technischer Begriff, der verschiedene Verbindungen umfaßt. R. Hoffmann betont auch, daß zwingende Beweise für Ultramarintheorien bisher nicht erbracht werden konnten, daß vielmehr jede Theorie der Ultramarinverbindungen nur auf Wahrscheinlichkeitsbeweisen aufgebaut ist.

Die Ultramarine unterscheiden sich durch den Kieselsäuregehalt, so daß man kieselarme und kieselreiche trennt, ferner durch die Schwefelungsstufe, so daß danach eine niedere, mittlere und hohe Schwefelungsstufe unterschieden wird.

D. und W. Asch²⁾ haben die Zusammensetzung der verschiedenen Ultramarine durch Formeln im Sinne ihrer Hexit- und Pentittheorie zu erklären versucht und geben eine große Zahl solcher Formeln, aus denen sie die prozentische Zusammensetzung berechneten; aus denselben geht die verschiedene Zusammensetzung der Ultramarine hervor.

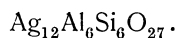
I. Kieselarmes Ultramarin.

Als Ausgangspunkt wird das Kaolinsilicat $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ angenommen, jedoch werden sechs Moleküle Si notwendig sein, daher die Formel zu verdreifachen ist. Das Natriumsilicat ist das des Nephelins; es wird als Silicat a bezeichnet. Wenn Kaolin entwässert, mit Soda im Verhältnisse $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 : 6\text{Na}_2\text{CO}_3$ geglüht wird, so erhält man das Silicat b, dessen Formel $\text{Na}_{12}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{27}$ ist.

Man hat die Verbindung a, welche dem Nephelinsilicat entspricht, dadurch erhalten, daß man Kaolin mit Soda im Verhältnis 1 : 3 glühte. P. Silber³⁾ hat dieses Silicat bei 150° mit trockenem Chlorwasserstoffgas behandelt, es tritt dann ein Drittel des Natriums als Chlornatrium aus, ein Versuch, welchen wir früher schon als für die Konstitution der Natriumaluminiumsilicate als wichtig bezeichneten (vgl. Bd. II, 1, S. 81).

Durch Behandlung von a mit Chlorwasserstoff, welcher durch Waschen als NaCl ausziehbar ist, wird Natron abgegeben und das verbleibende Silicat ist $\text{Na}_4\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{23}$, welches wir mit R. Hoffmann⁴⁾ als Silicat c bezeichnen. Bei dem b-Silicat wird in analoger Weise theoretisch $4\text{Na}_2\text{O}$ ausgezogen, aber die Analysen zeigen auffallenderweise $\text{Na}_9\text{O}_{4,5}$; es entsteht nicht das Silicat c, sondern ein anderes.

Die beiden Silicate a und b zeigen auch gegen Silberlösung verschiedenes Verhalten. Das Silber ersetzt im Silicat b fast das ganze Na bis auf einen Rest von $0,7\%$. Es ist dies das Silberultramarin von K. Heumann;⁵⁾ es hat die Formel:



¹⁾ J. Hoffmann, Koll. Z. **10**, 275 (1911).

²⁾ D. u. W. Asch, Die Silicate (Berlin 1911), 112, 389.

³⁾ P. Silber, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **14**, 941 (1881).

⁴⁾ R. Hoffmann, S. 73.

⁵⁾ K. Heumann, Ann. Chem. u. Pharm. **199**, 253 (1879); **201**, 262 (1880); **203**, 174 (1881).

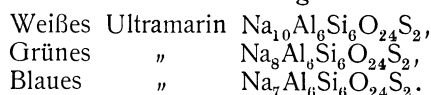
Bei derselben Behandlung des Silicats a erhält man das Silicat:



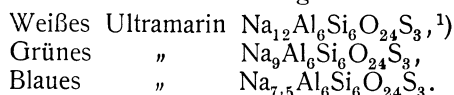
Es liegen leider zu wenig Untersuchungen vor, ob alle die Silicate des Na und des Ag wirklich einheitlich homogen sind, wie wir dies von dem Silicat a bereits erfahren haben. Es ist daher zwar wahrscheinlich, jedoch nicht ganz sicher, daß es sich immer um chemische Verbindungen in diesen Fällen handelt, insbesondere sind auch feste Lösungen denkbar.

Bei Ersatz von Sauerstoff durch Schwefel entstehen aus den Silicaten die Ultramarine, also ein ähnlicher Vorgang, wie bei den Synthesen natürlicher Ultramarine. Man unterscheidet eine niedere, mittlere und hohe Schwefelungsstufe; die Formeln sind nach R. Hoffmann folgende:

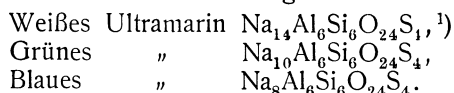
Niedere Schwefelungsstufe:



Mittlere Schwefelungsstufe:



Hohe Schwefelungsstufe:



Die niedere Schwefelungsstufe entsteht in reinem Sulfatverfahren, die mittlere bei dem Sulfat-Sodaverfahren, die hohe aus dem reinen Sodaverfahren (vgl. S. 293).

Nach R. Hoffmann²⁾ kann man sagen, daß sich immer zuerst bei der Ultramarinbildung das Silicat a bildet und entweder mit $2\text{Na}_2\text{S}$ zu weißem Ultramarin der niederen Schwefelungsstufe umgewandelt wird, oder mit $4\text{Na}_2\text{S}$ zu weißem Ultramarin der hohen Schwefelungsstufe, und daß im allgemeinen aus dem weißen Ultramarin das grüne und aus letzterem das blaue durch teilweise Wiederentziehung von Natrium entsteht.

Die Entstehung der Schwefelungsstufen 2S oder 4S hängt von der Zusammensetzung der Mischung, dann aber auch von der Höhe der Erhitzungstemperatur ab.

Weißes Ultramarin. Bei der Zersetzung durch Säuren entsteht H_2S , da der Schwefel als Monosulfid vorhanden sein muß; reines weißes Ultramarin ist daher frei von Polysulfiden; ein solches reines wurde noch nicht hergestellt.

Die mikroskopische Untersuchung ergab nach C. Grünzweig³⁾ die Zusammensetzung aus regulären Kristallkörnern, was H. Vogelsang bestätigte, ebenso W. C. Brögger und andere. W. C. Brögger⁴⁾ gibt Rhombendodekaeder an.

¹⁾ Noch nicht dargestellt.

²⁾ R. Hoffmann, l. c. S. 76.

³⁾ C. Grünzweig und R. Hoffmann, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 1876, 864; siehe auch E. Fischer, Dinglers polyt. J. 221, 562 (1876).

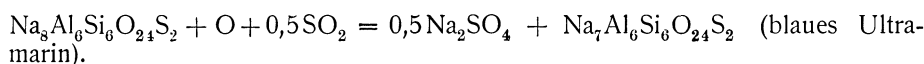
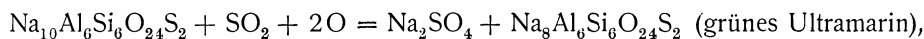
⁴⁾ W. C. Brögger und H. Bäckström, Z. Kryst. 18, 242 (1890).

Die Blaubildung aus weißem Ultramarin beruht immer auf demselben Vorgange, die Meinungen sind darüber sehr verschieden, welcher Natur dieser Vorgang sei. Sie erfolgt durch die Zwischenstufe der Grünbildung.

Grünes Ultramarin. Während der Grünbildung beim Brennen erfolgt Natriumaustritt. Das Verhältnis von Sa : Sb (vgl. S. 290) ist beim grünen Ultramarin nicht, wie man erwarten sollte 1 : 3, sondern 1 : 1.

Blaues Ultramarin. Die Blaubildung ist mit Natriumverlust verbunden. Die Formeln des Vorganges sind bei R. Hoffmann gegeben.

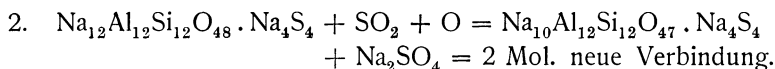
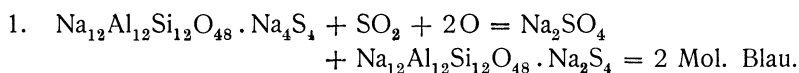
Er erfolgt bei der niederen Schwefelungsstufe folgendermaßen:¹⁾



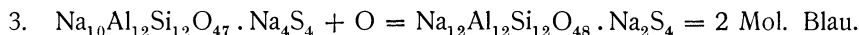
Analoge Formeln sind für die beiden anderen Schwefelungsstufen aufstellbar.

Diese Gleichungen stellen die Endresultate dar. Gewöhnlich geht beim Verfahren im großen die grüne Farbe beim Feinbrennen nicht unmittelbar in Blau über, sondern es entsteht, während der Schwefel abbrennt, eine schmutzige-braune Farbe. Der Vorgang soll nach R. Hoffmann wesentlich ein chemischer sein. Der wesentliche Unterschied des blauen Ultramarins vom grünen ist der geringere Natriumgehalt. Es sind zweierlei Möglichkeiten, entweder wird das Natrium, wie man meist annimmt, dem Sulfid entzogen oder aber dem Silicat.

R. Hoffmann²⁾ versinnlicht die Blaubildung durch folgende Reaktionsformeln:



In letzterem Falle bilden sich 2 Moleküle einer neuen Verbindung:



Analog diesen Formeln für die niedere Schwefelungsstufe sind die für die beiden anderen, wobei sich jedoch der Unterschied ergibt, daß bei der niederen Stufe die Natriumentziehung im Rohbrand vom Weiß bis zur Grünbildung geht und erst im Feinbrennen die Blaubildung eintritt, während bei der mittleren Stufe die normale Grünbildung schon im Rohbrennen überschritten wird; im Feinbrennen würde dann nur noch Sauerstoffaufnahme erfolgen.

Bei der hohen Stufe würden die Gleichungen 2 und 3 schon im Rohbrand zur Blaubildung führen.

Bei den drei Stufen wären die Endprodukte des Rohbrennens:³⁾

Niedere Stufe: Normales Grün $\text{Na}_{12}\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{48} \cdot \text{Na}_4\text{S}_4$ (Sa : Sb = 1 : 1).

¹⁾ Eine andere Frage ist, ob wirklich Natriumverlust eintritt, oder ob nur eine Zunahme von Schwefel genügt, welches Natrium bindet. Vgl. die Formeln S. 305.

²⁾ R. Hoffmann, l. c. S. 90.

³⁾ R. Hoffmann, l. c.

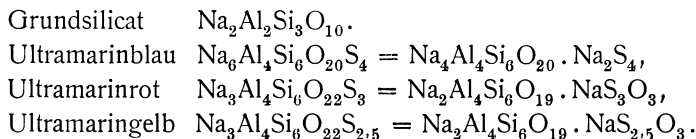
Mittlere Stufe: Nicht normale Grünfärbung $\text{Na}_9\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{46.5} \cdot \text{Na}_6\text{S}_6$ (Sa:Sb = 1:1).

Hohe Stufe: Fertiges Blau $\text{Na}_{12}\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{48} \cdot \text{Na}_4\text{S}_8$ (Sa:Sb = 1:3).

II. Kieselreiches Ultramarin.

Weniger wichtig für uns ist die zweite Abteilung der Ultramarine. Das Ausgangsprodukt für dieses Ultramarin ist das Silicat $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_9$, welches ein Molikül SiO_2 mehr enthält als der entwässerte Kaolin. Wird dieses Silicat in mäßiger Rotglut mit Na_2CO_3 vorsichtig erhitzt, so bildet sich das Silicat $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$, welches wir aus den Arbeiten St. J. Thugutts kennen lernten (vgl. S. 214) und welches nach seiner Ansicht das Grundsilicat des Nephelins, Sodaliths und Natroliths ist. Nach P. Silber¹⁾ wird dieses beim Glühen mit mehr Soda leichter als das kieselarme sintern oder schmelzen und es wird unter Bildung von Silicat und Aluminat zersetzt.

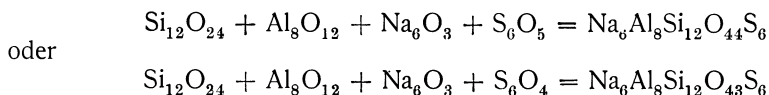
Bei der Ultramarinbildung aus diesem sauren Silicat bildet sich kein weißes oder grünes Ultramarin, man hat vielmehr folgende, von R. Hoffmann gegebene Formeln:



Die Zusammensetzung der beiden letzteren Ultramarine ist aber nicht ganz sicher ermittelt. In der Technik wird beim Rohbrand nur blaues Ultramarin der hohen Schwefelungsstufe erhalten.

Rotes und gelbes Ultramarin. Als Zwischenprodukt von blauem und rotem Ultramarin tritt auch violettes auf, es ist wahrscheinlich nur ein mechanisches Gemenge beider. Beim Erhitzen von rotem Ultramarin bis über den Siedepunkt des Quecksilbers ging dieses in Gelb über, wie P. Silber²⁾ fand. Dieses entsteht auch, wenn Chlorwasserstoff in der Hitze auf rotes einwirkt. Nach R. Hoffmann³⁾ ist im roten Ultramarin der Schwefel nur in der Bindung eines oder mehrerer Oxysulfide vorhanden; es sind unbekannte Oxysulfide höherer Ordnung (Pentathionsäure?). C. Grünzweig⁴⁾ fand, daß beim Überleiten von Wasserstoff oder von Leuchtgas über schwach glühendes Gelb dieses unter Wasserbildung sich in Blau verwandelt. Auch J. Wunder machte die Beobachtung, daß violettes Ultramarin sich in Wasserstoff bei 280—290° in helles Reinblau umwandelt.

Für die Rotbildung gibt R. Hoffmann⁵⁾ folgende Formeln an:



In ähnlicher Art sind die Formeln für gelbes Ultramarin.

¹⁾ P. Silber, l. c. Vgl. S. 227.

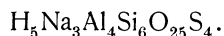
²⁾ P. Silber, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 13, 1854 (1880).

³⁾ R. Hoffmann, l. c. 120.

⁴⁾ C. Grünzweig, siehe bei P. Silber, l. c.

⁵⁾ R. Hoffmann, l. c. 122.

J. Wunder¹⁾ gibt für rotes Ultramarin die Formel:



Weitere Ultramarinverbindungen. Außer dem Natrium-Ultramarin kennt man Se-, Te-, Ag-, K-, Li-Ultramarin.

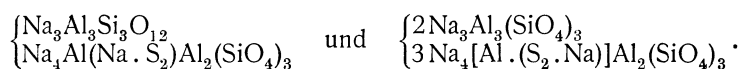
Die Beziehungen zwischen künstlichem und natürlichem Ultramarin.

Schon seit langer Zeit wird auf die Analogie zwischen Ultramarin, dem Lasurstein, Nosean usw. hingewiesen. W. C. Brögger und H. Bäckström haben sich speziell mit dieser Frage beschäftigt. Aus einer Zusammenstellung von Analysen des kieselarmen Ultramarins und ihrer, früher S. 285 gegebenen Analyse des Lasursteines kommen sie im allgemeinen zu dem Schlusse, daß eine Übereinstimmung zwischen beiden nicht vorhanden ist. Sie wenden ein, daß die Nephelinverbindung $\text{Na}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, welche im Ultramarin angenommen wird, kein Nephelin sei, da sich bei der Darstellung derselben ein Produkt ergab, welches aus regulären Körnern zusammengesetzt war, sie sind der Ansicht, daß eine Verbindung $\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$ vorliege. Dagegen ist zu bemerken, daß die Kristallform kein Grund gegen die Annahme eines Nephelinsilicats ist, weil ja im Schmelzfluß sich häufig dimorphe Formen bilden können, was beim Nephelin sicher eintreten kann. Die Formel des weißen Ultramarins ist ihrer Ansicht nach $\text{Na}_4(\text{Al}[\text{S}.\text{Na}])\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3 = \text{U}(\text{S}_1)$.

Ferner berufen sich W. C. Brögger und H. Bäckström darauf, daß K. Heumann durch Reduktion des Hauyns mit Wasserstoffgas ein Produkt erhielt, welches mit dem weißen Ultramarin identisch war.

Die prozentische Zusammensetzung nach obiger Formel stimmt gut überein mit den Zahlen, welche R. Hoffmann, H. Ritter u. a. für weißes Ultramarin erhielten, während die Formeln von R. Hoffmann und K. Heumann ihnen zufolge nicht übereinstimmen sollen.

Ebenso soll im grünen Ultramarin die Verbindung $\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$ in noch weit größerer Menge vorhanden sein; W. C. Brögger und H. Bäckström nehmen für dieses Ultramarin folgende Mischungen an:



Die erste Mischung ist $(\text{N} + \text{U}(\text{S}_2))$; die zweite $2\text{N} + 3\text{U}(\text{S}_2)$.

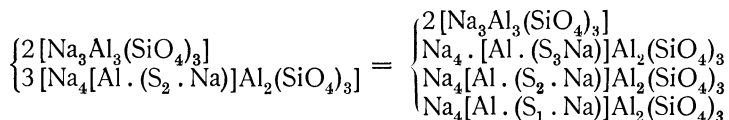
W. C. Brögger und H. Bäckström konstatieren, daß im grünen Ultramarin Rhombendodekaeder vorhanden waren. Sie schließen daraus, daß seine Verbindungen: N, $\text{U}(\text{S}_1)$ und $\text{U}(\text{S}_2)$ chemisch und kristallographisch homöomorph seien und zusammen kristallisieren können.

Auch das kieselreiche Ultramarin soll ihnen zufolge in kleinen Mengen im kieselarmen vorhanden sein und den SiO_2 -Gehalt erhöhen, so daß alle Übergänge zwischen beiden Ultramarinen vorhanden sind.

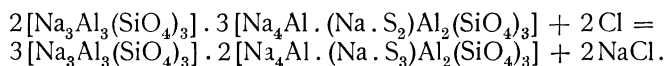
Ferner schließen sie aus einem Versuch, daß aus dem grünen Ultramarin sich durch bloßes Erhitzen blaues bilden kann; es wurde nämlich grünes Ultramarin, im CO_2 -Strom erhitzt, blau, daher hier kein Natrium ausgetreten ist, sondern nur eine molekulare Umbildung stattgefunden hat. Die Reaktion kann durch folgende Formel dargestellt werden:²⁾

¹⁾ J. Wunder, R. Wagners Jahresber. 1890, 554.

²⁾ R. Hoffmann, l. c. S. 248.

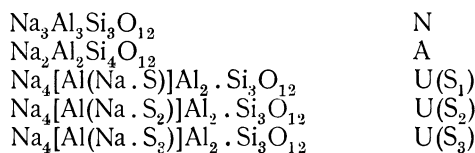


W. C. Brögger und H. Bäckström sind der Ansicht, daß die Blauwerdung im wesentlichen bei „gleichbleibender Schwefelmenge“ in der Bildung eines Polysulfids bestehe, es findet eine Zunahme des Polysulfids auf Kosten des metallisch gebundenen Schwefels statt. Als Endprodukt würde ihrer Ansicht nach eine gemischte, zum Teil an Polysulfid reichere, zum Teil ärmere Verbindung entstehen. Als Beispiel führen sie die Reaktion von Chlorgas auf grünes Ultramarin an:



Die blaue Farbe hängt von der Gegenwart der Verbindung $\text{U}(\text{S}_3)$ ab.

Nach der Darstellung der Genannten sind also im Ultramarin folgende Verbindungen anzunehmen:



Demnach dürfte allerdings im blauen Ultramarin wie im blauen Lasurstein dieselbe färbende Verbindung anwesend sein, nämlich $\text{U}(\text{S}_3)$, jedoch im künstlichen Ultramarin eine in der Natur unbekannt Verbindung $\text{Na}_3\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3$.

Dagegen ist R. Hoffmann¹⁾ der Ansicht, daß das natürliche Ultramarin mit dem künstlichen übereinstimme.

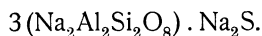
R. Hoffmann¹⁾ ist nämlich der Ansicht, daß die Übereinstimmung der Analyse von Ultramarinblau der mittleren Stufe mit der Brögger-Bäckströmschen Formel sehr gering sei, und auch bei der niederen Stufe ist das von der Formel verlangte Verhältnis $\text{Sa}:\text{Sb} = 1:2$ weder mit der einen noch der anderen Art von Ultramarinblau zu vereinigen. Er wendet auch ein, daß die genannten Autoren nicht die Unterschiede der verschiedenen Sorten von Blau erkannten, sondern nur ein einziges Ultramarinblau annahmen. Ihre Formel für künstliches Ultramarinblau paßt auf keine Art desselben. „Es stimmt im Gegenteil die prozentische Zusammensetzung des natürlichen Ultramarins mit großer Genauigkeit mit der für das künstliche Ultramarinblau der hohen Schwefelungsstufe überein. Dagegen ergibt sich für das Verhältnis $\text{Sa}:\text{Sb}$ derselbe Widerspruch zwischen Analyse und Formel, welcher vorher, im umgekehrten Sinne zwischen der Formel von W. C. Brögger und H. Bäckström und der Analyse aller künstlicher Ultramarinblau hervorgehoben wurde.“ Wahrscheinlich ist dies durch einen analytischen Fehler in der Bestimmung $\text{Sa}:\text{Sb} = 1:2$ für das natürliche Ultramarinblau verursacht. „Sie operierten nach dem Verfahren von K. Heumann, dessen Zuverlässigkeit nicht bewiesen ist, auch war die zur Analyse verwendete Menge sehr klein.“

Daher schließt R. Hoffmann, daß aus der Untersuchung von W. C. Brögger und H. Bäckström mit großer Wahrscheinlichkeit die Überein-

¹⁾ R. Hoffmann, l. c. S. 215; vgl. auch L. Wunder, Z. anorg. Chem. **77**, 209 (1912).

stimmung hervorgeht, daß natürliches Ultramarin dieselbe Konstitution habe, wie das kieselarme Ultramarinblau der höchsten Schwefelungsstufe.

F. Singer¹⁾ hat gefunden, daß man Ultramarin und überhaupt Körper von ultramarinartiger Zusammensetzung erhält, wenn man Natriumzeolithe ($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) mit Sulfiden, Polysulfiden, Oxsulfiden, Sulphydraten der Alkalien behandelt. Es wird das Wasser der Verbindung durch Sulfid ersetzt und es entsteht



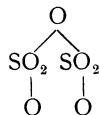
Mit Natriummonosulfid erhält man einen grünen Körper, mit Natriumpolysulfid einen grünblauen.

Weitere Möglichkeiten der Ultramarinbildung ergeben sich bei der Behandlung von Titanzeolithen, Manganzeolithen, Kupferzeolithen, Nickelzeolithen usw.

Die aus Schmelzen dargestellten Zeolithe geben kein Ultramarin. Damit stimmen die Beobachtungen von H. Fleissner²⁾ u. a., daß aus Schlacken sich kein Ultramarin bildet.

Natur des färbenden Bestandteils und Konstitution des Ultramarins. W. C. Brögger und H. Bäckström stellen in ihrer Abhandlung die wichtigsten Ansichten über das Pigment des Ultramarins sowie über die chemische Konstitution des Ultramarins zusammen.

- a) Schwefelaluminium ist das Färbemittel.
 - b) Schwefel (in der von G. Magnus angenommenen schwarzen Modifikation) ist das Färbemittel.
 - c) Das Ultramarin ist ein Gemenge von Natriumaluminiumsilicat und Schwefelnatrium.
 - d) Ultramarin ist eine chemische Verbindung, über welche verschiedene Ansichten herrschen.
 - e) Ultramarin ist eine Molekularverbindung von Nephelinsilicat mit Natriumpolysulfiden.
- Es sind aber in neuester Zeit noch weitere Ansichten aufgetaucht.
- f) D. und W. Asch³⁾ nehmen im Ultramarin außer den Silicaten, welchen sie verschiedenen Formeln, aus Hexiten und Pentiten aufgebaut, geben, auch das Sulfuret S_2O_7 an, welches folgende Konstitution hat:



Aus S_2O_7 können sich eine Reihe von Sulfureten bilden, welche sehr labile Radikale sind.

Diese Sulfurete sind die Chromophore und sie bringen die verschiedenen Farben mit der Nietzkischen Regel zusammen.

¹⁾ F. Singer, D. R. Pat. Kl. 22, Nr. 221, 344. Chem. ZB. 1910, I, 1857; auch Inaug.-Diss. d. kgl. techn. Hochsch. Berlin 1910, 63.

²⁾ H. Fleissner, Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen, 58 (1910); Chem. ZB. 1910, I, 1903.

³⁾ D. u. W. Asch, l. c. S. 112—126.

Sie nehmen auch die Möglichkeit von isomerem Ultramarin an.

g) Die Annahme, daß die Blaufärbung des Ultramarins durch Schwefel verursacht sei, wurde schon früher mehrfach ausgesprochen. (Siehe die Literatur darüber bei D. und W. Asch.) In neuester Zeit ist die Ansicht aufgetaucht, daß kolloider, fein verteilter Schwefel das Färbemittel sei.

Manche Autoren haben geglaubt, daß durch Erhitzen der Ultramarinbeschickung Schwefeloxjde entstehen, was J. Hoffmann¹⁾ auf Grund seiner Versuche mit Bor-Ultramarin bezweifelt.

Dann ist die Möglichkeit vorhanden, daß NaS oder eines der anderen Sulfide die Blaufärbung verursacht; R. Hoffmann²⁾ nimmt wieder Thio-sulfat als Färbemittel an. Das Al_2S_3 ist als Färbemittel nicht sehr wahrscheinlich. Blackmore hatte sogar ein niederes Aluminiumoxyd angenommen.

H. Erdmann³⁾ nimmt als Farbstoff Thiozonate an.

P. Rohland⁴⁾ bespricht die verschiedenen Färbungen des Schwefels bei verschiedenen Temperaturen und weist namentlich auf die Färbungen des Schwefels hin, wenn derselbe mit einem anderen Stoffe gemengt ist, und ist der Ansicht, daß bei allen Ultramarinfärbungen das Grundprinzip dasselbe ist, die Anwesenheit von fein verteiltem Schwefel, von Kaolin und einer bestimmten Temperatur. Wird die Temperatur geändert und treten noch andere Stoffe mit den erwähnten zusammen (Sauerstoff, Chlorwasserstoff, Kohle usw.), so wird die blaue Farbtönung nach dem unteren oder oberen Teile der Farbskala verschoben. P. Rohland schreibt die Farben dem geschmolzenen Schwefel in inniger Berührung mit bestimmten Substanzen zu.

K. A. Hoffmann und W. Metzener⁵⁾ bemerken, daß die Beständigkeit gegen konzentrierte Säuren, gegen weniger widerstandsfähige Polysulfide und Thiosulfate spräche. Am nächsten liegt die Annahme, daß der Schwefel in Anhydriden (von denen das blaue S_2O_3 bekannt ist) vorkommt.

J. Hoffmann⁶⁾ hat eine Blaufärbung durch kolloiden Schwefel bei Bor-Ultramarin hervorgebracht. Diese Bor-Ultramarine zeigen eine schwankende Zusammensetzung ohne merklichen Farbenunterschied, weshalb er einen Lösungsvorgang annimmt. Nach ihm ist es der im Diborat gelöste Schwefel, welcher die Veranlassung zur Ultramarinbildung gibt. Er macht darauf aufmerksam, daß die Verhältnisse der Bestandteile im Ultramarin stark variieren und daß wir aus den Analysen nur auf eine nahezu konstante Sulfidmenge der verschiedenen Silicate schließen können. Nach ihm sind die Ultramarinfärbungen durch Lösungsvorgänge verschiedener Komponenten bedingt. Er weist auf die Tatsache, daß kolloider Schwefel in stark verdünnten Lösungen starke Blaufärbung aufweisen kann. Jedenfalls ist die Blaufärbung nicht an das Kiesel-Ultramarin gebunden.

Verhalten des Ultramarins gegen Radiumstrahlung. Wichtig für die Natur des Färbemittels des Ultramarins im Vergleich mit natürlichem Ultramarin ist das Verhalten gegenüber Radiumstrahlung, welches von mir untersucht wurde.⁷⁾

¹⁾ J. Hoffmann, Chem.-Ztg. **34**, 821 (1910).

²⁾ R. Hoffmann, l. c.

³⁾ H. Erdmann, Ann. d. Chem. **362**, 133; Chem. ZB. **1908**, II, 1089.

⁴⁾ P. Rohland, Chem.-Ztg. **35**, 375 (1906), auch ebenda **28**, 569 (1905).

⁵⁾ K. A. Hoffmann u. W. Metzener, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **38**, 2482 (1905); Chem. ZB. **1905**, II, 859.

⁶⁾ J. Hoffmann, Koll.-Z. **10**, 275 (1912).

⁷⁾ C. Doelter, Das Radium und die Farben (Dresden 1910), 26.

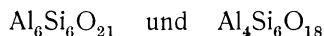
Blaues Ultramarin wird nur wenig verändert, es wird etwas dunkler. Violettes Ultramarin blieb unverändert (auch bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht). Merkwürdigerweise wird weißes Ultramarin nicht verändert, während man gerade hier eine Farbenwandlung erwarten sollte. Der Versuch dauerte allerdings nur 8 Tage.

Vergleicht man damit die Einwirkung auf natürliche Ultramarine, so findet man in letzterem Falle viel stärkere Veränderungen.

So wurde heller Hauyn stärker blau, während das ultraviolette Licht wieder entgegengesetzt wirkt. Ich habe darauf hingewiesen, daß diese Bläuung vergleichbar wird mit jener natürlicher Sulfate, wie Baryt, Cölestin und Anglesit.

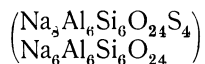
Aus diesem Verhalten würde man eher schließen, daß zwischen dem genannten natürlichen Ultramarin und dem künstlichen doch Unterschiede existieren.

Gegenwärtiger Stand der Theorie des Ultramarins. Trotz der zahlreichen Arbeiten über Ultramarin weiß man nur wenig über die Ursachen der Farbbildung. Wenn man auch annehmen muß, daß die Ultramarine keine mechanischen Mischungen sind, da sie gleichbleibende prozentische Zusammensetzung haben und einheitlich kristalline Beschaffenheit besitzen, so ist doch keine Ultramarinverbindung in ganz reinem Zustande hergestellt worden. Man kann immerhin mit R. Hoffmann¹⁾ annehmen, daß die beiden Silicate:



die Grundlagen für kieselarmes und kieselreiches Ultramarin bilden. Durch Einwirkung von alkalischen Verbindungen in der Glühhitze können weitere Atomgruppen aufgenommen werden, als solche sind Oxyde und Sulfide der Alkalien zu nennen. Weißes Ultramarin entsteht, wenn in dem Silicat $\text{Na}_{10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{26}$ zwei Atome O durch zwei Atome S ersetzt werden, oder wenn Natriumoxyd und Natriumsulfid von dem Silicat $\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{21}$ aufgenommen werden. Das Sulfid ist lockerer gebunden als das Natrium im Oxyd, das Sulfid verhält sich im Silicat beständiger als freies Sulfid. Das grüne Ultramarin entsteht, wenn dem weißen Ultramarin so viel Na entzogen wird, daß statt eines Monosulfids ein Bisulfid entsteht. Das Blau bildet sich, wenn durch weiteres Fortschreiten dieser Reaktion der Schwefel als Vierfach-Schwefelnatrium gebunden wird. In der kieselarmen Reihe erfolgt die Blaubildung dadurch, daß Natrium aus der Sulfidseite austritt.

Über die Beziehungen des Blaus einer niederen Schwefelungsstufe zu der höheren, sind W. C. Brögger und H. Bäckström²⁾ der Ansicht, daß das Blau der niederen Stufe eine molekulare (isomorphe) Mischung von



sei, während R. Hoffmann sich gegen diese Ansicht ausspricht. Unklar bleibt es, ob es sich um feste Lösungen oder um chemische Verbindungen handelt. Die Analogie mit Nephelin, von welchem wir gesehen haben, daß er verschiedenen Formeln entspricht (vgl. S. 215) und von Nosean, bei welchem Molekülverbindungen im Sinne A. Werners vorliegen dürften, spricht dafür,

¹⁾ R. Hoffmann, l. c. S. 136.

²⁾ R. Hoffmann, l. c. S. 138.

daß die Grundsilicate imstande sind, Natron aufzunehmen, und daß die Sulfide oder Sulfurete lockerer an die Silicate gebunden sind.

Erst weitere, namentlich synthetische Arbeiten können über die Konstitution des Ultramarins Aufschluß bringen.

Meiner Ansicht nach liegt jedenfalls eine gewisse Verwandtschaft mit Nosean und den Sodalithmineralien vor, aber auch mit Nephelin. Durch die S. 302 erwähnte Arbeit von F. Singer zeigt es sich im Vereine mit den von R. Hoffmann gegebenen Formeln, daß die für Nephelin angedeutete Ansicht, daß feste Lösungen oder Molekülverbindungen vorliegen, wahrscheinlich ist. Dadurch klären sich auch die Beziehungen zu den Mineralien der Nephelin- und Sodalithgruppe. Bei Nephelin ist es wahrscheinlich, daß wir es mit einem Grundsilicat zu tun haben, welches imstande ist, feste Lösungen mit anderen mehr Kieselsäure enthaltenden Silicaten zu bilden, oder vielleicht direkt SiO_2 aufzunehmen. Durch die vielen Synthesen der Sodalithe (vgl. St. J. Thugutt, S. 241) wird es klar, daß Nephelinsilicat leicht Molekülverbindungen mit Haloiden, Oxysalzen verschiedenster organischer und anorganischer Säuren bilden kann. Dieses Silicat, welches auch den später zu betrachtenden Natriumzeolithen zugrunde liegt, kann auch Natriumsulfide (vgl. auch W. u. D. Asch, S. 302) binden, wobei das Ultramarin entsteht. Als Molekularverbindungen lassen sich die verschieden zusammengesetzten Ultramarine am besten erklären. Der Versuch F. Singers, aus einem Nephelinhydrat das Ultramarin durch Ersatz des Wassers durch Natriumsulfid darzustellen, spricht sehr für diese Anschauung. Man kann die S. 297 gebrachten Ultramarinformeln folgendermaßen schreiben:

Niedere Schwefelungsstufe		$6(\text{NaAlSiO}_4) \cdot 2\text{Na}_2\text{S}$	Weißes Ultramarin
"	"	$6(\text{NaAlSiO}_4) \cdot 2\text{NaS}$	Grünes "
"	"	$6(\text{NaAlSiO}_4) \cdot \text{NaS}_2$	Blaues "
Mittlere	"	$6(\text{NaAlSiO}_4) \cdot 3\text{Na}_2\text{S}$	Weißes "
"	"	$6(\text{NaAlSiO}_4) \cdot 3\text{NaS}$	Grünes "
"	"	$6(\text{NaAlSiO}_4) \cdot 1\frac{1}{2}\text{NaS}_2$	Blaues "
Hohe	"	$6(\text{NaAlSiO}_4) \cdot 4\text{Na}_2\text{S}$	Weißes "
"	"	$6(\text{NaAlSiO}_4) \cdot 4\text{NaS}$	Grünes "
"	"	$6(\text{NaAlSiO}_4) \cdot 2\text{NaS}_2$	Blaues "

Wir haben es also wohl mit sodalithähnlichen Molekularverbindungen zu tun.

Was das Färbemittel anbelangt, so sind die Ansichten geteilt und wird auf das früher Gesagte verwiesen (vgl. S. 302). Aus den angeführten Formeln würde hervorgehen, daß Na_2S weißes Ultramarin liefert, ein Überschuß von Schwefel ergäbe eine Grünfärbung; ein weiterer Blaufärbung; ob dabei NaS bzw. NaS_2 vorhanden ist, läßt sich nicht behaupten; es wäre auch die Möglichkeit gegeben, daß in letzterem Falle neben Na_2S ein Überschuß von kolloidem Schwefel im Sinne J. Hoffmanns¹⁾ vorhanden wäre.

Nicht abgeschlossene Versuche, welche ich vor kurzem ausführte, ergaben, daß unter gewissen Bedingungen der natürliche Nephelin durch Schwefel oder Schwefelnatrium in rotes Ultramarin übergeführt werden kann. Die Versuche werden fortgesetzt.

¹⁾ J. Hoffmann, vgl. auch P. Rohland S. 303.

Vom Nephelinsilicat ableitbare Hydrosilicate.

Gieseckit und Liebenerit.Von **St. J. Thugutt** (Warschau).

Gieseckit und Liebenerit sind dem Muscovit nahestehende Pseudomorphosen nach Nephelin. Der Name Gieseckit wurde von Allan¹⁾ einem in sechsseitigen Säulen ohne Zuspitzung ausgebildeten grünlichgrauen Mineral von Akulliarasiarsuk in Grönland zu Ehren Gieseckes, der ihn mitgebracht hat, gegeben. Der Liebenerit wurde von L. Liebener an der Vette di Viezzena oberhalb Predazzo im Feldspatporphyr aufgefunden, von Stotter nach dem Entdecker benannt und von W. Haidinger²⁾ als Pseudomorphose von Nephelin oder Cordierit erklärt.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
δ	2,832	—	—	—	—	—	—	—	—
Li ₂ O .	—	—	0,12	} 0,42	—	—	—	—	—
Na ₂ O .	—	—	0,94		1,00	0,84	2,79	1,21	0,96
K ₂ O .	6,20	6,50	8,63	8,07	9,79	10,00	6,45	9,25	9,65
MgO .	1,20	1,50	0,59	0,75	1,39	1,27	Spur	0,59	0,81
CaO .	—	—	2,10	0,81	—	—	1,58	0,87	0,66
Al ₂ O ₃	33,83	32,50	30,46	36,50	36,77	36,34	38,75	36,11	35,78
Mn ₂ O ₃	1,16	—	—	—	—	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	3,36	4,00	2,61	2,63	1,71	1,83	2,26	2,90	1,51
SiO ₂ .	46,08	48,00	49,60	45,13	44,19	44,76	44,45	42,73	44,61
H ₂ O .	4,89	5,50	4,86	4,70	5,15	4,96	4,75 ³⁾	6,34 ³⁾	6,02 ³⁾
	96,72	98,00	99,91	99,01	100,00	100,00	101,03	100,00	100,00

1. Unreiner Gieseckit von Akulliarasiarsuk in Fjord Igalikko, Grönland; anal. F. Stromeyer, Göttingischer gelehrter Anz. **3**, 1993 (1819).

2. Gieseckit von Akulliarasiarsuk; anal. Pfaff, Schweigg. Journ. **45**, 103 (1825). — G. Bischof, Lehrb. d. chem. u. phys. Geol. **2**, 2258 (Bonn 1855).

3. u. 4. Liebenerit mit Fe₂O₃ von der Vette di Viezzena in Fleims oberhalb Predazzo; anal. J. Oellacher, Neue Ztschr. d. Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg **10**, 129 (1844).

5. u. 6. Derselbe Liebenerit; anal. C. Marignac, Arch. des Sc. phys. et nat. **6**, 293 (1848); vgl. A. Kenngott, Sitzber. Wiener Ak. **9**, 596 (1852).

7. Derselbe Liebenerit; anal. C. v. Hauer, J. k. k. geol. R.-A. **4**, 147 (1853).

8. u. 9. Liebenerit aus dem Porphyry bei Boscampo (Predazzo); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 548 (1876). In Nr. 9 war sehr wenig Gangart beigemischt.

Physikalische Eigenschaften. Sechsstellige Prismen ohne ausgesprochene Spaltbarkeit. Bruch uneben oder splittig. Farbe lichtapfelgrün bis schwärzlichgrün. Glanz schwach und wachsartig. Durchsichtigkeit gering. Härte = 3. $\delta = 2,795$ A. Kenngott.⁴⁾

¹⁾ Allan, Ann. Phil. 1813. — C. Hintze, Handb. d. Min. (Leipzig 1897), 869.

²⁾ W. Haidinger, Übers. min. Forsch. 1843, 36. — C. Hintze, ebenda 871.

³⁾ CO₂ + H₂O.

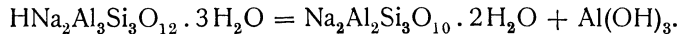
⁴⁾ A. Kenngott, Sitzber. Wiener Ak. **9**, 596 (1852).

Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar. In HCl langsam, unter Abscheidung pulverförmiger Kieselsäure löslich; beim Kochen schneller zersetzbar.

Genesis. Umwandlungsprodukt des Nephelins (W. Haidinger,¹⁾ J. R. Blum,²⁾ G. Bischoff,³⁾ A. Des Cloizeaux,⁴⁾ F. Zirkel.⁵⁾ Man hat auch, nach A. Kenngott⁶⁾ mit Unrecht, auf Cordierit als Muttermineral verwiesen. J. Lemberg⁷⁾ nahm diese Hypothese von neuem auf, was jedoch St. J. Thugutt,⁸⁾ sowohl aus chemischen Gründen, wie infolge der Entdeckung des frischen Analogons des Lieberitporphyrs, nämlich des Nephelinporphyrs, nicht billigen konnte.

Hydronephelit.

Als Hydronephelit bezeichnete J. W. Clarke⁹⁾ ein weißes, zuckerähnliches Zersetzungsprodukt des Sodaliths aus dem Eläolithsyenite von Litchfield, von folgender Zusammensetzung: $\text{HNa}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Die optische Charakteristik hat J. S. Diller⁹⁾ gegeben. Seitdem wurde die Existenz des Hydronephelits vielerorts beobachtet. Besonders weite Verbreitung schien derselbe in den Syenitpegmatitgängen Südnorwegens zu haben.¹⁰⁾ St. J. Thugutt¹¹⁾ bezweifelte die Selbständigkeit des Hydronephelits und hielt denselben, auf mikroskopische Charakteristik (über diese ist im Späteren nichts weiter mitgeteilt) J. S. Dillers und eigene chemische Experimente gestützt, für ein Gemenge von Natrolith und Hydrargillit:



Der entscheidende Beweis wurde aber erst später, und zwar auf mikrochemischem Wege geliefert¹²⁾ und damit zugleich dem Hydronephelit die richtige Stellung unter den sogenannten Spreusteinen zugewiesen.

Synonyma: Spreustein (norweg. Avnesten), A. Werner¹³⁾ 1811; Ranit, S. R. Paijkull;¹⁴⁾ Bergmannit, Schumacher;¹⁵⁾ Brevicit, J. J. Berzelius;¹⁶⁾ Krokolith, Estner¹⁷⁾.

¹⁾ W. Haidinger, Übers. min. Forsch. (Erlangen 1843), 36; vgl. F. Frhr. v. Richt-hofen, Sitzber. Wiener Ak. **27**, 317 (1857).

²⁾ J. R. Blum, Pseudomorphosen des Mineralreiches, 2. Nachtrag (Heidelberg 1852) 131.

³⁾ G. Bischoff, Lehrb. d. chem. u. phys. Geol. **2**, 2258 (Bonn 1855).

⁴⁾ A. Des Cloizeaux, Ann. d. mines **14**, 416 (1858).

⁵⁾ F. Zirkel, N. JB. Min. etc. 1868, 719.

⁶⁾ A. Kenngott, Sitzber. Wiener Ak. **9**, 601 (1852).

⁷⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **29**, 494 (1877).

⁸⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 617 (1895).

⁹⁾ J. W. Clarke and J. S. Diller, Am. Journ. **31**, 265 (1886).

¹⁰⁾ W. C. Brögger, Geol. För. Förh. **9**, 272 (1887); Z. Kryst. **16**, 235 (1890).

¹¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 612 (1895).

¹²⁾ St. J. Thugutt, C. R. Soc. Sc. de Varsovie **2**, 205 (1909); N. JB. Min. etc. **1**, 25 (1910); Chemik Polski **10**, 323 (1910).

¹³⁾ E. A. S. Hoffmann, Mineralogie **2**, 303 (1815) — C. Hintze, Handb. d. Min. **2**, (Leipzig 1897), 863.

¹⁴⁾ S. R. Paijkull, Akademisk Afhandling, (Stockholm 1875), 13.

¹⁵⁾ Schumacher, Verz. Dän. Foss. (Kopenhagen 1801), 46; E. S. Dana, The Syst. of Min. (New York 1892), 600.

¹⁶⁾ J. Berzelius-Sondén, Ann. d. Phys. **33**, 112 (1834); W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 638 (1890).

¹⁷⁾ Estner, Mineralogie **2**, 559 (1797); E. S. Dana, The System of Min. (New York 1892), 602.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	—	2,263	2,262	2,243—2,275
Na ₂ O . . .	13,21	13,07	13,07	13,84	14,33
K ₂ O	1,01	0,88	1,12	0,45	0,30
CaO	0,05	Spur	0,07	Spur	1,90
Al ₂ O ₃ . . .	33,98	33,16	33,62	33,61	28,50
(Fe ₂ O ₃) . .	Spur	Spur	—	—	0,34
SiO ₂	38,90	39,24	38,99	39,26	42,80
(Cl)	Spur	—	—	—	—
H ₂ O	13,12	13,30	12,98 ¹⁾	13,25	10,81
	100,27	99,65	99,85	100,41	98,98

1—3. Von Litchfield, Maine; anal. F. W. Clarke, Am. Journ. **31**, 265 (1886).

4. Von Litchfield, Maine; anal. St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1910, I, 26.

5. Von See River, British Columbia; anal. R. A. A. Johnston, Am. Rep. Geol. Survey Canada for 1899, **12**, 13 (1902).

	6.	7.	8.	9.	10.
δ	—	2,39	2,307	2,26	2,48
Na ₂ O . . .	10,32	15,69	13,73	14,39	11,55
K ₂ O	—	—	0,12	0,30	—
MgO	0,21	—	—	0,06	—
CaO	6,88	Spur	0,82	0,08	5,07
Al ₂ O ₃ . . .	28,39	27,34	31,97	31,82	31,79
Fe ₂ O ₃ . . .	—	Spur	0,39	0,50	0,57
SiO ₂	43,88	46,81	42,70	41,63	39,21
H ₂ O	9,63	10,20	10,60	11,46	11,71
	99,31	100,04	100,33	100,24	99,90

6. Brevicit von Brevig, Norwegen; anal. Sondén in J. Berzelius Jahresber. **14**, 179 (1834); Ann. d. Phys. **33**, 112 (1834).

7. Schmutziggelber Spreustein v. Brevig, Th. Scheerers Origin.; anal. C. v. Eckenbrecher, Tsch. min. Mit. **3**, 31 (1880).

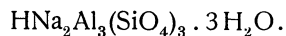
8. „Th. Scheerers Paläonatrolith“ von Brevig; anal. St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1910, I, 30.

9. Grauweißer Spreustein von Orven, Norwegen; anal. St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1910, I, 32.

10. Ranit von Låven, Norwegen; anal. S. R. Paijkull, Akademisk Afhandling (Stockholm 1875), 13.

Ältere Spreusteinanalysen sind bei W. C. Brögger²⁾ oder bei C. Hintze³⁾ zu finden.

Formel. W. Clarke hatte die Formel aufgestellt:



Aus Berechnungen und Untersuchungen von St. J. Thugutt⁴⁾ ging jedoch hervor, daß keine einheitliche Verbindung, sondern ein Gemenge vorliege.

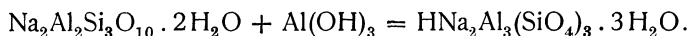
¹⁾ Vorher getrocknet bei 100°.

²⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 633 (1890).

³⁾ C. Hintze, Handb. d. Min. **2**, 1697 (Leipzig 1897).

⁴⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1910, I, 27.

Natrolith und Hydrargillit zusammengenommen, liefern Hydronephelit nach der Formel:



Den Hydronephelit Nr. 4 berechne ich als 82,66 % Natrolith, 2 % Diaspor und 14,91 % Hydrargillit, Nr. 8 als 89,90 % Natrolith, 6,53 % Diaspor, 3,61 % Hydrargillit und 0,46 % Limonit, Nr. 9 als 87,77 % Natrolith, 4,25 % Diaspor, 7,23 % Hydrargillit. Die Menge des Hydrargillits wird erhalten, wenn man vom „Hydronephelit“ den in HCl unlöslichen Diaspor und den im Verhältnis der SiO_2 des Hydronephelits berechneten Natrolith in Abzug bringt. Die gemengte Natur des Hydronephelits wird am besten veranschaulicht durch kurz andauerndes Erhitzen des zuvor ausgeglühten, mit 0,1 % iger CoN_2O_6 -Lösung benetzten Hydronephelitpulvers bei heller Rotglut: der Hydrargillit und der Diaspor färben sich dabei blau, der Natrolith bleibt dagegen unverändert.¹⁾ Oder man läßt nach einem, zuerst von F. Hundeshagen²⁾ vorgeschlagenen Verfahren auf entwässerten Hydronephelit die Pappeneheimsche Triacidlösung einwirken: der Natrolith wird damit blau, während der Hydrargillit und der Diaspor rotgefärbt erscheinen. Regelt man die Entwässerungstemperatur auf entsprechende Weise, so gewinnt man noch die Möglichkeit, die beiden Tonerdehydrate voneinander zu unterscheiden (St. J. Thugutt).³⁾

Genesis. Die älteren Ansichten über die Entstehung der Spreusteine sollen hier nur kurz angedeutet werden. Die nötigen Literaturangaben sind bei C. v. Eckenbrecher⁴⁾ oder bei W. C. Brögger⁵⁾ zu finden. Th. Scheerer faßte den Spreustein als Paramorphose nach einem nicht mehr existierenden Paläonatrolith auf. R. Blum sah denselben als Pseudomorphose zum Teil nach Eläolith, zum Teil nach Oligoklas an; A. Dauber und Herter — als Pseudomorphose nach Orthoklas; Saemann und F. Pisani — als Pseudomorphose nach Cancrinit; C. v. Eckenbrecher — als Pseudomorphose zum Teil nach Eläolith, zum Teil nach Albit und Orthoklas. J. Lemberg⁶⁾ dachte sich den Eläolith, Brevicit und Cancrinit als gleichzeitig durch Einwirkung von Alkalisilicat- und Alkalicarbonatlösungen auf Tonerdehydrat entstanden. Die überschüssige Tonerde sollte als Diaspor kristallisieren, während nach Th. Scheerer der Restbestandteil — Diaspor zwar auch zuletzt, aber, gleich dem Paläonatrolith, direkt aus dem feuerflüssigen Magma gebildet werden sollte. Die Unrichtigkeit der Idee J. Lembergs wurde schon von W. C. Brögger hervorgehoben. — W. C. Brögger nahm seinerseits die Existenz von zwei Spreusteinarten an: der echten, aus Sodalith gebildeten Natrolithspreusteine und der aus Nephelin entstandenen Hydronephelithspreusteine. Da nun der Hydronephelit ebenfalls ein mit Hydrargillit und Diaspor vermengter Natrolith ist, so bleibt diese Einteilung illusorisch.

St. J. Thugutt⁷⁾ führt folgende Kriterien der Abstammung der Spreusteine an: bei Eläolithspreusteinen: 1. Anwesenheit von Eisen, 2. das Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 5 : 11$ und 3. das Verhältnis der Tonerde der beiden Aluminium-

¹⁾ St. J. Thugutt, l. c.

²⁾ F. Hundeshagen, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **28**, 335 (1909).

³⁾ St. J. Thugutt, Chemik Polski **10**, 323 (1910).

⁴⁾ C. v. Eckenbrecher, Tsch. min. Mit. **3**, 20 (1880).

⁵⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, I, 123, 172, 178; II, 50, 232, 626 (1890).

⁶⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 593 (1883).

⁷⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. 1916, I, 36.

hydrate zur Tonerde des Natroliths = 4 : 11; bei Sodalithspreusteinen: 1. Abwesenheit von Eisen, 2. das Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 2$ und 3. das Verhältnis der Tonerde der beiden Aluminiumhydrate zur Tonerde des Natroliths = 1 : 2, welche Zahlenwerte den entsprechenden Konstitutionsformeln des Nephelins und des Sodaliths: ¹⁾ $8\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 4\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ und $8\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 4\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 4\text{Na}_2\text{Cl}_2$ direkt zu entnehmen sind. Der wichtigste Unterschied ist nach St. J. Thugutt²⁾ aber der, daß die Nephelinspreusteine Natrolith, die Sodalith- und Noseanspreusteine dagegen Epinatrolith als Hauptbestandteil führen. Da nun die beiden metameren Silicate — Natrolith und Epinatrolith — mikrochemisch leicht zu erkennen sind (Natrolith 7 Sek. über dem Teclubrenner erhitzt, färbt sich mit 10%igem AgNO_3 und 20%igem K_2CrO_4 rot, der Epinatrolith bleibt dagegen unverändert), so macht die Entscheidung der Frage, welchem Minerale der gegebene Spreustein seine Entstehung zu verdanken hat, durchaus keine Schwierigkeiten.

Was nun die Cancrinitspreusteine betrifft, so sind für dieselben folgende Merkmale bezeichnend:³⁾ 1. Anwesenheit von Calcium, 2. äußerst geringe Beimengung von Diaspor oder Hydrargillit, daher das Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Na}_2\text{O}$ fast genau gleich der Einheit. — Die Feldspatspreusteine endlich, obgleich prinzipiell möglich, sind bisher noch zu wenig untersucht, um von denselben etwas Sicheres sagen zu können.

Die Bildungstemperatur der Spreusteine darf nicht allzu hoch angesetzt werden. Die Möglichkeit des Vordringens der Gewässer von der Erdoberfläche zu den wärmeren Erdschichten ist nach A. Brun⁴⁾ durch die Isotherme 340° begrenzt. Das Maximum der Gewässer wird aber schon von der Schicht $\theta = 120^\circ$ zurückgehalten. Die früher von Th. Scheerer und neulich von J. E. Hibschr⁵⁾ angenommene pyrogene Bildung der Spreusteine ist nach unserer Ansicht nicht richtig.

Nephelinhydrat (Lembergite).

Von C. Doelter (Wien).

J. Lemberg⁶⁾ und St. J. Thugutt⁷⁾ führten die Synthese eines Hydrats von der Formel:



aus, indem sie 82 g Kaolin von Karlsbad mit 39 g Natriumhydroxyd und 245 ccm Wasser während 101 Stunden bei einer Temperatur von $196 - 204^\circ$ erhitzten. Da die Reaktion nicht beendet war, so wurde noch einmal mit 22 g Natriumhydroxyd und 140 ccm Wasser digeriert. Die Zusammensetzung war:

¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 582 (1895); 1900, II, 65; Sitzber. Warschauer Ak. 4, 93 (1911).

²⁾ St. J. Thugutt, Sitzber. Warschauer Ak. 3, 414 (1910); 4, 78 (1911); ZB. Min. etc. (1911), 405; C. R. Soc. Sc. de Varsovie 5, 67, 68, 70, 72 (1912).

³⁾ St. J. Thugutt, C. R. Soc. Sc. de Varsovie (1909) 2, 385; N. JB. Min. etc. 1911, I, 41.

⁴⁾ A. Brun, „Recherches sur l'exhalaison volcanique“. Genève-Paris 1911.

⁵⁾ J. E. Hibschr, Tsch. min. Mit. 23, 326 (1904).

⁶⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 39, 562 (1887).

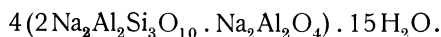
⁷⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 556 (1895).

	1.	2.	3.
Na ₂ O . . .	20,21	20,25	20,23
Al ₂ O ₃ . . .	33,38	34,00	39,15
SiO ₂ . . .	39,01	39,20	33,28
H ₂ O . . .	7,40	7,25	7,34
	100,00	100,70	100,00

1. Analyse des synthetischen Produktes nach St. J. Thugutt, l. c.
2. Analyse nach J. Lemberg, l. c.
3. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel.

Dies Hydrat wird durch Kaliumcarbonatlösung in Kaliumnatrolith umgewandelt. (Siehe diesen.)

Diese Reaktion führt zu dem Resultat, daß die Formel zu verdreifachen ist:



Das Nephelinhydrat kann durch Digerieren mit Wasser in Natrolith übergeführt werden; außerdem bildet sich etwas Naktit.

Mit dem Hydronephelit hat das Silicat nach St. J. Thugutt nichts gemein.

A. Lagorio¹⁾ hat die erhaltenen Kristalle untersucht; die Verbindung ist rhombisch, vorherrschend ist (110) und (010); Zwillinge nach (110) wurden beobachtet. Mittlerer Beobachtungsquotient ist 1,57; optischer Achsenwinkel 66°45'. Doppelbrechung = 0,003 durch (010), während durch (001) der Wert = 0,001 ist. Doppelbrechung positiv. Beim Erwärmen ändern sich die optischen Eigenschaften.

Bei Dunkelrotglut wird alles Wasser abgegeben, beim Erkalten resorbiert die Substanz alles Wasser.

Das Kunstprodukt wird von A. Lagorio „Lembergite“ genannt.

Natrolith.

Rhombisch. $a:b:c = 0,97852:1:0,35362$ (W. C. Brögger).

Synonyma: Mehlzeolith, Faserzeolith, Mesotyp, Högait, Galaktit, Savit, Crocalith, Bergmannit, Spreustein.

Hierher gehören außer dem Natrolith auch isomorphe Mischungen des Natriumsilicats des Natroliths mit dem analogen Calciumsilicat im Skolezite, sie vermitteln den Übergang beider und führen den Namen Mesolith; wir betrachten diese Mischungen bei Skolezite.

Analysen.

Wir teilen die Natrolithe in solche ein, welche ganz kalkfrei sind, oder nur ganz geringe Mengen von CaO (etwa 2%) enthalten und solche, welche bereits berücksichtigte Mengen des Skolezitsilicats enthalten, was sich durch einen Kalkgehalt von 2—4% kundgibt.

Diese vermitteln den Übergang zum Mesolith, welcher meistens Mengen von 7—12% CaO enthält, obgleich einige wenige nur 4% enthalten; diese gehören eher zu dem Natrolith bzw. zu der kalkhaltigen Varietät desselben, welchen W. Haidinger Galaktit nannte. So gehören die Analysen von

¹⁾ A. Lagorio, Trans. Soc. natural. Varsovie **6**, 7 (1895); nach Z. Kryst. **28**, 526 (1897).

H. Traube an angeblichem Mesolith von Landskron und von Peck vom Löbauer Berg entschieden chemisch zum Natrolith und nicht zum Mesolith; vielleicht liegt nur eine irrtümliche Bezeichnung vor.

Kalkfreie Natrolithe.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O . . .	15,88	13,87	16,29	15,87	16,18	15,95
K ₂ O . . .	—	1,12	—	—	—	0,40
(MgO) . . .	—	0,24	—	—	—	—
CaO . . .	—	0,26	—	—	0,28	—
Al ₂ O ₃ . . .	27,31	25,23	27,07	28,22	26,76	27,12
Fe ₂ O ₃ . . .	—	0,39	—	—	—	—
SiO ₂ . . .	47,61	47,59	46,95	46,12	47,16	46,97
H ₂ O . . .	9,96	10,50	9,69	9,91	9,57	9,42
	100,76	99,20	100,00	100,12	99,95	99,86

1. Vom Hohentwiel; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 550 (1876).
2. Vom Stempel bei Marburg a. d. Lahn; anal. Klippert bei A. v. Könen, N. JB. Min. etc. 1875, 88.
3. Leipa (Böhmen); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 581 (1887).
4. Vom Jakuben; anal. C. Hersch, Inaug.-Diss. Zürich (1887), 13.
5. Monte Baldo; anal. E. Luzzato, Riv. Min. Padova **4**, 54 (1889).
6. Montecchio Maggiore; anal. G. B. Negri, ebenda **7**, 16 (1890).

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Na ₂ O . . .	14,80	15,99	16,99	10,52	16,56	9,70
K ₂ O . . .	0,41	—	—	1,23	—	1,20
(MgO) . . .	—	—	—	13,50	—	13,90
Al ₂ O ₃ . . .	27,21	27,01	27,89	19,66	27,05	18,50
SiO ₂ . . .	47,23	47,21	47,71	49,17	48,07	50,20
H ₂ O . . .	9,70	9,55	9,69	6,57	9,62	6,40
	99,35	99,76	102,28	100,65	101,30	99,90

7. S. Pietro di Lago; anal. wie Analyse Nr. 6.
8. Salcedo, Italien; anal. wie oben.
9. Altavilla bei Vicenza; anal. wie oben.
10. Savit von Monte Catini; anal. E. Bechi bei G. Meneghini, Am. Journ. **14**, 64 (1852) vgl. unten.
11. Von ebenda; anal. E. Mattiolo, Atti Accad. Torino **21**, 848 (1886).
12. Von ebenda; anal. F. Stagi bei G. d'Achiardi, Miner. Toscana 1873, II, 142. (vgl. auch Analyse 48).

Analysen 10 und 12 zeigen einen ungewöhnlichen und unerklärten Magnesiagehalt.

	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Na ₂ O . . .	15,61	15,63	15,26	15,57	15,39	15,41
K ₂ O . . .	—	—	—	—	0,90	1,17
CaO . . .	—	0,45	Spur	0,08	0,18	0,15
Al ₂ O ₃ . . .	26,68	26,12	27,02	26,65	27,00	26,82
Fe ₂ O ₃ . . .	—	—	Spur	0,19	—	—
SiO ₂ . . .	48,03	47,88	47,41	47,19	47,29	47,33
H ₂ O . . .	9,62	9,80	?	9,48	9,44	9,43
	99,94	99,88		99,16	100,20	100,31

13. Puy de Marman; anal. F. Gonnard, Bull. Soc. min. **14**, 170 (1891).
 14. Tour de Gevillat, Auvergne; anal. F. Gonnard, wie oben.
 15. u. 16. Von Stokö, Norwegen; anal. S. R. Paijkull, Inaug.-Diss. Upsala.
 17. u. 18. Alle zwei von Klein Arö, Norwegen; anal. A. v. Hall u. Wickström bei W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 618 (1890).

Analysen 10 und 12 zeigen einen abnorm niederen Tonerdegehalt. Wie es sich mit dem Magnesiagehalt verhält, dürfte vielleicht durch Q. Sella¹⁾ erklärt sein, der eine Beimengung von Serpentin vermutet; jedoch liegt auch die Möglichkeit vor, daß CaO durch MgO vertreten wird.

	19.	20.	21.	22.	23.
Na ₂ O . . .	15,68	16,25	16,82	16,05	15,98
K ₂ O . . .	—	0,26	—	—	—
(MgO) . . .	—	—	—	—	—
CaO . . .	—	—	Spur	—	—
FeO . . .	—	—	—	0,11	—
Al ₂ O ₃ . . .	27,12	26,80	26,59	27,02	26,51
Fe ₂ O ₃ . . .	—	—	—	0,58	—
SiO ₂ . . .	47,60	47,92	46,72	47,07	47,97
H ₂ O . . .	9,50	9,51	9,73	9,56	9,81
	99,90	100,74	99,86	100,39	100,27

19. Von den Arö-Scheeren; anal. E. Knutsen bei W. C. Brögger, l. c.
 20. Von Ober-Arö; anal. G. Lindström, Geol. För. Förh. **9**, 436 (1887).
 21. Von Smedholmen; anal. G. Paijkull bei W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 640 (1890).
 22. Von Kangerdluarsuk; anal. J. Lorenzen, Meddel. om Grönl. 1884, 7; Z. Kryst. **11**, 316 (1886).
 23. Von Magnet Cove, Arkansas; anal. F. A. Genth, Am. Journ. **43**, 184 (1892).

	24.	25.	26.	27.	28.
δ	2,234	—	2,23	—	—
Na ₂ O . . .	16,46	15,74	16,52	16,27	14,56
K ₂ O . . .	0,01	—	—	—	—
CaO . . .	Spur	—	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	26,99	27,14	26,89	26,82	26,76
SiO ₂ . . .	47,09	47,69	47,46	47,46	47,04
H ₂ O . . .	9,80	9,56	(9,13)	(9,45)	10,99
	100,35	100,13	100,00	100,00	99,35

24. Von Corporation Quarry, Mt. Royal (Canada); anal. B. J. Harrington, Trans. Roy. Soc. Canada **11**, 25 (1905); Z. Kryst. **43**, 619 (1907).
 25. Von St. Benito, auf der Benitoitlagerstätte (Californien); anal. W. Blasdale bei G. D. Louderback, Univ. Calif. Publ. **5**, Nr. 23, 331 (1909); Z. Kryst. **50**, 184 (1912).
 26. Von ebenda; anal. J. Šveda bei R. Ježek, Rozprava (Abhandl.) böhm. Ak. Prag **18**, II, Nr. 26 (1909); nach Z. Kryst. **50**, 638 (1912).
 27. Theoretische Zusammensetzung. Das Wasser aus der Differenz bestimmt.
 28. Von N. York; anal. Joy, Ann. Lyc. N. Y. **8**, 122 (1868); nach C. Hintze, Min. II, 1697.

¹⁾ Vgl. C. Hintze, Miner. II, 1689.

	29.	30.	31.	32.	33.
Na ₂ O	15,40	13,51	16,23	14,23	14,89
K ₂ O	—	—	—	1,16	1,50
(MgO)	0,09	0,01	1,38	—	—
CaO	0,13	0,15	0,27	0,27	0,24
Al ₂ O ₃	26,82	25,40	26,79	28,38	27,19
Fe ₂ O ₃	0,20	—	—	—	—
SiO ₂	47,56	47,25	46,95	45,74	46,84
H ₂ O bei 100°	0,07	13,05	9,46	10,11	9,79
H ₂ O über 100°	9,56				
	99,86	99,37	101,08	99,89	100,45

29. Von Magnet Cove; anal. W. H. Melville, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 90, 185 (1892).

30. Vom Monte Baldo; anal. C. W. v. Gümbel, Sitzber. Bayr. Ak. **26**, 545 (1896).

111, 334 (1901). 31. Von Groß-Prießen bei Leitmeritz; anal. A. Pelikan, Sitzber. Wiener Ak.

32. Von Cap Blomidon; anal. O. C. Marsh bei J. D. Dana, Miner. 1878, 428.

33. Von Two Island; anal. wie oben.

	34.	34 a.	35.	36.	37.	38.
δ	—	—	—	—	—	2,228
Na ₂ O	13,09	15,20	15,65	22,47	15,63	11,62
K ₂ O	1,06	—	0,14	—	0,13	1,68
(MgO)	—	—	—	0,25	—	—
CaO	0,49	0,73	0,63	0,75	0,83	1,50
Al ₂ O ₃	26,96	26,30	27,10	25,28	27,36	27,19
SiO ₂	48,43	46,50	46,91	53,03	46,38	47,80
H ₂ O unter 100°	9,71	11,00	0,34	8,41	0,38	9,99
H ₂ O über 100°			9,38			
	99,74	99,73	100,15	100,19	99,61	99,78

34. Von Bergen Hill (N. Jersey); anal. O. C. Marsh bei J. D. Dana, Miner. 1868, 428. Siehe Analyse Nr. 49.

34 a. Von Cap Djinet bei Dollys (Algier); anal. Vatonne, Ann. mines **12**, 634 (1857).

35. Von Pokolbin (N. S. Wales); anal. C. Anderson, Rec. R. austr. Mus. **5**, (1904); N. J. B. Min. etc. 1906, 1, 343.

36. Von Muze, Prov. Echigo (Japan); anal. O. Matsumoto bei T. Wada, Miner. Japan, Tokyo, 1904.

37. Von Inverell (N. S. Wales); anal. C. Anderson, Rec. R. austr. Mus. **6**, 265 (1907); Z. Kryst. **46**, 635 (1907).

38. Von Moore Station (N. Jersey); anal. J. Eyer mann, Amer. Geol. **34**, 43 (1904); Z. Kryst. **42**, 302 (1907).

Natrolithe mit geringen Mengen von CaO bis ca. 2½ %.

	39.	40.	41.	42.	43.	44.
Na ₂ O	13,96	13,28	13,35	15,37	13,37	14,41
K ₂ O	—	—	—	—	0,40	Spur
CaO	0,96	2,59	2,63	0,72	2,22	1,19
Al ₂ O ₃	26,17	27,55	27,36	27,10	26,04	26,92
Fe ₂ O ₃	—	Spur	—	—	0,53	0,62
SiO ₂	48,04	46,50	47,32	46,29	47,73	47,34
H ₂ O	9,91	10,10	10,39	10,43	10,24	10,48
	99,04	100,02	101,05	99,91	100,53	100,96

39. Vom Plauenschen Grund; anal. E. Zschau, Isis, Dresden 1893, 90; Z. Kryst. **25**, 619 (1896).
 40. Von Kenbane Head, Schottland; anal. J. Sh. H y l a n d, Proc. Roy. Dubl. Soc. 1890, 411.
 41. Von Campsie Hill, Schottland; anal. F. Heddle, Phil. Mag. **11**, 272 (1856).
 42. Von Loch Thom.; anal. J. Young, Ch. N. **27**, 56 (1873).
 43. Spreustein von Norwegen; anal. C. A. Mikaelson, Journ. prakt. Chem. **90**, 106 (1863).
 44. Spreustein von ebenda; anal. S. R. Paijkull, Inaug.-Diss. Upsala 1875.

	45.	46.	47.	48.	49.
Na ₂ O . . .	14,50	14,61	15,52	17,05	15,67
K ₂ O . . .	—	—	—	Spur	—
MgO . . .	0,40	—	—	Spur	—
CaO . . .	1,80	1,34	0,89	1,10	1,48
Al ₂ O ₃ . . .	28,23	27,21	27,16	25,47	26,04
Fe ₂ O ₃ . . .	Spur	—	1,17 ¹⁾	—	—
SiO ₂ . . .	46,07	47,34	46,54	46,49	46,62
H ₂ O . . .	10,30	9,47	9,65	9,76	10,57 ²⁾
	101,30	99,97	100,93	99,87	100,38

45. Spreustein³⁾; anal. Saemann u. F. Pisani, Ann. chim. phys. **63**, 350 (1863).
 46. Von Island; anal. C. F. Rammelsberg bei Sander, Min.-Chem. II. Suppl.
 47. Von Kangerdluarsuk, Grönland. Umwandlungsprodukt des Sodaliths; anal. J. Lorenzeu, Meddel. om Grönl. 1884, 7; Z. Kryst. **11**, 316 (1886).
 48. Von Monte Catini, Toscana; anal. E. Manasse, Proc. verbali, Soc. tosc. di Sc. natur. Pisa **15**, 20 (1906); Z. Kryst. **44**, 658 (1907).

Diese Analyse bezieht sich auf das Material, welches G. Meneghini auf Grund der Analyse E. Bechis als Sloanit bezeichnet hatte (vgl. S. 312).

49. Von Bergen Hill, N. Jersey; anal. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 207 u. 419, 284 (1910). (Vgl. auch Analyse Nr. 34.)

Natrolithe mit merklichem Kalkgehalt.

Es handelt sich hier bereits um solche Natrolithe, welche größere Mengen des Skolezitsilicats enthalten; die Abgrenzung ist nicht immer leicht, da oft Mesolithe als Natrolithe bezeichnet wurden, wie der von K. Preis analysierte aus dem Diabas von Kuchelbad, welcher über 6% CaO enthält; diese Analysen sind übrigens wegen der großen Beimengung an CaCO₃ nicht verlässlich und sollen hier nicht angeführt werden.

Andererseits habe ich einige Analysen bei Natrolith untergebracht, welche von den Analytikern als Mesolith bezeichnet wurden, weil der Kalkgehalt für Mesolith nicht hoch genug ist und die Diagnose daher fehlerhaft sein dürfte.

Die kalkhaltigen Natrolithe sind als Galaktite bezeichnet worden (vgl. S. 311), welcher Name sehr brauchbar erscheint.

¹⁾ Als FeO berechnet.

²⁾ Davon entwichen bis 100° 0,39%.

³⁾ Siehe unten.

	50.	51.	52.	53.	54.
Na ₂ O . . .	14,25	9,00	9,68	14,66	11,30
K ₂ O . . .	—	—	0,45	—	—
MgO . . .	—	0,40	—	—	—
CaO . . .	3,00	3,60	4,36	4,87	4,31
Al ₂ O ₃ . . .	27,91	27,43	26,84	24,89	27,11
SiO ₂ . . .	44,22	48,34	46,99	43,66	47,84
CO ₂ . . .	—	—	—	3,83 ¹⁾	—
H ₂ O . . .	10,20	11,20	11,05	8,09 ²⁾	10,24
	99,58	99,97	99,37	100,00	100,80

50. Von Bözingen, Kaiserstuhl; anal. A. Knop, Der Kaiserstuhl 1892, 131.

51. Vom Fassatal; anal. H. Hlasiwetz bei A. Kennigott, Über miner. Forsch. 1858, 71.

52. Galaktit von Glen Farg, Bishoptown, Schottland; anal. K. v. Hauer, Sitzber. Wiener Ak. **12**, 291 (1854).

53. Von Glen Farg, Schottland; anal. F. Heddle, Phil. Mag. **11**, 272 (1856). — Campse Hil; anal. wie oben. Vgl. Analyse Nr. 41.

54. Table Mountain, Golden, Colorado; anal. W. F. Hillebrand, vgl. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 284 (1910).

Hier noch einige Mesolithanalysen, welche aber ihrer chemischen Zusammensetzung zufolge nicht als solche, sondern als Natrolithe zu bezeichnen sind und am besten als Galaktite benannt werden könnten.

	55	56.
Na ₂ O	11,27	10,54
CaO	4,46	3,56
Al ₂ O ₃	26,70	27,19
SiO ₂	44,14	45,20
H ₂ O	12,76	13,00
	99,33	99,49

55. Von Löbau; anal. Peck bei A. Frenzel, Miner. Lexik. Sachsens, 1874, 204.

56. Von Landkrone bei Görlitz; anal. H. Traube, Min. Schlesiens, 1888, 144.

Der Kalkgehalt kann jedoch auch durch Verunreinigungen, ebenso wie einen etwaigen Magnesiagehalt bewirkt sein.³⁾ St. J. Thugutt hat auch auf diese Verunreinigungen, sowie auf eine mechanische Beimengung von Diaspor und Hydrargillit aufmerksam gemacht. Er hat in dieser Hinsicht einen Natrolith genau untersucht.

	57.	68.	59.	60.	61.
δ	2,26	—	—	—	—
Na ₂ O . . .	15,52	15,96	—	15,96	16,3
K ₂ O . . .	0,13	0,14	—	0,14	—
MgO . . .	0,04	0,04	0,04	—	—
CaO . . .	0,11	0,11	0,11	—	—
FeO . . .	0,11	0,11	0,11	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	26,09	26,84	—	26,84	26,8
SiO ₂ . . .	46,01	47,34	—	47,34	47,4
CO ₂ . . .	12,31	9,77	0,20	—	—
H ₂ O . . .	—	—	—	9,57	9,5
	100,32	100,31	0,46	99,85	100,0

¹⁾ Aus dem CaO-Gehalt berechnet.

²⁾ Aus der Differenz berechnet.

³⁾ Vgl. S. 313.

57. Analyse des Natroliths von Leitmeritz. Der Glühverlust beträgt 12,31 %, während das direkt bestimmte Wasser 12,23 % beträgt; anal. St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1909, 679.

58. Zusammensetzung des im Verhältnis von 9,77 % Glühverlust berechneten Natrolithgemenges.

59. Die Oxyde der Magnesia, des Kalkes und Eisens als Carbonate berechnet.

60. Der nach Abzug der Carbonate von Natrolithgemenge O berechnete Rest.

61. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Die Verwitterung zeigen noch folgende Analysen:

	62.	63.
Na_2O	12,21	2,05
MgO	—	Spur
CaO	2,48	7,45
Al_2O_3	27,93	28,60
Fe_2O_3	—	2,12
SiO_2	47,01	44,16
H_2O	10,57	15,50
	100,30	99,88

Davon 3,07 % zwischen 100—105 %.

62. Galaktit von Zebra-Zkaru (Rußland); anal. K. D. G l i n k a, Trans. Soc. Nat. St. Petersb. 24, 106; Z. Kryst. 46, 286 (1907).

63. Verwitterter Galaktit; anal. wie oben.

Natrolith - Spreustein.

Es wurden bereits S. 315 einige ältere Analysen des „Spreusteins“ gegeben, welche als Natrolith bezeichnet waren; nach den Untersuchungen von St. J. Thugutt¹⁾ ist der Spreustein ein Gemenge von Natrolith, Hydrargillit und Diaspor.

St. J. Thugutt hat bei seinen Untersuchungen über Hydronephelit den Spreustein näher untersucht. Zwei Analysen des Spreusteins ergaben folgende Zahlen (vgl. S. 308):

	64.	65.
Na_2O	13,39	14,01
K_2O	0,12	0,29
MgO	—	0,06
CaO	0,80	0,08
Al_2O_3	25,77	27,45
Fe_2O_3	0,16	0,49
SiO_2	41,37	39,42
H_2O	12,85	13,78
Unlöslicher Rest	5,87	4,66
	100,33	100,24

64. Dieser Spreustein besteht aus 89,90 % Natrolith, 6,35 % Diaspor, 3,61 % Hydrargillit und 0,46 % Laumotit. Siehe auch bei St. J. Thugutt S. 308 von Langensundfjord.

65. Dieser Spreustein besteht aus 87,77 % Natrolith, 4,25 % Diaspor und 7,23 % Hydrargillit (vgl. S. 308).

¹⁾ N. JB. Min. etc. 1910, I, 30.

Eisennatrolith.

Ein eisenhaltiger Natrolith wurde so genannt von C. Bergemann.

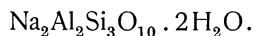
Nach W. C. Brögger rührt der Eisengehalt von Einschlüssen eines chloritartigen Minerals, vielleicht Stilpnomelan, her.

	66.
δ	3,353
Na_2O	14,04
MnO	0,55
FeO	2,40
Al_2O_3	18,94
Fe_2O_3	7,49
SiO_2	46,54
H_2O	9,37
	99,33

66. Von Brevik (Norwegen); anal. C. Bergemann, Pogg. Ann. **84**, 491 (1851).

Formel.

Das Verhältnis Na:Al:Si:H₂O ist 2:2:3:2, daher die Formel:



Bei den kalkhaltigen Natrolithen müssen wir ein analog zusammengesetztes Calciumsilicat als amorph beigemischt annehmen.

Konstitution. Die Frage nach der Konstitution des Natroliths hängt mit jener allgemeinen zusammen, wie man sich das Wasser in den Zeolithen zu denken hat. Früher wurde angenommen, daß ein Teil des Wassers als Konstitutionswasser, ein Teil als Kristallwasser vorhanden ist. Nach den neueren Anschauungen, besonders jenen von G. Friedel und G. Tammann¹⁾ betrachten wir das Wasser als sogenanntes Zeolithwasser, über dessen Natur jedoch auch verschiedene Ansichten bekannt wurden. Zeolithe sind jedenfalls Körper, welche Wasser wie ein Schwamm aufnehmen können und dasselbe wieder bei Temperaturerhöhung abgeben können. Viele bezeichnen es als Wasser in fester Lösung, andere als adsorbiertes Wasser. Das Wasser der Zeolithe kann auch durch andere Stoffe, wie Alkohol, Benzol, Schwefelkohlenstoff ersetzt werden. F. Grandjean²⁾ hat sogar Stoffe wie Kalomel, Jod- und Bromdämpfe, sowie Quecksilber von Zeolithen adsorbieren lassen. Man wird daher wohl das zeolithische Wasser als Adsorptionswasser ansehen müssen (vgl. auch Bd. II, S. 71 u. 74).

G. Tammann³⁾ hat gezeigt, daß sich der Wasserdampfdruck der Stoffe kontinuierlich ändert. G. Tammann hat die Dampfspannungskurve der Zeolithe untersucht. Es ergab sich, daß der Wasserdampfdruck sich kontinuierlich mit der Zusammensetzung ändert. Bei Dampfdrücken bis 1 mm scheint die Wasserentziehung umkehrbar zu sein. Wenn jedoch eine größere Entziehung von Wasser stattgefunden hat, so daß der Dampfdruck unter jene Zahl herabsinkt, so stellt sich bei der Wasseraufnahme beim früheren Druck nicht mehr

¹⁾ G. Friedel, Bull. Soc. min. **19**, 93 u. 363 (1896).

²⁾ F. Grandjean, ibid. **33**, 31 (1910).

³⁾ G. Tammann, Z. f. phys. Chem. **27**, 327 (1898).

derselbe, sondern ein kleinerer Wassergehalt ein, es verhalten sich die Zeolithe hier entgegengesetzt wie das Gel der Kieselsäure nach J. M. van Bemmelen. Trägt man auf der Abszisse die Wasserverluste in Grammolekül und auf der Ordinate die Dampfspannung in Millimeter auf, so verläuft die Kurve für Natrolith zuerst fast horizontal, dann biegt sie allmählich um und von 0,1 g.-Mol. an verläuft sie fast vertikal.

E. Sommerfeldt¹⁾ hat untersucht, ob für die Zeolithe die gewöhnlichen Gesetze der Thermodynamik anwendbar sind und kommt zu einem negativen Resultat. Es handelt sich also hier nicht um feste Lösungen, sondern um Adsorptionen.

F. Rinne²⁾ kommt namentlich beim Studium der Veränderungen der Zeolithe bei der Erwärmung zu dem Resultate, daß die Vereinigung des Wassers mit dem Silicat als feste Lösung aufzufassen ist. In gleichmäßiger Weise sind die Wasserteilchen zwischen denen des Silicats verteilt und zwar in jedem Zustande der Wasserführung. Dagegen hatten sich E. Mallard und G. Friedel ausgesprochen. F. Zambonini³⁾ schreibt den Zeolithen, welche er den Kieselgelen vergleicht, Zellenstruktur zu und C. Doelter⁴⁾ glaubt an Adsorptionen. F. Rinne,⁵⁾ welcher die verschiedenen Ansichten bespricht, kommt zu dem Resultate, daß sie als kristalline Stoffe mit amikroskopischem Kolloidzustand aufzufassen sind.

Eine bemerkenswerte Hypothese rührt von G. Tschermak her,⁶⁾ er zerlegt die Formel der Zeolithe in ein wasserfreies Silicat und in Kieselsäure. So schreibt er Natrolith $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{SiO}_4$. Die Zeolithe sind saure Salze, in welchen bloß ein Teil des Wasserstoffs durch Na, Al oder Ca, Al ersetzt ist. C. Doelter⁷⁾ hat diese Anschauung weiter ausgeführt und durch eine Reihe von Synthesen gezeigt, daß in den Zeolithen wirklich ein Feldspat, bzw. ein Nephelinkern steckt.

Da jedoch durch spätere Untersuchungen nachgewiesen wurde, daß das Wasser sich ähnlich wie Adsorptionswasser verhält, so tritt die Frage auf, ob dies mit jener Hypothese noch vereinbar ist. Man kann sich jedoch ganz gut denken, daß es die Kieselsäure ist, welche das Wasser adsorbiert, jedenfalls ist dies nicht unmöglich. Andererseits hat man auch später Zeolithe darstellen können, welche verschiedenen Kieselsäuregehalt führen. Es ist dies F. Singer⁸⁾ gelungen. Wenn sich durch mikroskopisch-optische Untersuchungen der Nachweis führen ließe, daß es sich dabei um homogene Körper handelt, so könnte man sich denken, daß jene Feldspat- oder Nephelinkerne vielleicht die Fähigkeit besitzen, Kieselsäure zu adsorbieren, welche einen mit dem Dampfdruck der Umgebung wechselnden Wassergehalt besitzen.

Jedenfalls sind noch weitere Untersuchungen nötig, um über die Konstitution Aufschluß zu erhalten, und jene wichtige Frage muß zuerst gelöst werden, ehe wir die Konstitution der Zeolithe erkennen können.

¹⁾ E. Sommerfeld, N. JB. Min. etc. 1903, II, 134.

²⁾ F. Rinne, N. JB. Min. etc. 1897, II, 28; 1899, I.

³⁾ F. Zambonini, Atti R. Accad. **14** (1908).

⁴⁾ C. Doelter, Physik.-chem. Min. S. 168 ff.

⁵⁾ F. Rinne, Fortschr. d. Miner. etc. **3**, 168 (1913).

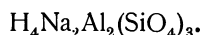
⁶⁾ G. Tschermak, Lehrb. d. Miner. Wien 1885, 490.

⁷⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 11.

⁸⁾ F. Singer, Inaug.-Diss. (Berlin 1910).

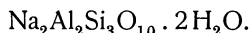
Der wichtigen Frage gegenüber, ob die Kieselsäure ein Additionsprodukt ist, und wie das Wasser sich verhält, treten die anderen, zumeist älteren Ansichten über die Konstitution dieser Mineralien, soweit sie die Verbindung als eine nur atomistische auffassen, in den Hintergrund.

Die Ansichten von F. W. Clarke¹⁾ basieren noch auf der Anschauung, daß das Wasser in die Formel aufzunehmen wäre; er schreibt für Natrolith:

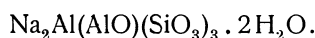


Später hat er jedoch gezeigt, daß H_2O durch NH_4O ersetzbar ist, daß also das Wasser kein Konstitutionswasser sei. (Vgl. unten).

E. Dana²⁾ schreibt:



P. Groth³⁾ nimmt die Formel an:

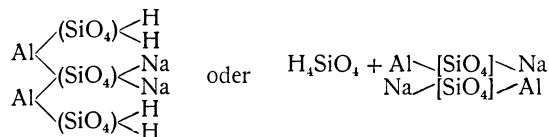


St. J. Thugutt⁴⁾ hält den Natrolith für das Salz einer beständigen Tonkieselsäure $\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_{10} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, welche im Pyrophyllit und Razumoffskyn frei vorhanden sein soll.

F. Zambonini⁵⁾ hat gezeigt (vgl. S. 319), daß das Wasser kein Konstitutions- oder Kristallwasser sei.

Wichtig für die Konstitution des Natroliths sind auch die Versuche zur Isolierung der Kieselsäure aus Natrolith. Natrolith von Groß Priesen ergab die Orthokieselsäure. G. Tschermak⁶⁾ stellte auf Grund dieser Untersuchung die Formel $\text{H}_4\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ auf.

E. Baschieri⁷⁾ fand bei Natrolith von Monte Catini, nach der G. Tschermakschen Methode isoliert, ebenfalls Orthokieselsäure. Er stellte die Konstitutionsformel auf:



Wassergehalt. Früher bestand die Ansicht, daß das Wasser im Natrolith zu dessen Konstitution gehöre. C. F. Rammelsberg rechnet es zum Kristallwasser. A. Damour⁸⁾ zeigte die Fähigkeit der Wiederaufnahme des entwässerten Natroliths an Natrolith von Salesl. Die Entwässerungskurve wurde zuerst von G. Friedel untersucht. Der Wassergehalt wächst sehr langsam bis 250° , wobei das verjagte Wasser als Zeolithwasser zu bezeichnen ist. Bei 280° tritt innerhalb eines Intervalls von $10'$ das gesamte Wasser aus.

¹⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. **48**, 187 (1895); Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 125, 32 (1895).

²⁾ E. Dana, *ibid.* [4], **9**, 345 (1900).

³⁾ P. Groth, Tabell. Übersicht. 1898.

⁴⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 600 (1894).

⁵⁾ F. Zambonini, vgl. S. 319.

⁶⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **114**, I, 455 (1905); Z. f. phys. Chem. **53**, 349 (1905).

⁷⁾ E. Baschieri, Proc. verb. Soc. toscana d. sc. nat. Pisa, 3. März 1907; N. JB. Min. etc. 1908, II, 314.

⁸⁾ A. Damour, C. R. **44**, 975 (1857).

Das Wasser wird wieder in feuchter Luft aufgenommen und sogar zirka 3%_c mehr. Bei zirka 280° wird die Kurve fast horizontal, doch findet sich kein deutlicher Knickpunkt. Nach G. Friedel¹⁾ ist das Wasser nur mechanisch zwischen den Kristallteilchen beigemischt.

Die Versuche wurden an Natrolith von Salesl und an solchem von der Auvergne ausgeführt, die Kurven sind ähnliche, jedoch ist das Verhalten etwas verschieden, wenn man mehrere Entwässerungen und Wiederaufnahmen des Wassers durchführt. Bemerkenswert ist, daß durch die Wiederholung dieser Operationen schließlich das Mineral die Fähigkeit zur Wiederaufnahme des Wassers verliert, wobei zuerst bei der Wasseraufnahme eine Dilatation des Kristallnetzes eintritt, welche aber, wenn sie eine gewisse Größe überschritten hat, die erneute Kondensation nicht mehr zuläßt. F. Zambonini²⁾ hat Versuche mit Natrolith von Salesl ausgeführt. Hier seine Zahlen:

110°	0,12%
205	0,16
240	0,25
264	0,46
278	0,81
297	1,57
324	9,41

Die Kurve ist anfangs fast horizontal, wird zum Schluß fast vertikal. Zwischen den Zahlen von F. Zambonini und jenen von G. Friedel existieren insofern Unterschiede, als nach ersterem der größere Teil des Wassers zwischen 300° und 324° entweicht. Der Unterschied kann z. T. von der Korngröße abhängen. Doch stimmen beide darin überein, daß ein Knick nicht auftritt. Weiter wurden nach neuerlicher Wasseraufnahme nochmals die Gewichtsmengen bestimmt und es ergab sich dabei eine Veränderung des Gewichtes:

0,40%	bei	110°
0,43		205
0,45		240
0,49		264
0,53		278
0,55		297
3,02		324

Der Natrolith verhält sich daher, wie schon G. Friedel konstatierte, doch anders, als die meisten übrigen Zeolithe.

F. Zambonini macht auf die Ähnlichkeit mit den von J. M. van Bemelen untersuchten Hydrogelen aufmerksam.

Während die meisten Forscher heute der Ansicht sind, daß es sich nicht um chemisch gebundenes Wasser bei den Zeolithen handelt, welcher Ansicht außer von den früher erwähnten auch F. Rinne,³⁾ G. Tammann und G. Bodländer sind, hat St. J. Thugutt⁴⁾ einige Bedenken geäußert. Er macht darauf aufmerksam, daß bei der Aufstellung der Zeolithformel zwei Momente

¹⁾ G. Friedel, Bull. Soc. min. 1899, 2284.

²⁾ F. Zambonini, Atti R. Accad. Napoli 14, 117 (1908).

³⁾ F. Rinne, N. JB. Min. etc. l. c., vgl. S. 319.

⁴⁾ St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1909, 677.

zu beachten sind; die absolute Homogenität und der Zerkleinerungszustand des Materials; je nach der Korngröße erhält man verschiedene Zahlen. Je feiner das Korn, je größer die Oberflächenenergie, desto bedeutender die Ergebnisse für Wasser. Eine seltene Ausnahme ist die von Zeolithen, welche beim Zerreiben Wasser abgeben.

Natrolith hat die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Luft, im Maße der sich beim Zerreiben vergrößernden Oberfläche anzuziehen. Die Zeolithe, dann auch Pektolith haben diese Eigenschaft. Die Glühverluste sind bei ihnen für grobes und feinstes Pulver sehr groß. Natrolith von Leitmeritz gibt nach einer Stunde von 12,31% Wasser 0,72 an konz. Schwefelsäure ab, nach weiteren 53 Stunden 1,06% H₂O. Umgekehrt absorbierte er ein Jahr unter einer nicht gedichteten Glasglocke aufbewahrt, noch mehr Wasser aus der Luft. Der Glühverlust betrug dann 13,41%, was der theoretischen Formel Na₂Al₂Si₃O₁₀ · 2H₂O entspricht, welche 13,53% H₂O verlangt. St. J. Thugutt zieht aus seinen Untersuchungen an Natrolith und Apophyllit den Schluß, daß zwischen der ursprünglich vorhandenen und der neu aufgenommenen Wassermenge der Zeolithe kein inniger Zusammenhang existiert. Die Menge desselben ist eine Funktion der Oberflächenenergie, der Tension des Wasserdampfes der Luft und der Expositionsdauer. Die kontinuierliche Wasserabgabe der Zeolithe erklärt sich nach ihm durch gewisse Struktureigentümlichkeiten der Silicatmoleküle, auf die A. Johnsen¹⁾ aufmerksam gemacht hat, welche ihre Lage im Kristallmolekül immer festhalten, während bei normalen Hydraten bei Wasserabgabe ein Einsturz des Kristallgebäudes eintritt. A. Johnsen¹⁾ stellte folgenden Satz auf: Die Wasserabgabe ist auf zwei Eigentümlichkeiten zurückzuführen: Daß das Netz der Silicatmoleküle den Wassermolekülen freien Durchgang gestattet und daß jenes bei Wasserverlust als Ganzes in dasjenige des Anhydrids homogen übergeht. Der Analcim z. B. gibt sein Wasser kontinuierlich ab, stellt aber in jedem Stadium eine homogene Phase dar.

Nach St. J. Thugutt muß die Wasserbestimmung sowohl in größerem Pulver, dessen Korngröße nicht unter 0,5—0,1 mm sinken darf und dann in der fein zerriebenen Portion vorgenommen werden. In letzterer Hinsicht hat W. F. Hillebrand²⁾ ähnliches geäußert.

St. J. Thugutt macht dann noch darauf aufmerksam, daß bei der Analyse, speziell bei der Wasserbestimmung, auch der Einfluß mechanisch beigemengter Carbonate (sogar bei dem anscheinend ganz reinen von Leitmeritz) berücksichtigt werden muß, so von Calcium-, Magnesium- und Ferrocarbonat; ferner sind auch Tonerdehydrate, Diaspor und Hydargillit beigemischt und konnte er dies mikrochemisch nachweisen. Von größter Wichtigkeit ist jedenfalls der Einfluß der Oberfläche, daher fein gepulverter Natrolith eine andere Wassermenge ergeben muß, als gröberer.

Ein Trocknen der Zeolithe bei 100° vor der Wasserbestimmung ist unzulässig, da manche schon bei 54° ihr Wasser abzugeben beginnen.

Physikalische Eigenschaften. Spaltbar nach (110). Dichte 2,17—2,25. Härte 5—5,5.

Glasglanz. Farblos auch gelblich. Lichtbrechung gering. Die Werte sind (für Na-Licht):

¹⁾ A. Johnsen, N. JB. Min. etc. 1903, II, 132.

²⁾ W. F. Hillebrand, Journ. am. Chem. Soc. 31, 1120 (1908).

	N_α	N_β	N_γ	
Auvergne . . .	1,4777	1,4808	1,4901	(K. Zimányi) ¹⁾
Stockö . . .	1,47543	1,47897	1,48866	(W. C. Brögger) ²⁾
Groß-Prießen	1,47813	1,48058	1,48996	(A. Pelikan) ³⁾
Klein-Arö . .	1,47783		1,49047	(J. Lorenzen.) ⁴⁾

Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha = 0,0132 - 0,0124$ für Na-Licht nach A. E. Wülfing
 $N_\gamma - N_\beta = 0,0097 - 0,0093$
 $N_\beta - N_\alpha = 0,0035 - 0,0031$

Achsenwinkel $2V$ für Na-Licht:

Auvergne $60^\circ 18'$,¹⁾ Stockö $62^\circ 15'$,²⁾ Klein Arö $62^\circ 29\frac{1}{2}'$.⁴⁾

E. Palla⁵⁾ fand für Natrolith von Salesl $2E = 89^\circ 55'$ (Na-Licht); für Natrolith von Groß-Prießen (Anal. 31) fand A. Pelikan³⁾: $2E = 96^\circ 13'$ für Li-Licht und $97^\circ 26'$ für Na-Licht.

Der Achsenwinkel wird bei Temperaturerhöhung mäßig verkleinert.

A. Des Cloizeaux⁶⁾ fand für Rot $2E = 98^\circ 33'$ bei $8,8^\circ \text{C}$ und $98^\circ 0'$ bei $105,5^\circ \text{C}$.

J. Lorenzen fand für Na-Licht $2E = 98^\circ 58'$ bei 15° und $90^\circ 55'$ bei $307,9^\circ$. Die Messungen des ersteren bezogen sich auf Natrolith von der Auvergne, die von J. Lorenzen auf solchen von Klein-Arö.

Spezifische Wärme nach J. Joly⁷⁾ 0,2375. Nach G. Hankel pyroelektrisch.⁸⁾ Nach E. Engelhardt (Inaug.-Diss., Jena 1913, 27) starke gelbe Fluoreszenz.

Vor dem Lötrohre leicht zu farblosem Glas schmelzbar, schmilzt auch in der Kerzenflamme.

Chemische Eigenschaften. In Salzsäure unter Abscheidung von Kieselsäure löslich. Alkalische Reaktion nach A. Kenngott.⁹⁾ Geglühter Natrolith ist z. T. in heißem Wasser löslich, die Lösung reagiert alkalisch.¹⁰⁾

Chlorcalciumlösung hat geringen Einfluß nach Eichhorn.¹¹⁾

G. Steiger¹²⁾ hat die Einwirkung von destilliertem Wasser auf Natrolith von N. Jersey, bei 70° Fahrenheit versucht; es wurden $\frac{1}{2}$ g Natrolith mit 50 ccm Wasser durch einen Monat lang behandelt und betrug der Alkaligehalt in der Lösung $0,30\%$ gegen $15,79\%$ im Mineral.

St. J. Thugutt konstatierte eine bedeutende Löslichkeit (vgl. S. 325).

O. Mulert¹³⁾ berechnet die Lösungswärme mit $0,5446$ Kal. pro g und die Bildungswärme zu $95,76$ Kal.

¹⁾ K. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 342 (1894).

²⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 635 (1890); vgl. auch die Messungen von Artini in C. Hintze, Miner. II, 1682.

³⁾ A. Pelikan, Sitzber. Wiener Ak. **111**, 334 (1902).

⁴⁾ J. Lorenzen bei W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 612 (1890).

⁵⁾ E. Palla, Z. Kryst. **9**, 388 (1884).

⁶⁾ A. Des Cloizeaux, Nouv. Recherches 1867, 585.

⁷⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1887).

⁸⁾ G. Hankel, Sitzber. k. sächs. Ak. **12**, 1 (1878).

⁹⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 77, 307, 769.

¹⁰⁾ A. Damour, Ann. chim. phys. **53**, 445 (1858).

¹¹⁾ Eichhorn, Pogg. Ann. **105**, 130 (1858).

¹²⁾ G. Steiger, Journ. am. chem. Soc. **21**, 437 (1899); Z. Kryst. **34**, 204 (1901).

¹³⁾ O. Mulert, Z. anorg. Chem. **75**, 236 (1912).

Synthese und Stabilitätsfeld. Beim Schmelzen und Wiedererstarrenlassen des Natroliths erhielt ich Nephelin und glasige Kieselsäure. Die Umkristallisierung von natürlichem Natrolith gelang mir¹⁾ in kohlenensäurehaltigem Wasser unter 160°, sie gelang jedoch nicht durch die Zersetzung des Nephelins bei 300°, und ebensowenig durch Addition von Kieselsäure zum Nephelinsilicat, es bildete sich in dem erstgenannten Falle Analcim. Nach meinen Versuchen kann sich aus derselben Lösung sowohl Analcim als auch Natrolith bilden, je nach der Temperatur; bei niedrigerer Temperatur bildet sich der letztere. 1 g Natrolithmischung wurde in 60 ccm Wasser in zugeschmolzener Röhre bei 90° durch 200 Stunden behandelt, wobei sich Natrolithkriställchen bildeten. Auch aus einer Mischung von der Zusammensetzung des Analcims ergab sich unter gleichen Verhältnissen Natrolith, als natürlicher Natrolith als Impfkörper zugesetzt worden war. Daneben hatte sich Diaspor gebildet. Die Analyse des Produktes ergab bei dem erstgenannten Versuch folgende Zahlen:

Al ₂ O ₃	37,5
SiO ₂	40,1
H ₂ O	12,3

Da die kristallisierten Tonerdehydrate wenig von HCl angegriffen werden, wurde eine Trennung des Natroliths von diesen versucht. Die Zahlen, welche ich erhielt, stimmen mit einem etwas durch Tonerdehydrat verunreinigten Natrolith überein:

Na ₂ O	14,8
Al ₂ O ₃	29,1
SiO ₂	46,8
H ₂ O	9,3

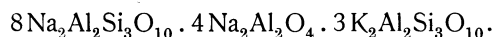
Ferner habe ich Natrolithmischung mit 70 ccm H₂O in verschlossenem Rohr durch 72 Stunden bei 180—190° erhitzt und mit Analcimkriställchen eingepft. Es ergab sich ein Gemenge von Analcim und Diaspor.

In konzentrierten Lösungen bildet sich aus Natrolithlösung bei 90° Natrolith, dagegen bei 190° Analcim. Aus Analcimlösung entsteht bei 90° und bei Impfung mit Natrolith dieser, dagegen bei 190° Analcim. Konzentrierte Lösungen geben leichter Analcim, verdünnte eher Natrolith (vgl. bei Genesis).

St. J. Thugutt²⁾ hat Eläolith von Miasc, und zwar 3,2 g in 500 ccm Wasser durch 103 Stunden bei 222—231° behandelt, und erhielt in der Lösung das Produkt Anal. 1, bei wiederholter Behandlung bei 181—210° das Produkt Anal. 2, das zurückbleibende Silicat, welches neben Natrolith vorhanden war, hat die Zusammensetzung Anal. 3.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	0,1691	0,0675	2,60
K ₂ O	0,0359	0,0073	9,35
Al ₂ O ₃	0,1480	0,035	36,36
SiO ₂	0,0901	0,051	43,00
H ₂ O	—	—	10,68
			101,99

St. J. Thugutt deutet den Vorgang für folgende Konstitutionsformel des Nephelins:



¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 134; Tsch. min. Mit. 25, 106 (1906).

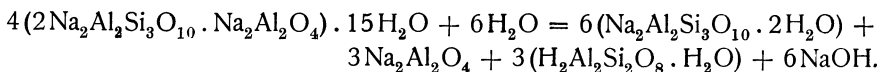
²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 587 (1895).

St. J. Thugutt¹⁾ erhielt künstlichen Natrolith durch Behandlung im Digestor seines Nephelinhydrats (vgl. S. 310) mit 500 ccm und dann mit 380 ccm Wasser durch 296 Stunden, daneben bildete sich Nakrit.

Unter 4 ist die Zusammensetzung des Gemenges von Natrolith und Nakrit, unter 5 die des Natroliths, unter 6 die des Nakrits gegeben.

	4.	5.	6.
Na ₂ O	12,61	12,61	—
K ₂ O	—	20,75	—
Al ₂ O ₃	29,52	—	8,77
SiO ₂	47,49	36,61	10,88
H ₂ O	10,38	7,32	3,06
	100,00	77,29	22,71

Der Vorgang läßt sich durch folgende Gleichung darstellen:



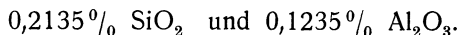
Einen Kalinatrolith hat St. J. Thugutt²⁾ hergestellt, durch Einwirkung von Kaliumcarbonatlösung auf Vertreter der Sodalith- und Nephelingeruppe. Dieser Kalinatrolith (7) wird durch 5% Na₂CO₃-Lösung wieder in einen Natrolith umgewandelt, welcher jedoch zwei Moleküle mehr Wasser enthält, als der natürliche. Die Zusammensetzung siehe S. 326 Anal. 1.

	7.
Na ₂ O	—
K ₂ O	21,25
Al ₂ O ₃	23,44
SiO ₂	41,81
H ₂ O	13,50
	100,00

Im Anschluß an die Arbeiten von J. Lemberg hat St. J. Thugutt auch auf Natrolith vom Hohentwiel 1% Ätzkalilösung einwirken lassen. Es bildete sich folgendes Silicat (8):

	8.
K ₂ O	22,62
Al ₂ O ₃	23,89
SiO ₂	41,06
H ₂ O	10,77
	98,34

In Lösung waren gegangen nach 97 Stunden bei 205—211°:



St. J. Thugutt³⁾ hat auch aus Natrolith Sodalith erhalten, indem er denselben mit Aluminiumchlorid und Natriumhydroxyd und 150 ccm H₂O durch 77 Stunden bei 193—194° behandelte; dasselbe gelang bei Kalinatrolith.

¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 559 (1895).

²⁾ St. J. Thugutt, ebenda S. 568 (vgl. auch bei Kalizeolithen im Späteren).

³⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 9, 577 (1895).

Künstliche Zersetzung und Umwandlung des Natroliths.

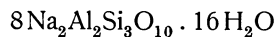
Als St. J. Thugutt den früher erwähnten Kalinatrolith mit 100 ccm 5 %iger Natriumcarbonatlösung behandelte, erhielt er das folgende Silicat, dessen Formel $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ist.

	1.
Na_2O	15,20
Al_2O_3	24,23
SiO_2	43,16
H_2O	17,48
	100,07

Ferner hat St. J. Thugutt¹⁾ Kaolin mit 1 %iger Natronlauge behandelt. In Lösung gingen nach 96 Stunden: 0,057 % SiO_2 und 0,05 % Al_2O_3 . Der Versuch dauerte 405 Stunden und war bei 200—206° ausgeführt. Das erhaltene Produkt hat folgende Zusammensetzung:

	2.
Na_2O	17,62
Al_2O_3	29,06
SiO_2	45,17
H_2O	8,65
	100,50

Die Analyse des Produkts stimmt gut überein mit den Zahlen, welche aus der Formel:



berechnet werden. Es unterscheidet sich vom Natrolith durch ein Plus von Natriumaluminat und ein Minus von Wasser.

Aus Sodalith von Ditró erhielt St. J. Thugutt²⁾ durch Einwirkung von Wasser bei 117 stündiger Erhitzung bei 193—198° ein Gemenge von Natrolith und Nakrit (vgl. die Zahlen bei Sodalith, S. 243).

J. Lemberg³⁾ hat auch aus Skolezit durch Behandlung mit Chlornatriumlösung bei 100° Natrolith gebildet. Der Versuch dauerte einen Monat. Durch Behandlung mit 20 %iger CaCl_2 -Lösung gelang die Rückbildung des Skolezits.

	3.	4.
Na_2O	16,11	4,18
CaO	—	10,38
Al_2O_3	26,77	26,27
SiO_2	46,75	45,76
H_2O	10,37	13,41
	100,00	100,00

Natrolith vom Hohentwiel (Anal. 5) wurde nach fünfmonatiger Digestion mit K_2CO_3 -Lösung in ein Kalisilicat umgewandelt (Anal. 6), welches durch dreitägige Digestion mit Na_2CO_3 -Lösung (Anal. 7) und mit einer NaCl -Lösung (Anal. 8) wieder zu Natrolith regeneriert wurde. Nach viertägiger Behandlung mit KCl -Lösung wurde wieder Kalisilicat erhalten (Anal. 9).⁴⁾

¹⁾ St. J. Thugutt, l. c. S. 594.

²⁾ St. J. Thugutt, l. c. S. 574.

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 580 (1887).

⁴⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 551 (1876).

	5.	6.	7.	8.	9.
Na ₂ O . . .	15,88	0,43	15,75	15,90	—
K ₂ O . . .	—	21,31	—	—	22,00
Al ₂ O ₃ . . .	27,31	26,04	27,98	27,86	25,84
SiO ₂ . . .	47,61	42,92	46,48	46,08	42,87
H ₂ O . . .	9,96	9,30	9,79	10,16	9,29
	100,76	100,00	100,00	100,00	100,00

Der künstlich erhaltene Natrolith (Anal. 10) drei Monate mit CaCl₂-Lösung digeriert (11):

	10.	11.
Na ₂ O	15,51	13,15
CaO	0,86	2,94
SiO ₂	44,34	44,20
Al ₂ O ₃	29,10	28,95
H ₂ O	10,19	10,76
	100,00	100,00

Natrolith von Hohentwiel wurde von J. Lemberg¹⁾ durch 687 Stunden bei 200—230° mit Wasser behandelt (Anal. 12). Das Wasser zeigte alkalische Reaktion. Das in diesem Versuch erhaltene Produkt wurde 150 Stunden lang mit KCl-Lösung behandelt (Anal. 13).

Natrolith von Leipa²⁾ (Anal. 14), zu Glas geschmolzen, wurde 290 Stunden bei 210—220° mit 15% iger K₂CO₃-Lösung behandelt (Anal. 15).

Das erhaltene Silicat wurde dann mit einer Lösung von 15% NaCl und 5% Na₂CO₃ 148 Stunden bei 210—215° erhitzt, es bildet sich Analcim, in Würfeln und ein NaCl-haltiges Silicat (Anal. 16).

Das Produkt des vorigen Versuchs (Anal. 16) mit 20% iger K₂CO₃-Lösung 126 Stunden bei 210—215° behandelt (Anal. 17).

	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Na ₂ O . . .	15,79	—	16,29	—	16,77	—
K ₂ O . . .	—	21,62	—	22,22	4,13	22,18
Al ₂ O ₃ . . .	27,44	27,62	27,07	24,88	27,02	25,12
SiO ₂ . . .	48,40	49,22	46,95	42,56	45,96	41,83
H ₂ O . . .	8,37	1,54	9,69	10,34	6,12	10,87
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Geschmolzener Natrolith vom Hohentwiel bei 210—215° durch 200 Stunden mit 16% iger Na₂CO₃-Lösung behandelt, wird in Cancrinit umgewandelt³⁾ (Anal. 18).

	18.
Na ₂ O	15,83
Al ₂ O ₃	26,07
SiO ₂	43,85
Na ₂ CO ₃	6,65
H ₂ O	6,97
	99,37

J. Lemberg⁴⁾ führte auch die Umwandlung des Natroliths in Analcim aus, und auch die Rückbildung gelang.

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 642 (1888).

²⁾ J. Lemberg, ebenda **39**, 581 (1887).

³⁾ J. Lemberg, ebenda S. 583.

⁴⁾ J. Lemberg, ebenda S. 582.

Geschmolzener Natrolith wurde ein Jahr lang mit 20% iger K_2CO_3 -Lösung bei 100° behandelt und ergab das Resultat (Anal. 19).

Das Produkt Anal. 15 wurde durch 10 Tage lang mit NaCl-Lösung bei 100° behandelt und ein Produkt erhalten, welches nach J. Lemberg vielleicht ein basisches Glied der Skolezitreihe ist, Anal. 20.

Das Produkt der Anal. 20 590 Stunden lang bei 210—220° mit reinem Wasser behandelt, ergab Würfel von Analcim (Anal. 21).

	19.	20.	21.
Na_2O	—	14,06	15,74
K_2O	20,33	—	—
Al_2O_3	22,73	23,59	27,15
SiO_2	40,48	41,59	48,87
H_2O	16,46	20,76	8,24
	100,00	100,00	100,00

Ferner wurde geschmolzener Natrolith durch 13 Monate mit 15% iger Lösung von Na_2CO_3 in der Absicht behandelt, Analcim darzustellen; es bildete sich ein Gemenge, daher wurde das gebildete Produkt durch 588 Stunden bei 210—220° mit reinem Wasser behandelt und es ergaben sich Analcimwürfel. Es bestätigte dies meine Ansicht, daß sich der Analcim bei dieser Temperatur leichter bildet als Natrolith (Anal. 22).

Das vorige Produkt durch 105 Stunden mit KCl-Lösung bei 210—215° behandelt, ergibt das Produkt Anal. 23.

Das Produkt Anal. 23 165 Stunden lang bei 210—215° mit 16% iger Na_2CO_3 -Lösung behandelt, ergab Cancrinit Anal. 24.

	22.	23.	24.
Na_2O	15,74	—	16,22
K_2O	—	21,73	—
Al_2O_3	27,10	27,41	26,54
SiO_2	48,89	49,70	44,33
Na_2CO_3	—	—	5,02
H_2O	8,27	1,16	6,77
	100,00	100,00	98,88

Einwirkung von Wasser. Nebst den S. 324 angeführten Versuchen St. J. Thugutts sind noch einige andere zu erwähnen:

C. Doelter¹⁾ behandelte Natrolith in destilliertem Wasser, wobei sich eine teilweise Löslichkeit bzw. Zersetzbarkeit ergab.

Die Gesamtmenge des Gelösten betrug bei 0,352 g nach 14 Tagen 0,074 g. Davon waren gelöst 18,6% SiO_2 , 1,42% CaO, während die Menge von Al_2O_3 zu klein war, um bestimmt werden zu können.

Mit 10% iger Natroncarbonatlösung durch 14 Tage behandelt, waren gelöst ca. 25%. Der lösliche Teil bestand aus 89,2% SiO_2 , 1,8% CaO und 8,9% Al_2O_3 .

Natrolith von Oberschaffhausen mit kohlenensäurehaltigem Wasser bei 120° durch 24 Tage behandelt, ergab 9% löslichen Anteil, wobei das Verhältnis $SiO_2:Al_2O_3:CaO = 10:7,4:1$.

Als Nephelin vom Vesuv mit flüssiger Kohlensäure bei 28° C durch

¹⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 11, 327 (1890).

20 Tage behandelt worden war, löste sich sehr viel CaO, dagegen sehr wenig Tonerde. Es scheint sich dabei Natrolith neu gebildet zu haben.

J. Lemberg¹⁾ behandelte Natrolith vom Hohentwiel 687 Stunden bei 250° mit Wasser; er zeigte dann einen Na₂O-Gehalt von 8,37%. Das Wasser reagierte alkalisch.

Vor kurzem hat St. J. Thugutt²⁾ gezeigt, daß Natrolith von Leitmeritz mit 190 ccm behandelt, 25% löslichen Anteil ergeben.

	25.	26.	Mol.-Verhält.	27.
Na ₂ O	15,96	15,14	0,965	} 0,59
K ₂ O	0,14	0,07	0,003	
MgO	0,04	0,05	—	—
CaO	0,11	0,13	—	—
FeO	0,11	—	—	—
Al ₂ O ₃	26,84	} 25,86	1,000	10,33
Fe ₂ O ₃	—			
SiO ₂	47,34	43,79	2,870	70,27
H ₂ O }	} 9,77	} 11,01	—	} 18,81
CO ₂ }				
R ³⁾	—	4,06	—	—
	100,31	100,11	—	100,00

- 25. Analyse des unzersetzten angewandten Natroliths.
- 26. Gemenge von nicht angegriffenem Natrolith und zweier neuer Zersetzungsprodukte, einem in HCl löslichen und einem zweiten unlöslichen.
- 27. In HCl unlöslicher Anteil, bei 106° getrocknet.

Was nun die kolloide Lösung anbelangt, so konnte sie mit konzentrierter Salzsäure koaguliert werden. Daneben schied sich nach sieben Wochen ein aus Globuliten und kleinen Prismen bestehender Absatz aus. Die chemische Analyse der Mikronen, Submikronen und Amikronen, welche sehr verschieden sind, zeigt, daß das chemische Gleichgewicht des Systems durch die Einwirkung des Wassers stark gestört wurde.

Einwirkung von Eisenvitriol. K. Dalmer⁴⁾ behandelte Natrolithpulver mit Eisenvitriollösung bei Zimmertemperatur, wobei eine kleine Menge von Natron durch Eisenoxydul ersetzt wurde, im Filtrat war keine Tonerde. Die Veränderung ist daher eine geringe.

Unter 28 sind die Analysenzahlen für Natrolith, unter 29 die für den mit Eisensulfat behandelten Natrolith angeführt.

	28.	29.
Na ₂ O	16,36	14,99
FeO	—	2,10
Al ₂ O ₃	26,60	26,61
SiO ₂	47,55	47,02
H ₂ O	9,29	9,01
	99,80	99,73

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 40, 642 (1888).
²⁾ St. J. Thugutt, C. R. Soc. des Sc. de Varsovie, 6. Jahrg. 655 (1913).
³⁾ Rückstand.
⁴⁾ K. Dalmer, N. JB. Min. etc. 1878, 257.

Einwirkung von Silbernitrat und Thalliumnitrat. G. Steiger¹⁾ hat nebst anderen Zeolithen auch den Natrolith mit Silbernitrat dann mit Thalliumnitrat (32) behandelt.

Unter 30 sind die Zahlen für den mit 10 % iger Silbernitratlösung behandelten Natrolith von Bergen Hill (siehe Analyse Nr. 49), unter 31 die für mit der vierfachen Menge von AgNO₃ behandelten Natrolith angegeben. Im ersten Falle war die Versuchsdauer 18 Stunden, die Temperatur 120°, während im zweiten Falle die Versuchsdauer 22 Stunden, die Temperatur 250—290° betrug.

	30.	31.	32.
Na ₂ O	7,84	0,39	0,34
CaO	0,93	2,50	0,67
Ag ₂ O geb.	20,48	32,30	} Tl ₂ O 55,64
Ag ₂ O frei	—	3,91	
Al ₂ O ₃	10,24	18,54	15,59
SiO ₂	40,45	34,70	26,10
H ₂ O	—	7,32	1,17
	—	99,66	99,51

F. W. Clarke und G. Steiger²⁾ haben Natrolith von Bergen Hill (N. Jersey) mit dem vierfachen Gewichte von getrocknetem Chlorammonium bei 350° in verschlossener Glasröhre behandelt, das Resultat war nach 9 Stunden wie folgt:

	33.	34.	35.	36.
Na ₂ O	15,67	0,37	—	—
NH ₃	—	9,26	9,85	10,14
CaO	1,48	0,34	—	—
Al ₂ O ₃	26,04	29,94	30,52	30,43
SiO ₂	46,62	53,71	53,86	54,06
H ₂ O bei 100°	0,39	0,42	—	—
H ₂ O über 100°	10,18	5,94	5,77	5,37
	100,38	99,98	100,00	100,00

33. Analyse des unzersetzten Minerals.

34. Rückstand nach Kochen mit Na₂CO₃.

35. Derselbe auf 100° berechnet.

36. Theoret. Zusammensetzung des wasserfreien Ammoniumnatroliths.

Umwandlungen in der Natur sind wenige bekannt, dagegen haben wir häufig den Natrolith als Umwandlungsprodukt selbst. So entsteht er aus Albit und Nephelin. Bekannt sind Pseudomorphosen von Natrolith und Prehnit.³⁾ Ch. R. van Hise⁴⁾ gibt dafür folgende Formel:



Die Volumverminderung k beträgt nach ihm 16,12%.

Ferner wurden Umwandlungen in Quarz beobachtet.⁵⁾

¹⁾ G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 262, 75 (1899); Z. Kryst. **43**, 388 (1907).

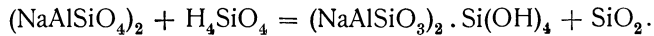
²⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4] **9**, 345 (1900); Z. Kryst. **26**, 65 (1902).

³⁾ R. Blum, Pseudomorphosen, I, 60.

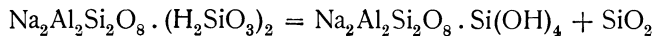
⁴⁾ Ch. R. van Hise, Treat. Metamorph. 334.

⁵⁾ Sillem, N. JB. Min. etc. 1852, 526. — G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **47**, 117.

Dann ist noch auf die Umwandlung des Nephelins in Natrolith und das vorwiegend aus Natrolith neben Tonerdehydraten bestehende „Spreustein“ genannte Gemenge hinzuweisen, so daß die sekundäre Bildung des Natroliths möglich erscheint (vgl. S. 317). Bei der Umwandlung des Nephelins findet eine Anreicherung durch Kieselsäure statt, nach der Formel:



Nach den von mir¹⁾ ausgeführten Versuchen bildet sich Natrolith unter 200°. Die Umbildung aus Analcim geht nach der Formel:



vor sich, wobei natürlich auch die Konzentration der Lösung von Einfluß ist; auch der Druck kann einen gewissen Einfluß ausüben, da ja von ihm auch die Wasseraufnahme abhängig ist. St. J. Thugutt erhielt aus Nephelinhydrat bei 23° Natrolith, die Lösung war sehr verdünnt, daher diese wahrscheinlich die Natrolithbildung begünstigt.

Ich¹⁾ habe behufs Aufklärung dieser Frage Versuche ausgeführt und bekam aus dem dem Natrolith entsprechenden Gemenge unter 200° Natrolith, welcher mit Diaspor gemengt war, also Spreustein. Ferner habe ich versucht, Natrolithsilicat in Analcim umzuwandeln, wobei sich bei allen Versuchen ergab, daß aus Natrolithmischung bei 90° sich wieder Natrolith bildete, dagegen bei 190° Analcim; konzentrierte Lösungen ergaben eher Analcim, verdünnte eher Natrolith.

Genesis. Der Natrolith ist jedenfalls ein bei niedriger Temperatur gebildetes Mineral. Die Umwandlung aus Nephelin und anderen Natron-Tonerdesilicaten hat sich durch warme Gewässer vollzogen, doch kann er nicht, wie der Analcim bei höheren Temperaturen, etwa, wie manche es für letzteren annehmen, durch postvulkanische Prozesse gebildet sein.

Die namentlich von J. E. Hibschr²⁾ und von A. Pelikan³⁾ vertretene Ansicht, daß Zeolithe sich bei der Erstarrung des Magmas in der letzten Phase desselben bildeten, dürfte wohl im allgemeinen möglich sein, insbesondere dürfte dies für den Analcim gelten, welcher nach meinen Versuchen sich bis mindestens 450°, vielleicht sogar bei noch höherer Temperatur existenzfähig ist, was jedenfalls vom Wassergehalt des Magmas abhängig sein würde. Die dagegen vorgebrachten Bedenken, welchen sich auch St. J. Thugutt angeschlossen hat, beziehen sich namentlich auf die Untersuchungen von A. Brun,⁴⁾ welchen übrigens von A. Day und E. S. Shepherd⁵⁾ auf Grund eigener Untersuchungen widersprochen wurde. In keinem Falle waren aber die Ansichten A. Bruns zu verallgemeinern, auch wenn sie für den Kilauea Geltung hätten.⁶⁾

Was aber den Natrolith anbelangt, so dürfte jene Ansicht am wenigsten für ihn Geltung haben, da er ja einer der am spätesten gebildeten Zeolithe ist und aus warmen Quellen sich absetzt.

¹⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **75**, 105 (1906).

²⁾ J. E. Hibschr, Tsch. min. Mit. **23**, 326 (1904).

³⁾ A. Pelikan, Tsch. min. Mit. **25**, 113 (1906).

⁴⁾ L'exhalaison volcanique (Genève 1911).

⁵⁾ A. Day u. E. S. Shepherd, C. R. **157**, 1027 (1913).

⁶⁾ Vgl. auch C. N. Fenner, Ann. N. York Ac. **20**, II, 93 (1910).

Epinatrolith.

Nach St. J. Thugutt¹⁾ existiert noch eine zweite Natrolithart, welche mit der normalen, die wir bisher betrachtet haben, metamer ist, sie ist wahrscheinlich monoklin.

Das Mineral ist mit Comptonit verunreinigt und es liegt ein Gemenge von 12,15% Comptonit mit 88,61% Epinatrolith vor.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	15,17	15,41	14,71
K ₂ O	0,04	0,06	—
CaO	1,68	0,93	0,04
Al ₂ O ₃	27,32	—	23,49
SiO ₂	45,83	46,24	41,34
H ₂ O	10,72	10,74	9,03
	100,76		88,61

1. u. 2. Analyse der verunreinigten Natrolithe von Schömitz bei Karlsbad; anal. St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1911, 406.

3. Natrolith berechnet nach Abzug des Comptonits.

Die Gegenwart des Comptonits wurde mikrochemisch nachgewiesen. Die Metamerie wird vom Verfasser aus dem Verhalten gegenüber einer Mischung von 10% AgNO₃ und 20% K₂CrO₄ abgeleitet.

Der gewöhnliche Natrolith färbt sich nach mehrfachem Glühen mit Silberchromat orangerot; nach Glühen durch 30 Sekunden wird er schließlich gegen Silbernitrat indifferent. Methylenblau färbt blau und nach 30 Sekunden anhaltendem Glühen violett.

Ganz anders verhält sich der Natrolith von Schömitz. Hier hörte die Wirkung von Silbernitrat (mit Kaliumchromat) schon nach 7 Sekunden auf und er ist viermal so empfindlich als die anderen Natrolithe. Nach St. J. Thugutt gäbe es zwei metamere Natrolithe, die eine Art, bei hohen Temperaturen wenig beständige, ist der Epinatrolith.

Es ist wahrscheinlich, daß der Natrolith ein Derivat des Nephelins, der Epinatrolith ein solches des Hauyns ist.

Der Epinatrolith ist in den Phonolithen häufig und ist dort, wie auch in Syeniten Begleiter des Natroliths.

Ob die hier angegebenen Unterschiede eine Abgrenzung von Natrolith rechtfertigen, ist jedoch meiner Ansicht nach nicht sicher.

Natrium-Aluminiummetasilicat und Natrium-Ferrimetasilicat.

Das Silicat NaAlSi₂O₈ kommt in vielen Pyroxenen und Amphibolen vor; rein findet es sich in den Jadeiten, welche bereits im Band II, 1 geschildert wurden. Außerdem kommt dieses Silicat im Glaukophan als wesentlicher Bestandteil vor.

Es ist dimorph, vielleicht trimorph, wenn man die Existenz eines Natronleucits annimmt (siehe bei Leucit unten).

Noch wichtiger ist das analoge und isomorphe Silicat NaFeSi₂O₆. Dieses ist im Akmit rein oder nahezu rein vorhanden, während es in den Ägirinen

¹⁾ St. J. Thugutt, ZB. Min. etc. 1911, 405.

mit anderen Metasilicaten der Pyroxengruppen zusammen erscheint; man hat diese Pyroxene mit viel RO auch unter dem Namen Urbanit abgetrennt, während der Name Lindesit speziell für einen manganhaltigen Pyroxen gebraucht wird, welcher sonst dem Urbanit (Ägirin) nahe kommt.

Als Ägirinaugite sind Übergangsglieder zwischen natron- und eisenoxydreichen Augiten und dem eigentlichen Ägirin (Akmit) zu betrachten. Da jedoch die Bezeichnung Ägirin-Augit mehr eine Bezeichnung ist, welche sich auf optische Eigenschaften stützt, so ist manches, was als solcher bezeichnet ist, chemisch mit dem Ägirin nicht übereinstimmend; es sind Augite mit wenigen Prozenten Natron.

Das Silicat $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$ kommt auch in manchen Amphibolen vor; von diesen haben wir bereits den Arfvedsonit und den Riebeckit, welche durch ihren hohen Gehalt an Eisenoxydul (auch Eisenoxyd) sich auszeichnen, unter den Eisensilicaten behandelt.

Übergänge dieser Pyroxene und Amphibole zu den früher behandelten sind natürlich noch bei anderen Varietäten zu beobachten. So ist der Rhodusit, wenn auch nicht in chemischer, so doch in morphologischer und optischer Hinsicht verwandt; wir haben ihn mit Abriachanit bei Amphibol als Anhang aus dem Grunde behandelt, weil er nicht wie der Glaukophan das Silicat $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ als vorherrschendes besitzt.

Mineralien der Pyroxen- und Amphibolgruppe.

Natriumferrimetasilicat.

Ägirin (Akmit).

Beide Mineralien, welche chemisch ident sind, werden am besten zusammengezogen.

Monoklin. $a:b:c = 1,0998:1:0,60120$; $\beta = 73^\circ 9'$ (nach W. C. Brögger).
 $a:b:c = 1,0527, 1:0,6012$; $\beta = 90^\circ 59'$ (nach P. Groth).

Analysenzusammenstellung.

Diese wurde hauptsächlich nach den Fundorten vorgenommen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
δ	—	3,520	—	—	—	—	3,502
Na_2O	12,46	11,39	12,04	12,20	12,10	11,02	13,73
K_2O	0,43	Spur	—	—	—	0,34	Spur
MgO	—	—	1,20	1,33	0,41	1,79	0,32
CaO	—	Spur	1,40	1,42	2,60	5,07	0,54
MnO	0,69	0,37	1,45	1,52	—	0,46	0,29
FeO	5,23	2,59	1,90	1,98	8,40	3,48	1,22
Al_2O_3	—	1,59	1,40	0,55	2,47	0,47	2,29
Fe_2O_3	28,28	32,11	28,38	28,68	22,80	26,17	30,25
SiO_2	51,66	51,35	50,13	50,03	52,11	51,74	51,47
TiO_2	1,11	—	1,22	1,06	—	—	—
Glühverlust .	0,39	—	1,07	1,05	0,30	—	0,79
	100,25	99,40	100,19	99,82	101,19	100,54	100,90

1. Von Eker (Norw.); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **103**, 301 (1858).
2. Von ebenda; anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit. **1**, 381 (1878).
3. Vom Langensundfjord (Norw.); anal. Gutzkow, Pogg. Ann. **122**, 118 (1864).
4. Von ebenda; anal. Rube, wie oben.
5. Von ebenda; anal. F. Pisani, C. R. **56**, 846 (1863).
6. Von ebenda; anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit. **1**, 376 (1878).
7. Aus Eläolithsyenit von Mariupol; anal. J. Morozewicz, Verh. d. kais. russ. min. Ges. **39**, 44 (1902); Tsch. min. Mit. **21**, 238 (1902).

	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Na ₂ O . . .	11,87	8,89	11,88	13,31	10,11	9,49
K ₂ O . . .	0,85	1,05	Spur	Spur	0,34	0,32
MgO . . .	1,47	1,15	0,31	Spur	1,45	0,21
CaO . . .	3,01	4,25	2,03	2,70	2,19	1,72
MnO . . .	1,00	—	0,13	Spur	0,54	0,42
FeO . . .	8,14	4,20	9,45	4,82	0,64	13,95
Al ₂ O ₃ . . .	0,60	1,92	1,82	1,80	5,35	1,24
Fe ₂ O ₃ . . .	21,02	26,29	23,30	29,54	28,15	22,83
SiO ₂ . . .	51,82	51,60	51,41	49,04	52,22	49,91
Glühverlust .	0,50	0,56	—	—	—	—
	100,28	99,91	100,33	101,21	100,99	100,09

8. Von Lujavr-urt; anal. Forsberg bei W. Ramsay, Fennia, Bull. soc. géogr. Finl. **3**, Nr. 7, 41 (1890).
9. Von Barreiro (Minas Gerães, Brasilien); anal. J. Machado, Tsch. min. Mit. **9**, 333 (1888).
10. Von Magnet Cove (Arkansas); anal. C. H. Smith jr., Am. Journ. **10**, 60 (1875).
11. u. 12. Von Kangerdluarsuk, Grönland; anal. J. Lorenzen, Min. Mag. **5**, 57 (1882).
13. Von ebenda; anal. C. Doelter, Z. Kryst. **4**, 35 (1880).

	14.	15.	16.	17.	18.
δ	—	3,499	3,521	3,52	—
Na ₂ O . . .	9,84	11,43	8,62	9,46	12,72
K ₂ O . . .	0,24	0,40	0,38	0,42	Spur
MgO . . .	1,48	0,14	1,09	0,42	0,50
CaO . . .	5,92	0,87	7,16	5,13	Spur
MnO . . .	0,10	0,60	1,51	1,87	0,40
FeO . . .	5,26	0,87	5,82	3,64	1,30
Al ₂ O ₃ . . .	2,76	1,91	2,72	0,71	3,00
Fe ₂ O ₃ . . .	23,42	31,86	22,26	27,44	29,40
SiO ₂ . . .	50,45	51,73	49,51	50,98	49,02
TiO ₂ . . .	—	0,64	0,61	—	2,04
H ₂ O . . .	0,55 ¹⁾	0,20	0,57	0,33	0,68
	100,02	100,65	100,25 ²⁾	100,40	99,06

14. Von Magnet Cove; anal. G. Steiger bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. **419**, 263 (1910).
15. Von Quincy, (Massachus.); anal. Ch. Palache u. Ch. H. Warren, Z. Kryst. **49**, 352 (1911).

¹⁾ Davon 0,15 bei 100°.

²⁾ Im Original unrichtig.

16. Aus Nephelinsyenit von Corporation Quarry, Mount. Royal bei Montreal (Canada); anal. B. J. Harrington, Trans. R. Soc. Canada **11** (3), 25 (1905); Z. Kryst. **43**, 618 (1907).

17. Aus Ägirinpegmatit von der Roschcowquelle (Ilmengeb.); anal. W. A. Silbermüntz, C.R. soc. natural. St. Pétersbourg **35**, Nr. 5 (1911).

Mitgeteilt von P. v. Tschirwinsky. Damit zusammen Zirkon, welcher Bd. III, S. 221 erwähnt¹⁾ wurde.

18. Von Låven; anal. Z. Weyberg, nach N. JB. Min. etc. 1912, I, 397.²⁾

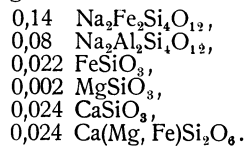
Ganz neue Analysen sind 19 und 20.

	19.	20.	21.	22.	23.	24.
Na ₂ O	11,50	13,60	13,11	12,76	10,90	13,4
K ₂ O	—	0,46	—	0,27	0,13	—
MgO	—	0,08	0,08	0,22	0,51	—
CaO	2,54	1,38	1,29	0,80	4,27	—
MnO	1,11	Spur	—	0,15	0,15	—
FeO	2,29	1,47	1,52	0,77	4,19	—
Al ₂ O ₃	0,80	8,51	7,85	3,93	1,76	—
Fe ₂ O ₃	29,30	22,22	21,50	27,19	25,44	34,6
SiO ₂	51,08	52,61	54,65	53,78	51,59	52,0
TiO ₂	0,66	—	—	0,06	—	—
H ₂ O	1,04	0,37	—	0,08	0,45	—
	100,32	100,70	100,00	100,01	99,39	100,0

19. Von Brevik (Norw.); anal. S. Hillebrand, Tsch. min. Mit. **32**, 248 (1914).

20. Von Golling (Salzburg); anal. R. Doht und C. Hlawatsch, Verh. k. k. geol. R.A. 1913, 79.

21. Berechnet nach der folgenden Formel:



22. Von Norra Kärr (Schweden); nach H. Rosenbusch, El. Gest. (Stuttgart 1910), 139.

23. Aus Nephelingneis von Cevadaës (Port.); anal. M. Dittrich bei A. Osann, N. JB. Min. etc. 1907, II, 116.

24. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel NaFeSi₂O₆.

Formel.

C. F. Rammelsberg³⁾ fand für das Verhältnis

	II	III	
	Na	R	R ₂ : Si folgende Zahlen:
Langsundfjord Anal. Nr. 1	2,1	1,8	1 : 5,6
" " " 5	2,3	1,0	1 : 5,2
" " " 6	2,2	1,1	1 : 5,1
Minas Gerães " 9	1,7	0,9	1 : 4,7

¹⁾ Die Analyse stammt nicht, wie dort irrtümlich mitgeteilt von G. Tschernik, sondern von W. A. Silbermüntz.

²⁾ Summe im Referat unrichtig.

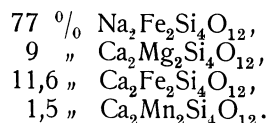
³⁾ C. F. Rammelsberg, Mineralchemie II. Suppl. 1895, 331.

Er berechnete daraus die Formel:



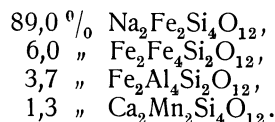
$\overset{\text{II}}{\text{Na}}:\overset{\text{III}}{\text{R}}:\overset{\text{III}}{\text{R}_2}$ ist 2:2:1, auch 4:1:2, 2:3:1 und 4:3:2.

C. Doelter¹⁾ geht von der Annahme G. Tschermaks aus, daß das grundlegende Silicat die Formel $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ habe. Er berechnet für den Ägirin (Analyse 6) folgende Zusammensetzung:



Es findet sich also ein Überschuß von Fe_2O_3 , der an CaO und SiO_2 gebunden werden kann.

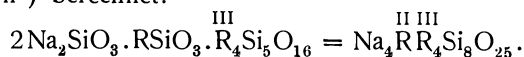
Für den Akmit von Eker berechnet C. Doelter:



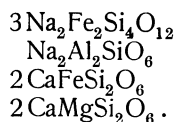
Es wird hier, um den Überschuß von Fe_2O_3 zu erklären, das Silicat $\text{Fe}_2\text{Fe}_4\text{Si}_2\text{O}_{12}$, welches jedoch hypothetisch ist, angenommen.

C. Doelter berechnet für den früher für Arfvedsonit gehaltenen Ägirin von Kangerdluarsuk das Silicat $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ mit $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ und $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$, wozu $\text{MgFe}_2\text{SiO}_6$, $\text{CaFe}_2\text{SiO}_6$ und $\text{MnFe}_2\text{SiO}_6$ in kleinen Mengen kommen.

J. Lorenzen²⁾ berechnet:

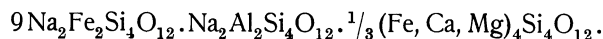


J. Machado berechnete für Analyse Nr. 9 die Formel:



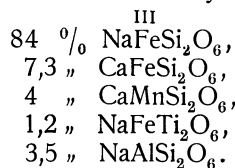
Ch. Palache und Ch. H. Warren berechnen aus ihrer Analyse Nr. 15 $\text{RO} + \text{R}_2\text{O}:\text{R}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2 = 1:1:4$. Die Formel ist demnach $(\text{R}_2, \text{R})\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$.

J. Morozewicz berechnet aus seiner Analyse:



$\text{Fe}:\text{Ca}:\text{Mg} = 2:1,3:0,7$.

S. Hillebrand berechnet aus ihrer Analyse:



¹⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 1, 384 (1878).

²⁾ J. Lorenzen, Min. Mag. 5, 57 (1882); Z. Kryst. 7, 607 (1883).

Im allgemeinen stimmen die Analysen dahin überein, daß das herrschende Silicat die Formel $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$ hat; wozu das Diopsidsilicat $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, ferner $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$, sowie $\text{CaMnSi}_2\text{O}_6$ kommen. Jedoch bleibt in den meisten Analysen noch ein Überschuß von Fe_2O_3 , sowie kleine Mengen von Al_2O_3 . Es ist ungezwungener, diese kleinen Mengen als feste Lösungen von Al_2O_3 und Fe_2O_3 zu erklären, wenn man nicht zu viel hypothetische Sesquioxysilicate annehmen will.

Seltene Bestandteile. A. Holmes¹⁾ fand im Ägirin 0,0253 g Uranium und 0,015 g Blei in 100 g.

Umwandlung des Akmits. Als Umwandlungsprodukt des Ägirins tritt oft Liëvrit auf; sehr häufig treten Eisenoxyde auf, namentlich Hämatit. Eine andere Art der Umwandlung ist die von W. C. Brögger beobachtete Anlizimisierung. G. Flink beobachtete die Bildung von Lorenzenit zwischen Ägirinresten.

Vanadinhaltiger Ägirin.

Eine besondere Varietät ist der vor kurzem aufgefundenene vanadinhaltige; übrigens haben wir schon früher vanadinhaltige Pyroxene kennen gelernt (vgl. Bd. II (1), S. 563).

Die eine Analyse betrifft einen wirklichen Ägirin, während die zweite sich auf einen Ägirinaugit bezieht, welcher jedoch das Ägirinsilicat in bedeutender Menge enthält.

	1.	2.
Na_2O	10,46	6,26
K_2O	0,22	0,26
MgO	3,08	7,01
CaO	5,53	12,18
MnO	0,48	0,45
FeO	1,58	3,70
Al_2O_3	0,38	1,40
Cr_2O_3	—	Spur
Fe_2O_3	21,79	12,38
SiO_2	51,91	53,32
TiO_2	0,91	0,38
V_2O_3	3,98 ²⁾	2,86 ³⁾
(S)	0,13	—
(CO_2)	Spur	—
H_2O bis 100° . .	0,06	0,07
H_2O über 100° .	—	0,13
	100,51	100,40

1. Ägirin von Rainy-Creek-Minendistrikt, NO von Libby, Lincoln Co., (Montana); anal. W. F. Hunt, Z. Kryst. **53**, 215 (1914).

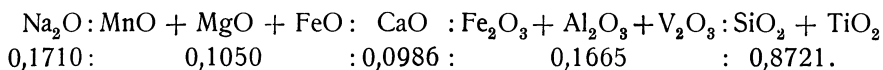
2. Ägirinaugit von ebenda; anal. wie oben.

¹⁾ A. Holmes, Proc. R. Soc. **85**, A, 248 (1911); Z. Kryst. **52**, 591 (1913).

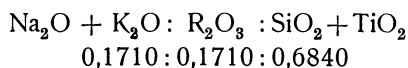
²⁾ Eine zweite Probe ergab 3,81%.

³⁾ Eine zweite Probe ergab 2,82%.

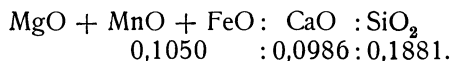
Die Berechnung ergibt:



Daraus berechnet sich für das Ägirinsilicat

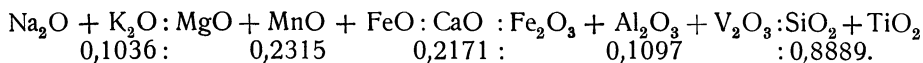


und für das Diopsidsilicat:

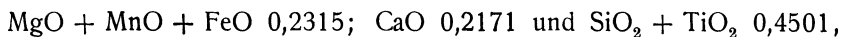


Es ergibt sich ein Ägiringehalt von 73% mit 27% Diopsid.

Bei Analyse 2 erhält man:



Addiert man die Zahlen für Ägirinsilicat an $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, R_2O_3 und $\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2$, so ergibt sich die Zahl 0,6521 und als Rest verbleiben für das Diopsidsilicat:



zusammen 0,8987. Hier ist das Diopsidsilicat im Überschuß, da 57% vorhanden, während 43% Ägirinsilicat vorhanden sind. Die daraus berechneten Zahlen stimmen für beide Analysen ungefähr, wenn auch nicht ganz überein.

Chemische und physikalische Eigenschaften des Ägirins.

Spaltbar nach (110), weniger deutlich nach (010); Härte 6—6,5.

Dichte 3,5—3,6.

Glasglanz schwach. Farbe braunschwarz (Akmit), meist schwarzgrün bis dunkelgrün (Ägirin).

Brechungsquotienten: für das Vorkommen von Langensund nach E. A. Wülfing¹⁾

$$N_\alpha = 1,7630, \quad N_\beta = 1,7990, \quad N_\gamma = 1,8126.$$

Ägirin von Kola hat nach W. Ramsay²⁾ $N_\alpha = 1,777$, $N_\beta = 1,801$.

Achsenwinkel 2V für das erstgenannte Vorkommen 62,13°; für das zweite 66°.

Doppelbrechung nach E. A. Wülfing für Natriumlicht:

$$N_\gamma - N_\alpha = 0,0496, \quad N_\gamma - N_\beta = 0,0136, \quad N_\beta - N_\alpha = 0,036.$$

¹⁾ E. A. Wülfing, Beitr. z. K. der Pyroxenfamilie, Habilitat.-Schrift (Heidelberg 1891).

²⁾ W. Ramsay, Fennia 3, N. 7 und 40 (Helsingfors).

Für den vanadinhaltigen Ägirin fanden Esp. A. Larsen und W. F. Hunt die Brechungsquotienten

$$N_{\alpha} = 1,745, \quad N_{\beta} = 1,770, \quad N_{\gamma} = 1,782; \quad 2V \text{ ca. } 69^{\circ}.$$

Starker Pleochroismus.

Vor dem Lötrohre leicht schmelzbar, gibt eine magnetische Kugel. Schmelzpunkt.¹⁾

Akmit von Eger nach A. Brun ¹⁾	970 ⁰
" " " " C. Doelter	965 ⁰
" " " " V. Schumoff-Deleano u. E. Dittler	970—1020 ⁰
Ägirin von Langensundfjord nach H. Leitmeier ²⁾	940—950 ⁰ .

Das Kristallisationsvermögen, untersucht von V. Schumoff-Deleano und E. Dittler³⁾ ist nicht bedeutend; bei 950⁰ waren 30% entglast. Die Kristallisationsgeschwindigkeit ist jedoch beträchtlich.

Von Säuren schwach angegriffen.

Einwirkung von Chlorammonium. F. W. Clarke und G. Steiger haben neben anderen Silicaten, namentlich Zeolithen, auch den Ägirin von Magnet Cove der Einwirkung von Salmiak unter Erhitzen unterworfen.

Die Analyse des ausgelaugten Rückstandes ergab im Verhältnis zu der des frischen Minerals keine bedeutende Veränderung.

	1.	2.
NH ₃	—	0,26
Na ₂ O	9,84	} 9,07
K ₂ O	0,24	
MgO	1,48	1,58
CaO	5,92	5,74
MnO	0,10	—
FeO	5,26	5,69
Al ₂ O ₃	2,76	} 25,24
Fe ₂ O ₃	23,42	
SiO ₂	50,45	51,83
H ₂ O bei 100 ⁰	0,15	} 0,90
H ₂ O über 100 ⁰	0,40	
	100,02	100,31

1. ist die Analyse des Minerals,
2. die des ausgelaugten Rückstandes.

Synthese. Aus Schmelzfluß kann man Akmit erhalten, da er beim Schmelzen nur bei rascher Abkühlung glasig erstarrt. Es gelingt jedoch die Synthese besser bei Zusatz eines Schmelzmittels.

H. Bäckström⁴⁾ hat Ägirinnadeln neben Hämatit und einem farblosen, in Nadeln vorkommenden Mineral erhalten, als er ein Gemenge von Quarz,

¹⁾ Literatur siehe Bd. I, 656.

²⁾ H. Leitmeier, Z. anorg. Chem. **81**, 225 (1913).

³⁾ V. Schumoff-Deleano u. E. Dittler, ZB. Min. etc. 1911, 756.

⁴⁾ H. Bäckström, Bull. Soc. min. **16**, 130 (1893).

Eisenoxyd und Natriumcarbonat zuerst zu Glas zusammenschmolz und dann dieses Glas durch 3 Tage bei Rotglut erhielt und dadurch zur Entglasung brachte. Die Kristalle zeigen die kleine Auslöschungsschiefe des Ägirins.

Ich versuchte Akmit umzuschmelzen, erhielt jedoch meistens nur Glas; nur bei einem Versuch wurde ein akmitähnliches Produkt erhalten, als eine Mischung $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$ geschmolzen wurde. Als die Erstarrung eine langsame war, bildeten sich Eisenglanz und Magnetit; an der Oberfläche zeigten sich Prismen, welche die bekannte spitze Endigung des Akmits besaßen; die Spaltbarkeit und die Auslöschungsschiefe von $6-8^\circ$ weisen auf Ägirin.

Ägirinaugit erhielt H. Bäckström, als er den Leucitophyr vom Perlerkopf umschmolz.

Ähnliches erhielt ich bei der Umschmelzung des Glaukophans von St. Marcel. Mischungen des Ägirinsilicats mit dem Diopsidsilicat, welche also dem Ägirinaugit (Urbanit) entsprachen, bekam ich, als ich $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$ mit $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ zusammenschmolz; bezüglich der Auslöschung näherten sich jedoch diese Kristalle mehr dem gewöhnlichen Augit.¹⁾

Ein ägirinartiges Ferrisilicat hat auch Z. Weyberg dargestellt.²⁾ Während man beim Schmelzen einer Mischung $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ mit NaCl einen Sodalith erhält, bildet sich beim Schmelzen von einem Gemenge $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ mit NaCl ein Ferrisilicat des Ägirintypus. Es wurden 3 g der Silicatmischung mit 30 g NaCl bei Kirschrotglut geschmolzen. Es bildeten sich im Chlornatrium Hämatit und gelbliche Kriställchen, parallel auslöschend.

Die Analyse letzterer ergab (1)

	1.	2.
Na_2O	13,40	13,39
Fe_2O_3	34,43	34,51
SiO_2	52,08	52,10
	99,91	100,00

(Die rechts stehenden Zahlen (2) sind die berechneten des Silicats $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$; wie man sieht, ist die Übereinstimmung eine vorzügliche.)

Analoge Versuche ergaben, als Fe_2O_3 durch Cr_2O_3 ersetzt wurde, ein Chromsilicat $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$.

Einen Kaliägirin glaubte P. Niggli³⁾ auf hydrothermale Wege bei 450° erhalten zu können (vgl. S. 342).

Urbanit (Lindesit).

Monoklin. $a:b:c = 1,2009:1:0,6058$; $\beta = 72^\circ 7'$ (Hj. Sjögren).⁴⁾

Man kann ihn als eine Varietät des Ägirins betrachten, bei dem RO in größeren Mengen vorhanden ist; es ist dies ein Übergangsglied zu den Ägirinaugiten. Der Lindesit kann als ein Ägirin mit hohem Manganoxydulgehalt definiert werden.

¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 16.

²⁾ Z. Weyberg, Ann. Univ. Varsovie **3**, 1 (1905); Z. Kryst. **44**, 86 (1907).

³⁾ P. Niggli, Z. anorg. Chem. **84**, 42 (1913).

⁴⁾ H. Sjögren, Bull. of the geol. Inst. Upsala **2**, 39 (1894); Z. Kryst. **26**, 100 (1896).

Analysen.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	6,12	10,59	8,95
K ₂ O	—	0,36	0,40
MgO	3,49	2,75	1,39
MnO	10,97	1,73	6,71
CaO	5,76	4,90	5,68
FeO	—	0,54	0,50
Al ₂ O ₃	2,47	0,74	1,27
Fe ₂ O ₃	21,92	27,24	25,35
SiO ₂	48,37	51,61	49,21
TiO ₂	—	—	0,06
H ₂ O	0,90	0,90	1,05
F	—	—	0,20
			100,77
ab. O=F ₂			0,08
	100,00	101,36	100,69

1. Lindesit von Linde (Schweden); anal. L. J. Igelström, Z. Kryst. **23**, 590 (1894).
2. Urbanit von Långban; anal. R. Mauzelius bei Hj. Sjögren, Bull. of the geol. Inst. Upsala **2**, 39 (1894); Z. Kryst. **26**, 100 (1896).
3. Urbanit von Glakärn; anal. wie oben.

Es liegt hier wie bei den Ägirinen eine Mischung von Na₂Fe₂Si₄O₁₂ im Überschuß, mit kleinen Mengen von CaMgSi₂O₆ und mit wesentlich CaMnSi₂O₆ vor.

Eigenschaften. Monoklin; vor dem Lötrohre schmilzt der Lindesit schwierig zu einer schwarzgrauen magnetischen Kugel und gibt im Kölbchen Wasser.

Von Salzsäure wird er nur teilweise zersetzt, ohne zu gelatinieren.

Eingewachsen in Orthoklas und Rhodonit in einer Mangangrube.

Urbanit ist stark pleochroitisch; auf (010) bildet die optische Elastizitätsachse mit der Vertikalachse einen Winkel von 16—20°.

Ägirinaugite.

Anhangsweise seien hier sog. Ägirinaugite angeführt, welche einen Übergang zwischen den Urbaniten und den Augiten mit hohem Eisenoxyd- und Natrongehalt bilden (vgl. Bd. II, 1, S. 556).

Eine scharfe Abgrenzung vom Augit ist ebenso unmöglich als eine vom Ägirin. Es sollen nur hier einige Analysen aufgeführt werden, welche sich auf solche Pyroxene beziehen, die sich durch beträchtlichen Alkaligehalt und geringen Gehalt an MgO charakterisieren, während die nur wenig Alkali enthaltenden Augite schon früher bei Augit behandelt worden sind.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
δ	—	3,465	—	—	—	—
Na ₂ O	6,32	8,68	6,60	5,43	7,77	8,17
K ₂ O	1,03	0,68	—	0,14	0,85	—
MgO	2,09	4,28	6,16	5,40	4,95	2,19
CaO	5,01	9,39	5,14	13,39	9,89	3,85
MnO	1,11	—	—	1,25	0,48	Spur
FeO	7,01	5,65	10,39	9,80	6,80	23,18
Al ₂ O ₃	1,82	4,88	13,30	0,57	3,47	5,47
Fe ₂ O ₃	23,13	16,28	11,32	13,08	15,64	3,92
SiO ₂	51,75	49,32	47,99	51,76	49,81	50,58
TiO ₂	Spur	1,25	—	—	0,54	Spur
H ₂ O	0,71	—	—	—	0,30 ¹⁾	0,54 ¹⁾
	99,98	100,41	100,90	100,82	100,50	97,90

1. Aus dem Phonolith von Spitzberg bei Brüx (Böhmen); anal. H. Trenkler, Tsch. min. Mit. **20**, 129 (1904).

2. Von Särna (Dalekarlien); nach H. Rosenbusch, Elem. d. Gesteinslehre (Stuttgart 1910), 139.

3. Aus Essexit, Timber Creek, bei H. Rosenbusch, l. c. 193.

4. Firssowa Gora (Ilmengeb.); anal. J. Morozewicz bei D. Beljankin, Arb. d. polyt. Inst. St. Petersburg **42**, 135 (1909); Z. Kryst. **51**, 284 (1913).

5. Dieser Pyroxen gehört chemisch schon eher zum Augit. Vom Tschremschankfluß (Ilmengeb.); anal. D. Beljankin, wie oben.

6. Aus Gängen in Ägirin-Augitgranit von ebenda; anal. J. A. Antipow bei D. Beljankin, wie oben. Auch bei P. v. Sutschinsky, Tr. Soc. Nat. St. Petersburg, **29**, I, 1 (1900); Z. Kryst. **36**, 178 (1902).

Aus der Analysenzusammenstellung geht hervor, daß unter dem Namen Ägirinaugit chemisch recht verschiedene Dinge verstanden werden. So ist Anal. 5 ein dem Ägirin sehr nahestehendes Mineral, während Anal. 6 sich auf einen sehr eisenoxydulreichen Augit bezieht und seinem geringen Fe₂O₃-Gehalt nach kein Ägirin vorliegt.

Der Ägirinaugit vom Timber Creek enthält viel Jadeitsilicat, einer vom Hohentwiel viel Calciumsilicat, weniger Sesquioxyde, er neigt mehr zum gewöhnlichen Augit (siehe Bd. II, 1, S. 557, Anal. 121).

Der Ägirinaugit enthält dieselben Silicate, wie der Ägirin, es ist aber weniger NaFeSi₂O₆ enthalten, als im eigentlichen Ägirin; das Silicat CaFeSi₂O₆ scheint meistens stark vertreten.

J. Königsberger und W. J. Müller²⁾ stellten aus Obsidian durch Einwirkung einer Lösung von Alkalicarbonat bei 420° einen Ägirinaugit dar.

Percivalit.

Eine dem Jadeit nahestehende Zusammensetzung hat ein Pyroxen, welcher als Percivalit bezeichnet wurde.

¹⁾ Glühverlust.

²⁾ J. Königsberger u. W. J. Müller, ZB. Min. etc. 1906, 358.

Na ₂ O	15,71
K ₂ O	0,84
MgO	0,11
CaO	0,33
MnO	0,69
FeO	0,12
Al ₂ O ₃	28,78
Fe ₂ O ₃	2,99
SiO ₂	49,77
TiO ₂	Spur
P ₂ O ₅	Spur
S	0,024
H ₂ O über 100°	0,90
H ₂ O unter 100°	0,08
	100,344

Aus Quarzpegmatit des nördlichen Zentral-Wisconsin; anal. S. Weidmann, Wisconsin Geol. u. Nat. Hist. Surv. Bull. 1907, 16; nach Ref. N. JB. Min. etc. 1909, I, 226.

Der Percivalit ist eine Mischung von NaAlSi₂O₆ mit NaFeSi₂O₆, wobei jedoch das Aluminiumsilicat ganz vorherrscht, während das Ägirinsilicat untergeordnet ist. Wir haben also einen dem reinen Jadeitsilicat nahestehenden Pyroxen. Einen solchen, jedoch mit viel beigemengten ^{II}RSiO₃-Silicaten (welche im Percivalit ganz untergeordnet sind und nur in minimalen Mengen auftreten) haben wir in dem von F. Zambonini¹⁾ analysierten Pyroxen aus Eklogit von Oropo, Biella, gefunden; dieser hat aber viel weniger NaAlSi₂O₆, dagegen viel CaSiO₃, ist also doch sehr verschieden.

Natrium-Aluminiummetasilicat.



Dieses Silicat kommt in der Amphibolreihe ebenfalls vor, und zwar untergeordnet in vielen Hornblenden, namentlich in Pargasit und Edenit, besonders aber, und zwar hier vorherrschend, im Glaukophan.

Glaukophan.

Synonym: Gastaldit.

Monoklin. $a:b:c = 0,53:1:0,29$; $\beta = 105^\circ$ zirka.

Analysen.	1.	2.	3.	4.	5.
Na ₂ O	9,34	7,33	6,45	7,39	7,93
K ₂ O	—	—	—	—	1,05
MgO	7,80	13,07	14,01	11,12	12,29
CaO	2,40	2,20	2,10	3,34	2,20
MnO	0,56	—	—	—	—
FeO	6,85	5,78	5,84	—	4,58
Al ₂ O ₃	15,11	12,03	12,99	12,68	12,31
Fe ₂ O ₃	3,08	2,17	—	8,01	3,01
SiO ₂	55,64	57,81	58,76	57,13	56,65
H ₂ O	—	—	2,54	—	—
	100,78	100,39	102,69	99,67	100,02

¹⁾ Vgl. Bd. II, 1, S. 564.

1. Von der Insel Syra; anal. O. Lüdecke, Z. Dtsch. geol. Ges. **2**, 253 (1876).
2. Von Zermatt, im Gneiß; anal. C. Bodewig, Pogg. Ann. **158**, 228 (1876).
3. Von ebenda; anal. F. Berwerth, Sitzber. Wiener Ak. **85**, 185 (1882).
4. Aus Glaukophanglimmerschiefer, von der Insel Groix; anal. A. v. Lasaulx, Ber. Niederrhein. Ges. Bonn 1893, 267.
5. Von ebenda; anal. E. Schlutig, Z. Kryst. **13**, 73 (1888).

	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Na ₂ O	4,77	8,29	9,02	6,34	6,7	5,88
K ₂ O	—	—	—	—	1,7	0,33
MgO	3,92	8,27	8,67	12,49	4,9	9,50
CaO	2,03	2,12	2,91	1,21	5,8	2,11
MnO	—	—	—	—	—	Spur
FeO	9,04	9,36	8,07	6,22	2,2	8,10
Al ₂ O ₃	21,40	14,60	12,26	12,15	23,3	12,47
Fe ₂ O ₃	—	—	—	2,02	1,8	2,40
SiO ₂	58,55	56,48	55,43	56,89	52,8	56,72
H ₂ O unter 100°	—	—	2,87	2,44	10,1	2,91 ¹⁾
	99,71	99,12	99,23	99,76	99,3	100,42

6. Gastaldit von St. Marcel; anal. A. Cossa, R. Acc. d. Linc. **2**, 33 (1875).
7. Aus dem Kalk der Beaume; anal. L. Colomba bei F. Zambonini, Z. Kryst. **45**, 612 (1908); N. JB. Min. etc. 1906, II, 105.
8. Aus Eklogit von Chateyrourx; anal. F. Zambonini, wie oben.
9. Gastaldit von St. Marcel; anal. F. Zambonini, wie oben.
10. Vom Elek-Dagh; anal. W. Herz bei L. Milch, N. JB. Min. etc. Fest-Bd. 1907, 352.
11. Von Rocca Bianca (Susatal); anal. F. Zambonini, N. JB. Min. etc. 1906, II, 105.

	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Na ₂ O	7,56	6,14	4,09	4,83	5,26	2,97
K ₂ O	0,16	Spur	0,48	0,25	0,88	—
MgO	10,33	11,37	4,30	4,33	11,02	15,28
CaO	1,98	3,03	0,92	4,80	4,29	12,95
MnO	0,46	Spur	3,16	—	—	—
FeO	9,81	9,13	4,79	4,31	9,82	9,68
Al ₂ O ₃	9,25	11,29	12,38	15,14	14,44	8,42
Fe ₂ O ₃	4,44	3,74	14,32	9,78	—	—
SiO ₂	54,52	52,39	58,50	56,71	52,79	47,42
TiO ₂	0,39	0,14	—	—	—	—
H ₂ O über 100°	1,78	2,57	—	—	1,38	4,16
	100,68	99,80	102,94	100,15	99,88	100,88

12. u. 13. Beide aus Schiefer von S. Pablo, Calif.; anal. W. C. Blasdale, Bull. Dep. geol. Inst. Univ. Calif. **2**, 327 (1901); Z. Kryst. **38**, 689 (1903).
14. Aus Natronsyenit von Miasc; anal. A. Johnsen, N. JB. Min. etc. 1901, II, 121.
15. Von Shikoku, Japan; anal. B. Koto, J. Univ. Tokyo 1886, I, 1.
16. Aus Neu-Caledonien; anal. A. Liversidge, Proc. R. Soc. N. South Wales, 1880, 1. Sept.
17. Aus Amphibolit von Lanjaron (Andalusien); anal. Ch. Barrois und A. Offret, C. R. **103**, 221 (1886).

Chemisch liegt eigentlich hier kein Glaukophan vor, da der Ca- und der Mg-Gehalt gegenüber dem Na-Gehalt vorwiegen, auch der Al-Gehalt ist kein hoher.

¹⁾ Davon 0,19 unter 110°.

Hier noch einige neue Analysen.

Eine neue, an sehr reinem Material ausgeführte Analyse des Vorkommens von Syra ergab (18):

	18.	19.
δ	—	3,155
Na ₂ O	6,80	7,20
K ₂ O	0,42	1,11
MgO	9,85	9,38
CaO	0,95	2,25
MnO	0,06	—
FeO	9,68	8,45
Al ₂ O ₃	11,07	6,80
Fe ₂ O ₃	3,20	10,38
TiO ₂	—	0,94
SiO ₂	57,67	52,76
H ₂ O über 110°	0,36	0,44 ¹⁾
H ₂ O unter 110°	0,12	0,08
	100,18	99,79

18. Von Syra; anal. H. S. Washington, Am. Journ. **161**, 35 (1909).

Auch hier ist ein Überschuß der Sesquioxyde über die Alkalien und ein Überschuß von SiO₂ vorhanden (Berechnung siehe S. 346).

19. Von Lavintzie, Val de Bagne, Wallis; anal. L. Hezner bei U. Grubenmann, Rosenbusch-Festschrift (Stuttgart 1906), 12.

A. Grubenmann betont, daß dieses Mineral chemisch mit Crossit von Berkeley Ähnlichkeit habe, Bd. II, erster Teil, S. 708.

Die Berechnung siehe S. 347.

Formel.

Unter Glaukophan wird nicht ganz übereinstimmendes Material verstanden, wie die Analysenzusammenstellung zeigt. Ein Teil enthält das Silicat NaAlSi₂O₆ in überwiegender Menge und mit wenig NaFeSi₂O₆, während andere größere Mengen von NaFeSi₂O₆ aufweisen, und wieder andere ganz bedeutende Quantitäten von RSiO₃ aufweisen, wodurch der Übergang zur Hornblende gegeben ist, so ist der Hastingsit ein solches Übergangsglied, ebenso der Szechenyit (vgl. Bd. II, 1, 705).

Das Verhältnis R^I : R^{III} : Si ist nicht ganz 1 : 1 : 2, aber doch ungefähr.

C. F. Rammelsberg²⁾ stellte die Formel auf:



wobei er fand, daß $p : q : r = 1 : 2 : 1$ bis $1 : 6 : 2$ ist.

Es ist jedoch noch zu prüfen, ob sich die Glaukophane auf die Silicate Na₂R₂Si₄O₁₂ und RSiO₃ berechnen lassen.

¹⁾ Glühverlust.

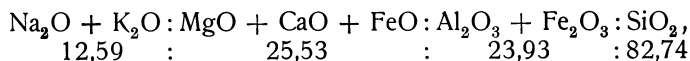
²⁾ C. F. Rammelsberg, Min. Chem. Erg.-Heft II, 332 (1895).

Ich¹⁾ berechnete zuerst aus der O. Lüdeckeschen Analyse, daß das Silicat $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ zu 62% vorhanden sei, und daß der Rest $\text{CaMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ sowie $\text{CaFe}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ mit überschüssigem FeSiO_3 und MgSiO_3 ist.

Beim Gastaldit ist jedoch, wie ich¹⁾ bemerkte, ein Überschuß von Tonerde enthalten, welcher als $\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$ enthalten sein kann.

Damals lagen nur wenige verlässliche Analysen vor; seitdem ist eine größere Anzahl von Analysen veröffentlicht worden, und L. Milch²⁾ hat einige davon berechnet.

Für seine Analyse vom Elek-Dagh bemerkt er, daß der Al_2O_3 -Gehalt zu hoch sei, was auch für den Gastaldit von St. Marcel zuträfe, sowie für den Glaukophan von Shikoku. Für den erstgenannten sind die Molekularproportionen:

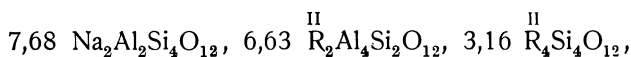


daher kann nur die Hälfte der Tonerde in $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ enthalten sein, für die übrigen wird angenommen, daß sie in der Verbindung RR_2SiO_6 sich befinden; die übrige Menge von RO wird auf RSiO_3 berechnet, dann ergibt sich ein Überschuß von 11,53% SiO_2 .

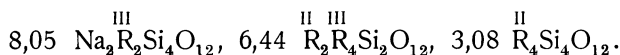
In den übrigen ist das Verhältnis für die Molekularproportionen:

	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	$\text{MgO} + \text{CaO}$	FeO	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	SiO_2
St. Marcel	7,68	25,91	20,94	96,94	
Shikoku	8,05	25,28	20,93	93,89	
Syra (Nr. 8)	11,40	39,64	12,83	95,48	

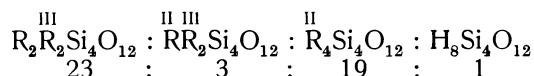
L. Milch berechnet die erste Analyse mit



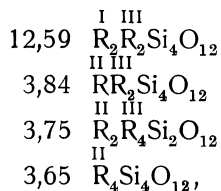
für die zweite ergibt sich:



Für den Glaukophan von Syra ergibt sich, wenn man die Verbindung RAI_2SiO_6 annimmt, annähernd das Verhältnis:



Würde man entsprechend die Analyse von Glaukophan vom Elek-Dagh berechnen, so ergäbe sich

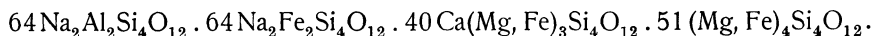


was ungefähr 7 : 2 : 2 : 2 ist. L. Milch nimmt also das Pyroxensilicat RR_2SiO_6 an.

¹⁾ C. Doelter, Z. Kryst. 4, 38 (1880).

²⁾ L. Milch, N. JB. Min. etc. Fest-Bd. 1907, 348.

U. Grubenmann berechnet aus der Analyse des Glaukophans von Lavintzie



L. Milch unterscheidet daher die Glaukophane mit $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ und dem Aktinolithmolekül (Syrax); der von Lavintzie ist ein Eisenglaukophan; der Gastaldit enthält $\overset{\text{II}}{\text{R}}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ neben den genannten Silicaten; der Amphibol von Elek-Dagh enthält $\overset{\text{II}}{\text{R}}\text{Al}_2\text{SiO}_6$.

W. C. Blasdale¹⁾ berechnet aus seinen Analysen:

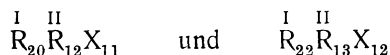
$\overset{\text{I}}{\text{R}}$	$\overset{\text{II}}{\text{R}}$	X	und	$\overset{\text{I}}{\text{R}}$	$\overset{\text{II}}{\text{R}}$	X
18,47	12,01	12,5		21,7	13,35	12,5,

wobei X ein Gemenge von gleichen Mengen SiO_4 und Si_3O_8 ist.

Die Zusammensetzung kann ausgedrückt werden durch die Formeln:



oder



Meiner Ansicht nach existiert im Glaukophan vorwiegend das Silicat RAlSi_2O_6 bzw. auch RFeSi_2O_6 , sowie RSiO_3 . Wie sich der Überschuß von Al_2O_3 in einigen Analysen erklärt, ob das Silicat RAl_2SiO_6 oder ob Al_2O_3 in fester Lösung vorhanden ist, ist noch unentschieden.

Eigenschaften. Bezüglich der optischen Eigenschaften muß daran erinnert werden, daß der Begriff Glaukophan kein sehr präziser ist, und die Übergänge in andere Amphibolarten auch eine Präzisierung schwierig machen. So haben wir den Rhodusit, welcher in seinen physikalischen Eigenschaften dem Glaukophan nahe steht, doch nicht hier gebracht, weil der Tonerdegehalt bei jenem ein minimaler ist, während gerade der Glaukophan durch das Silicat $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ ausgezeichnet ist, wobei auch mehr untergeordnet das isomorphe Silicat $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$ dazukommt. Wo das nicht der Fall ist, liegt ein chemisch verschiedenes Mineral vor, auch wenn die optischen Eigenschaften es dem Glaukophan näher bringen. Es scheint, daß eine völlige Übereinstimmung optischer und chemischer Eigenschaften, wie sie bei den Feldspäten und anderen Mineralgruppen vorliegt, doch in der Amphibolgruppe nicht allgemein vorkommt.²⁾

Dichte 3,0—3,1. Härte 6. Spaltbar nach (110).

Glasglanz, auf Spaltflächen etwas Perlmutterglanz. Farbe blau, besonders lavendelblau, seltener schwärzlichblau oder blaugrau. Strich graublau. Sehr stark pleochroitisch.

Beim Glühen wird Glaukophan durch Oxydation braun bis rotbraun.

¹⁾ W. C. Blasdale, l. c. vgl. Analyse Nr. 12 u. 13, S. 344.

²⁾ G. Murgoci trennt den Gastaldit ab und findet eine Übereinstimmung der optischen Eigenschaften mit dem Tonerde- und Eisenoxydgehalt, Public. Univ. Calif., Berkeley 4, Nr. 1, 359 (1906).

Brechungsquotienten:	N_α	N_β	N_γ	
Von der Insel Groix	1,6212	1,6381	1,6390	(E. Wallerant ¹⁾)
Gastaldit, St. Marcel	1,6396	1,6563		
Gastaldit, Val Jorea	1,630	1,646	1,648	(St. Kreutz ²⁾)

$$N_\gamma - N_\alpha = 0,0178; \quad N_\gamma - N_\beta = 0,0009; \quad N_\beta - N_\alpha = 0,0169.$$

$2E$ ist nach C. Bodewig³⁾ $85^\circ 35'$ (Natriumlicht); $2V$ beim Gastaldit $43^\circ 58'$. Nach St. Kreutz $2E = 72^\circ 55'$ (Rot), $72^\circ 36'$ (Grün), $2V = 42^\circ 24'$ (Rot).

Einwirkung von Radiumstrahlen. O. Mügge⁴⁾ konstatierte eine Farbenveränderung ins Gelbbraune. R. A. Ktenas⁵⁾ beobachtete im Glaukophan rund um einen Zirkonkern pleochroitische Höfe.

Vor dem Lötrohre schmilzt Glaukophan leicht unter Braunfärbung zu grünlichem Glas.

Schmelzpunkt je nach der chemischen Zusammensetzung etwas schwankend. Gastaldit ergab 1040° ; das Vorkommen von Syra schmilzt bei 1060° .

Wird von Säuren etwas angegriffen.

Synthese. Eine sichere Synthese des Glaukophans existiert nicht, ebenso wenig wie für andere Amphibole. Ich⁶⁾ habe darüber einige Versuche ausgeführt. Glaukophan von St. Marcel ergab bei der Umschmelzung einen Pyroxen (wie bei anderen Amphibolen), ferner viel Magneteisen, auch verzelte Albitleisten. Der Pyroxen dürfte ein Natronaugit sein.

Ich habe ferner Glaukophan mit einem Gemenge von $MgCl_2$, $CaCl_2$ und $NaCl$ im Wasserdampfstrom geschmolzen, wobei ich überaus dichroitische Prismen (dunkelbraun, gelb und violett, also analog jenen des Glaukophans) erhielt. Die Auslöschung $2-5^\circ$ ist noch geringer als bei dem Mineral. Die Spaltbarkeit ist ca. 124. Wenngleich der Beweis, daß wirklich ein glaukophanartiges Produkt vorliegt nicht geliefert werden konnte, so ist doch die Ähnlichkeit eine große.

Vorkommen und Genesis. Der Glaukophan kommt sowohl in Glimmerschiefern und Eklogiten, als auch im Marmor vor. Es dürfte demnach seine Entstehung jene der Gemengteile von kristallinen Schiefnern sein, welche in größerer Tiefe und bei nicht ganz niedriger Temperatur entstehen. H. Rosenbusch⁷⁾ hat die Ansicht ausgesprochen, daß gewisse Glaukophangesteine stofflich ident sind mit Eruptivgesteinen der gabbroiden Magmen; viele scheinen durch Umwandlung aus Diabasen hervorgegangen zu sein. A. C. Lawson⁸⁾ hält die Glaukophangesteine für Produkte der Kontaktmetamorphose. Vgl. auch L. Milch.⁹⁾

Lithiumglaukophan (Holmquistit).

Ich reihe dieses Mineral hier an, da es nicht als reines Lithiumaluminiumsilicat bei den Lithiummetasilicaten behandelt werden kann, denn der Lithiumgehalt ist den anderen Metallen gegenüber geringer.

¹⁾ E. Wallerant, Bull. Soc. min. **20**, 253 (1897).

²⁾ St. Kreutz, Sitzber. Wiener Ak. **117**, I, 889 (1908).

³⁾ L. Bodewig, Pogg. Ann. **158**, 276 (1876).

⁴⁾ O. Mügge, ZB. Min. etc. **71**, 145 (1909).

⁵⁾ R. A. Ktenas nach O. Mügge l. c.

⁶⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 11.

⁷⁾ H. Rosenbusch, Sitzber. Berliner Ak. **45**, 706 (1898).

⁸⁾ Nach H. Rosenbusch, l. c.

⁹⁾ L. Milch, l. c. S. 381 ff.

Analysen:

	1.	2.
Li ₂ O	2,13	7,09
Na ₂ O	1,12	1,80
K ₂ O	0,54	0,57
MgO	12,12	30,03
FeO	4,38	6,09
Al ₂ O ₃	7,70	7,53
Fe ₂ O ₃	9,68	6,06
SiO ₂	60,45	100,09
TiO ₂	Spur	—
H ₂ O bis 110°	0,09	—
H ₂ O über 110°	2,28 ¹⁾	12,66
F	0,43	2,26
	100,92	
ab O = F ₂	0,18	
	100,74	

1. Auf der Eisenerzlagerstätte von Utö in Verbindung mit Pegmatit; anal. Frl. L. Hezner bei A. Osann, Sitzber. Heidelberger Ak. Abt. A, 1913 Abh. 23.
2. Die mit 100 multiplizierten Molekularquotienten.

Formel. Das Mineral ist ein Metasilicat. Von den drei von G. Tschermak aufgestellten Amphibolsilicaten $R_4Si_4O_{12}$, $R_3R_2Si_3O_{12}$ und $R_2R_2Si_4O_{12}$ ist das zweite ausgeschlossen; auch ist die Annahme eines Moleküls $R_2Mg_3Si_4O_{12}$ berechtigter als die einer Verbindung $R_8Si_4O_{12}$. Es berechnet sich folgende Zusammensetzung:

13,59 [H, Li, Na, (MgF), K] ₂ (Al, Fe) ₂ Si ₄ O ₁₂	Glaukophanmolekül,
9,66 [H, Li, Na, (MgF), K] ₂ (Fe, Mg) ₃ Si ₄ O ₁₂	Arfvedsonitmolekül,
1,22 Mg ₄ Si ₄ O ₁₂	Anthophyllitmolekül.

Das Fluor wird in einem Radikal MgF angenommen.
Das Verhältnis dieser drei Moleküle ist annähernd 11 : 8 : 1.

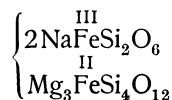
Eigenschaften. Dichte nicht bestimmt.
Farbe blau, Auslöschungsschiefe auf (010) 2—3°. Optisch negativ.
Winkel 2E = 68° 56'. Pleochroitisch, übereinstimmend mit Glaukophan.

Beim Glühen wird das Mineral rotbraun. Prismenwinkel zwischen dem des Glaukophans und Arfvedsonits.

Die Bildung des Minerals steht im Zusammenhang mit der Intrusion der Lithionpegmatite und ist eine pneumatolytische Kontaktwirkung.

Bababudanit.

Ein Natron-Amphibol von der Formel



wurde so genannt.²⁾

¹⁾ Von dem Wasser entweichen 90% erst zwischen 602 und 1250°.
²⁾ W. F. Smeeth, Rec. Mysore Geol. Dept. 9, 85 (1907/8).

Er ist in seinen Eigenschaften dem Riebeckit ähnlich, ist aber im Auslöschungswinkel verschieden. Fundort Bababudan Hills, Mysore.¹⁾

Analcim.

Von **A. Himmelbauer** (Wien).

Kristallform: Tesseral holoeidrisch. (Siehe auch unter: Optisches Verhalten.)

Synonyma: Analcite, Würfelzeolith pt., Kuboit, Eutalith, Euthalite, Eudnophit, Cluthalit.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	—	—	2,166	—
Na ₂ O	13,53	13,78	13,71	5,13	14,65
(MgO)	—	—	—	1,23	—
Al ₂ O ₃	22,99	21,98	22,23	23,56	23,00
(Fe ₂ O ₃)	—	—	—	7,31	—
SiO ₂	55,12	56,47	55,07	51,27	55,60
H ₂ O	8,27	8,81	8,22	10,55	7,90
	99,91	101,04	99,23	99,05	101,15

1. u. 2. Analcim vom Fassatal (Tirol); anal. von H. Rose, *Gilb. Ann.* **72**, 181 (1822).

3. Analcim von Old Kilpatrick (Schottland); anal. von Connel, *Edinb. Journ.* 1829, 262.

4. Analcim (Var. Cluthalith) von Dumbarton, Kilpatrick (Schottland); anal. von G. Thomson, *Outlines of Min.* **1**, 338 (1836); *N. JB. Min. etc.* 1837, 569. Unfrisch, undurchsichtig, nach E. Bertrand (*Bull. Soc. chim.* **4**, 239 (1881) optisch einachsigt negativ.

5. Analcim in Basaltmandeln von Giants Causeway, Antrim (Irland); anal. von G. Thomson, *Outlines of Min.* **1**, 338 (1836).

	6.	7.	8.	9.	10.	11.
δ	2,215—2,271	—	—	—	2,77	—
Na ₂ O	11,86	14,23	6,45	6,45	14,06	14,06
K ₂ O	0,55	Spur	—	—	—	—
(CaO)	0,35	Spur	5,63	5,82	—	—
Al ₂ O ₃	22,58	23,55	23,15	24,00	23,59	23,12
(Fe ₂ O ₃)	—	—	0,10	0,15	—	—
SiO ₂	57,34	55,16	57,50	56,12	54,93	55,06
H ₂ O	9,00	8,26	8,00	8,00	8,29	8,16
	101,68	101,20	100,83	100,54	100,87	100,40

6. Analcim (Breithaupts Kuboit) mit Magnetit vom Berge Blagodat (Ural); anal. von Henry, *Pogg. Ann.* **46**, 264 (1839).

7. Analcim von Lövdö (Norwegen); anal. von Awdejew, *Pogg. Ann.* **55**, 108 (1842).

8. u. 9. Analcim von Niederkirchen (bayr. Pfalz); anal. von E. Riegel, *JB. prakt. Pharm.* **13**, 1 (1847); *N. JB. Min. etc.* 1848, 485.

10. u. 11. Analcim (Eudnophit) von Låven (Norwegen); anal. von J. B. v. Bork und N. J. Berlin bei P. H. Weibye, *Pogg. Ann.* **79**, 303 (1850).

¹⁾ Nach L. J. Spencer, *Min. Mag.* **16**, 354 (1913).

	12.	13.	14.	15.	16.
δ . . .	2,236	2,288	—	2,262	—
Na ₂ O . . .	7,92	12,19	12,95	12,10	9,1
K ₂ O . . .	4,46	1,52	0,66	1,45	—
MgO . . .	0,05	—	—	—	—
(CaO) . . .	1,23	0,25	0,21	0,27	—
Al ₂ O ₃ . . .	23,03	23,14	23,61	22,22	21,2
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	—	0,12	—	2,8
SiO ₂ . . .	53,72	55,22	54,34	56,22	56,7
H ₂ O . . .	8,50	7,68	8,11	8,33	9,8
	98,91	100,00	100,00	100,59	99,6

12. Alncim von den Cyklopeninseln (Sizilien); anal. von W. Sartorius v. Waltershausen, Über die vulkanischen Gesteine in Sizilien und Island. Göttingen 1853, 266.

13. u. 14. Alncim von den Cyklopeninseln (Sizilien); anal. von C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **105**, 318 (1858); Handb. d. Min.-Chemie, 2. Aufl. **1**, 619. Leipzig 1875.

15. Alncim von Wesseln bei Aussig (Böhmen); anal. von C. F. Rammelsberg, ebenda.

16. Alncim auf Toneisenstein von Duingen (Hannover); anal. von A. Stromeyer bei H. Guthe, 12. Jahresber. d. naturh. Ges. zu Hannover 1863, 41; N. JB. Min. etc. 1863, 590.

	17.	18.	19.	20.	21.	22.
δ	—	—	2,135	2,271	2,259	—
Na ₂ O	12,33	13,0	12,58	14,00	13,75	12,80
K ₂ O	—	0,8	—	—	—	—
(CaO)	—	0,2	0,89	—	—	—
Al ₂ O ₃	22,47	23,1	22,59	23,01	22,27	24,10
SiO ₂	55,67	54,8	54,85	54,48	55,54	55,80
H ₂ O	8,79	8,3	9,06	8,28	8,55	8,80
	99,70*)	100,2	99,97	99,77	100,11	101,50

17. Alncim von der Seiseralpe (Tirol); anal. von G. Bischof, Lehrb. d. physik. u. chem. Geologie. Bonn 1864, **2**, 372. *) In der Analyse noch angegeben MgCO₃ 0,44; das Mineral ist etwas zersetzt.

18. Alncim aus Teschenit von Punzau (Schlesien); anal. von G. Tschermak, Die Porphyrgesteine Österreichs, Wien 1869, 259.

19. Alncim von Crofthead, Renfrewsh. (Schottland); anal. von J. Young, Ch. N. **27**, 56 (1873).

20. Alncim von Mugdock, Renfr. (Schottland); anal. von J. Young, ebenda.

21. Alncim von Barrhead, Renfr. (Schottland); anal. von J. Young, ebenda.

22. Alncim (Euthalith) von Brevik (Norwegen); anal. von F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Man. de Minéralogie, **2**, 40 (Paris 1874).

	23.	24.	25.	26.	27.	28.
δ	—	—	—	2,255	2,343 (20 ⁰)	—
Na ₂ O	14,52	13,19	13,42	14,54	22,23	13,52
K ₂ O	0,12	—	—	—	1,30	—
(CaO)	—	0,51	0,39	0,64	—	0,33
Al ₂ O ₃	23,17	22,00	22,96	23,33	24,60	23,64
(Fe ₂ O ₃)	0,35	—	0,27	—	—	—
SiO ₂	53,39	56,32	53,63	53,29	53,92	54,76
H ₂ O	9,02	8,80	8,54	8,47	8,50	8,53
	100,57	100,82	100,00*)	100,27	100,55	100,90 **)

23. Analcim von Brevik (Norwegen); anal. von S. R. Paikkull, Inaug.-Diss. Upsala 1875, 14.

24. Analcim aus dem Melaphyr des Fassatales (Tirol); anal. von J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 538 (1876).

25. Analcim im Liebenertporphyr von Predazzo (Tirol); anal. von J. Lemberg, ebenda **29**, 493 (1877) *) In der Analyse noch angegeben 0,79% in HCl unlöslich.

26. Analcim von Montreal (Canada); anal. von B. J. Harrington, Rep. Geol. Can. 1878, 45.

27. Analcim in Klüften des Phonoliths von der Heldburg (Thüringen); anal. von O. Luedecke, Z. f. d. ges. Naturwissenschaften **52**, (1879); Z. Kryst. **7**, 90 (1883).

28. Analcim in Drusen des Diabases von Kuchelbad (Böhmen); anal. von K. Preis bei K. Preis und K. Vrba, Sitzber. d. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1879, 469; Z. Kryst. **4**, 627 (1880). **) In der Analyse noch angegeben CO₂ 0,12%.

	29.	30.	31a.	31b.	32.	33.
δ	2,21	2,277	2,277	2,481	2,222	—
Na ₂ O	10,56	13,51	13,00	8,93	13,63	14,01
K ₂ O	2,00	—	—	2,73	0,32	—
(MgO)	0,38	—	Spur	0,39	Spur	—
(CaO)	1,67	—	0,87	3,70	—	—
Al ₂ O ₃	22,86	24,00	22,89	21,21	21,51	22,87
(Fe ₂ O ₃)	—	—	0,40	0,93	Spur	—
SiO ₂	54,39	54,00	54,42	55,28	57,08	54,80
H ₂ O	8,18	8,38	8,13	5,01	8,32	8,32
	100,04	99,89	99,71	98,18	100,86	100,00

29. Analcim aus dem Basalt von den Cyklopeninseln; anal. von L. Ricciardi und S. Speciale, Gazz. chim. It. 1881, 359; Z. Kryst. **8**, 399, 1884. Im Originale die Zahlen für Na₂O und K₂O vertauscht.

30. Analcim (Eudnophit) von Låven (Norwegen); anal. von A. Damour bei E. Bertrand, Bull. Soc. min. **4**, 239 (1881).

31. Analcim (Kuboit) vom Magnetberge Blagodat (Ural); a) kristalle, b) derb; anal. von P. D. Nikolajew, Berg.-Journ. **2**, 376 (1881); Z. Kryst. **11**, 392 (1886).

32. Analcim (Picranalcim Bechis) mit Kupferkies im Gabbro von Monte Catini (Toscana); anal. von E. Bamberger, Z. Kryst. **6**, 32 (1882). Das Mineral enthält mikroskopisch erkennbare Einschlüsse.

33. Analcim (Eudnophit) von Låven (Norwegen); anal. von J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 612 (1883).

	34.	35.	36.	37.	38.	39.
δ	2,259 (11°)	—	—	—	—	—
Na ₂ O	12,30	13,47	14,07	13,60	15,06	15,22
K ₂ O	0,79	—	—	—	—	—
(CaO)	0,36	—	—	0,85	0,44	0,02
Al ₂ O ₃	23,12	22,43	23,29	24,07	24,10	23,59
(Fe ₂ O ₃)	0,60	—	—	—	—	—
SiO ₂	54,72	55,81	54,47	53,58	53,70	53,00
H ₂ O	8,25	8,37	8,17	8,29	8,35	8,00
	100,14	100,08	100,00	100,39	101,65	99,83

34. Analcim aus einem Leucitophyrgange bei Böhm. Wiesental (Böhmen); anal. von A. Sauer, Erläut. d. geol. Spezialkarte d. Kgr. Sachsen, Sektion Wiesental 1884, 51; Z. Kryst. **11**, 412 (1886).

35. Analcim in Hohlräumen des Basalts des Table Mountain bei Golden, Col. (N.-Amerika); anal. von W. Ch. Cross und W. F. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. 1885, Nr. 20, 29.

36. Analcim von Kangerdluarsuk (Grönland); anal. von J. Lorenzen, Meddelelser om Grönland, Kopenhagen 1884, **7**, 1; Z. Kryst. **11**, 315 (1886).

37. Analcim von den Cyklopeninseln (Sizilien); anal. von C. Hersch, Der Wassergehalt der Zeolithe. Diss. Zürich 1887, 20.

38. Analcim von Klein-Arö (Norwegen); anal. v. Johnsson bei W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 584 (1889).

39. Analcim von Klein-Arö (Norwegen); anal. von Langlet bei W. C. Brögger, ebenda.

	40.	41a.	41b.	42.
δ	—	2,20	2,24	2,223
Na ₂ O	14,63	10,40	10,92	14,45
K ₂ O	—	1,60	2,66	—
(MgO)	—	0,70	1,28	0,24
(CaO)	—	1,90	2,62	—
Al ₂ O ₃	24,77	23,30	22,55	23,47
(Fe ₂ O ₃)	—	Spur	1,51	—
SiO ₂	53,19	54,90	49,87	53,79
H ₂ O	8,26	7,50	11,05	8,11
	100,85	100,30	102,46	100,06

40. Analcim von Eikaholmen (Norwegen); anal. von W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 584 (1889). Gelbe Kristalle.

41. Analcim in einem Basalte aus den Kreidesandsteinen der Highwoods, Rocky Mountains, Montana (N.-Amerika); anal. a) von W. Lindgren, b) von W. H. Melville bei W. Lindgren, Proc. Calif. Acad. Sc. **3**, 39 (1890); Z. Kryst. **20**, 498 (1892). In b) eine Spur Cl nachgewiesen.

42. Analcim in Klüften eines Diabases von Friedensdorf (Hessen); anal. von R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1892, II, 1.

	43a.	43b.	43c.	43d.	43e.
δ	—	2,26—2,27		—	—
Na ₂ O	11,45	11,43	11,09	11,66	11,49
(CaO)	0,31	0,37	0,33	0,33	0,81
Al ₂ O ₃	20,90	20,43 ¹⁾	21,56 ¹⁾	19,91 ¹⁾	21,68
SiO ₂	57,32	58,16	58,44	58,90	56,09
H ₂ O	9,18	8,79	8,19	8,86	9,01
	99,16	99,18	99,61	99,66	99,08

43. Analcime aus dem Syenitgebiete des Plauenschen Grundes bei Dresden (Sachsen), a) farbloser Analcim von der Garnisonsmühle, b), c), d) roter Analcim in Hexaedern von demselben Fundorte, e) farbloser Analcim von Dölzchen; anal. von E. Zschau, Abh. d. naturw. Ges. Isis in Dresden, 1893, 90; Z. Kryst. **25**, 618 (1896).

¹⁾ Al₂O₃ mit wenig Fe₂O₃.

	44.	45.	46.	47.	48.
δ	—	2,261	—	—	—
Na ₂ O	13,44	13,33	11,61	12,20	12,46
(K ₂ O).	—	0,19	1,25	—	—
(MgO)	—	—	0,33	—	—
(CaO)	—	0,21	1,62	0,16	0,17
Al ₂ O ₃	22,84	23,04	24,00	21,48	23,06
(Fe ₂ O ₃)	—	—	1,20	0,13	—
SiO ₂	55,19	54,40	51,24	57,06	55,72
H ₂ O	8,60	8,46	—	—	—
H ₂ O über Schwefelsäure	—	—	0,62	—	—
H ₂ O Rest	—	—	8,47	—	—
H ₂ O bei 100°	—	—	—	0,58	0,13
H ₂ O über 100°	—	—	—	8,38	8,26
	100,07	99,63	100,40*)	99,99	99,80

44. Alncim von Kobi bei Baku aus dem Gestein eines Schlammmvulkanes (Persien); anal. von K. Glinka, Travaux de la soc. des nat. de Varsovie, C. R. 1895—96 Nr. 3; Z. Kryst. **31**, 517 (1899).

45. Alncim aus dem Augitteschinit von Point Sal, Santa Barbara Co., Californ. (N.-Amerika); anal. von H. W. Fairbanks, Bull. Dep. of geol., Univ. of California **2**, 1 (1896); Z. Kryst. **33**, 658 (1900).

46. Alncim aus einem Basalt aus Colorado (N.-Amerika); anal. von W. F. Hillebrand bei Whitmann Cross, Journ. of Geol. **5**, 687 (1895); Z. Kryst. **31**, 299 (1899). *) In der Analyse noch angegeben SO₃ 0,06%, Cl Spur.

47. Alncim von Wassons Bluff, Nova Scotia; anal. von F. W. Clarke und G. Steiger, Am. Journ. **8** (4), 245 (1899); Z. Kryst. **34**, 107 (1901).

48. Alncim von Nord Table Mt., nahe Golden, Col. (N.-Amerika); anal. von F. W. Clarke und G. Steiger, Am. Journ. **9**, 117 (1900).

	49.	50.	51.	52.
δ	—	—	—	2,22
Na ₂ O	12,62	} 14,80	6,11	12,01
(K ₂ O).	—		—	—
(MgO)	—	—	0,16	—
(CaO).	—	0,66	8,31	0,08
Al ₂ O ₃	20,50	21,60	30,76	24,20
(Fe ₂ O ₃)	—	1,96	—	—
SiO ₂	56,63	52,79	42,14	54,83
H ₂ O	9,30	8,19	12,54	8,50
	100,00*)	100,00	100,02	99,62

49. Alncim von der Seiseralpe (Tirol); anal. von St. J. Thugutt, Min.-Chem. Stud. Dorpat 1901, 100. *) In der Analyse noch angegeben 0,95% in HCl unlöslich; SiO₂-Gehalt zu hoch, Beimengung von amorpher Kieselsäure?

50. Alncim aus einem Monchiquit von Mt. Girnar in Kathiawar (Indien); anal. von J. M. Evans, Quart. Journ. Geol. Soc. London **57**, 38 (1901); Z. Kryst. **37**, 304 (1903).

51. Alncim von Maze, Prov. Echigo (Japan); anal. von T. Takimoto bei T. Wada, Mineralien Japans, Tokyo 1904, 139. (Starke Abweichung von der Normalzusammensetzung!)

52. Alncim aus einem Nephelinsyenit von Montreal (Canada); anal. von A. E. Egleson bei B. J. Harrington, Trans. Roy. Soc. Canada, **11** [III], 25, (1905); Z. Kryst. **43**, 618 (1907).

	53.	54.	55.	56.	57.
Na ₂ O . . .	13,77	11,03	11,39	13,30	13,06
(K ₂ O) . . .	Spur	0,99	0,53	0,42	—
(MgO) . . .	—	—	—	Spur	—
CaO . . .	1,33	12,53	0,56	0,33	—
Al ₂ O ₃ . . .	21,76	10,24	21,89	21,68	22,30
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	—	—	Spur	—
SiO ₂ . . .	54,39	49,87	56,49	56,24	56,53
H ₂ O . . .	8,71	14,26	8,73	8,40	8,67
	99,96	98,92	99,59	100,37	100,56

53. Analcim von Ben Lomond, N. S. W. (Australien); anal. von C. Anderson, Records of the Australian Museum **6**, 404 (1907); Z. Kryst. **46**, 635 (1909).

54. Analcim aus einem Basaltkonglomerat von Maze, Prov. Echigo (Japan); anal. von Tsukamoto bei K. Jimbo, Beiträge zur Mineralogie von Japan **3**, 115 (1907).

55. Analcim von der Seiseralpe (Tirol); anal. von E. Baschieri, Atti della soc. Toscana di sc. nat. in Pisa, Memorie **24**, 113 (1908).

56. Analcim aus dem Augitteschenit von Hamasat (Massaua); anal. von E. Manasse, Beiträge zum petr. Studium der Colonie Erythrea, Siena 1907; Z. Kryst. **50**, 510 (1912).

57. Vom Kara-Dagh (Krim); anal. P. v. Tschirwinsky u. A. Orloff, Ann. géol. et min. de Russie **15**, 144 (1913); N. JB. Min. etc. 1914 II, 360.

	58.	59.	60.	61.	62.	63.
δ	2,254	2,260	2,257	2,219	2,223	2,231
Na ₂ O . . .	12,91	13,36	13,47	13,18	13,04	12,69
K ₂ O . . .	0,03	0,12	0,02	—	0,11	0,22
MgO . . .	—	—	—	0,17	0,21	—
Al ₂ O ₃ . . .	22,40	23,62	23,33	22,85	22,13	22,81
Fe ₂ O ₃ . . .	0,11	0,12	0,14	0,15	—	0,19
SiO ₂ . . .	55,90	54,41	54,68	55,06	56,48	56,84
H ₂ O . . .	8,35	8,24	8,46	8,38	8,39	8,27
	99,70	99,87	100,10	99,79	100,36	101,02

58. Von Two Islands, N. S.; anal. H. W. Foote u. W. M. Bradley, Am. Journ. [4] **33**, 433 (1912).

59. Von Cyclopean Islands; anal. wie oben.

60. Von Kerguelen Islands; anal. wie oben.

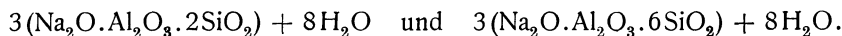
61. Von Victoria, Australien; anal. wie oben.

62. Von Michigan, U. S. A.; anal. wie oben.

63. Von Montreal, Canada; anal. wie oben.

Analysen 58—63 sind das Mittel aus je 2 Analysen.

Formel. Nach J. Lemberg¹⁾ wäre die Formel des natürlichen Analcims mindestens zu verdoppeln. Derselbe bestünde aus gleichen Teilen der beiden Endglieder der „Analcimreihe“:

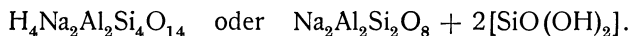


Daß in der Natur nur ein Glied der „Analcimreihe“ vorkommt, glaubt J. Lemberg²⁾ dadurch begründen zu können, daß dieses Glied das beständigste sei.

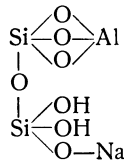
¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 992 (1885).

²⁾ J. Lemberg, ebenda **39**, 561 (1887).

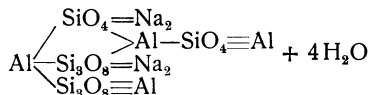
C. Doelter¹⁾ schreibt auf Grund seiner Versuche das Wasser des Analcims nicht als Kristallwasser, er gibt die Formeln:



R. Brauns²⁾ schreibt die Konstitutionsformel des Analcims so:

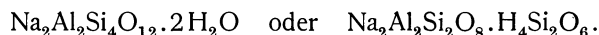


Auf Grund der Austauschversuche mit NH_4Cl schreiben F. W. Clarke und G. Steiger³⁾ dem Analcim die Formel $\text{Na}_4\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ und die Konstitutionsformel



zu. Letztere soll die Zugehörigkeit des Minerals zu der Granat-Sodalithreihe demonstrieren.

G. Tschermak⁴⁾ schreibt die Formel des Analcims



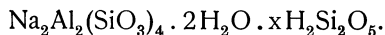
H. W. Foote und W. M. Bradley⁵⁾ berechnen ihre Analysen, sowie jene von W. F. Hillebrand Nr. 35; sowie jene von F. W. Clarke und G. Steiger Nr. 41.

Die Zahlen sind folgende, wobei Fe_2O_3 zu Al_2O_3 , K_2O zu Na_2O geschlagen wurde.

Analysennummer	SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	H_2O
Nr. 58	4,46	1,06	1,00	2,24
„ 59	4,16	1,07	1,00	2,12
„ 60	4,18	1,05	1,00	2,17
„ 61	4,29	1,05	1,00	2,19
„ 62	4,45	1,02	1,00	2,21
„ 63	4,61	1,09	1,00	2,25
„ 35	4,27	1,01	1,00	2,15
„ 47	4,82	1,07	1,00	2,53

Aus diesen Zahlen, sowie einer Anzahl älterer Analysenzahlen geht nach den Verfassern hervor, daß die Verhältniszahlen für $\text{Na}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3 = 1:1$ sind. Das Verhältnis zwischen $\text{H}_2\text{O}:\text{SiO}_2 = 1:2$.

Jedoch liegt kein einfaches Verhältnis zwischen Al_2O_3 und SiO_2 oder zwischen Na_2O und H_2O vor. Es liegt ein ähnlicher Fall vor, wie bei Nephelin, nämlich eine feste Lösung. Die Formel ist daher:



¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 118.

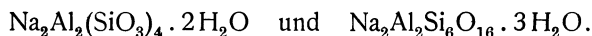
²⁾ R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1892, II, 19.

³⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. **8**, 245 (1899).

⁴⁾ G. Tschermak, Lehrbuch d. Mineralogie, Wien 1905, 562.

⁵⁾ H. W. Foote u. W. M. Bradley, Am. Journ. **33**, 437 (1912). (Anm. d. Herausg.)

Die Komponente $H_2Si_2O_5$ ist als feste Lösung vorhanden. Die wirklichen Komponenten sind:



Das Wasser existiert in den Zeolithen als gelöstes.

Wassergehalt.

Wasserabgabe beim Erwärmen. Austausch des Zeolithwassers. G. Friedel¹⁾ fand, daß feingepulverter Analcim von den Cyklopeninseln folgende Gewichtsverluste erlitt:

bei 113°	236—240°	342°	484—490°
0,11%	1,87—1,91%	4,36%	6,30%

Bei langer Erhitzung auf 115° betrug der Verlust 2,22%.

Es stellt sich also ein Gleichgewicht ein zwischen der Dampftension des Zeoliths und des Wasserdampfes in der Luft.

In einer zweiten Arbeit prüfte derselbe Verfasser²⁾ die Variation des Dampfdruckes noch genauer. Der Wasserverlust erfolgt zunächst langsam, von 150° an regelmäßig rascher, nimmt nach oben dann ganz allmählich ab (die Kurve nähert sich einer Horizontalen). Bei einer Reihe von Bestimmungen zwischen den Temperaturen 100 und 500° ergab sich, daß das Gleichgewicht um so rascher erzielt wurde, je höher die Temperatur war. Bei der Austreibung des Wassers erfolgt eine Kontraktion, welche mit dem Wasserverlust zunimmt:

δ	2,277	2,205	2,150	2,141
Wasserverlust	0%	3,60%	6,29%	8,02%
Kontraktion	0%	0,50%	0,88%	2,15%

Nach langem Glühen beträgt die Dichte 2,437, entsprechend einem Wasserverluste von 14,3%.

Die Verbindungswärme des Wassers im Analcim beträgt 740 cal für 1 g; es ergibt sich daraus nach G. Friedel,³⁾ daß das Wasser in keiner Weise gebunden sei.

Analcim von Wassons Bluff (Analyse 47) ergab beim Erwärmen folgende Wasserverluste (F. W. Clarke und G. Steiger):⁴⁾

bei 100°	180°	260°	300°	nied. Rotglut	volle Rotglut
0,58%	1,16%	3,64%	1,57%	1,90%	0,61% = 8,96%

Analcim von Nord Table Mt., Col., nach denselben Autoren:⁵⁾

bei 100°	180°	260°	300°	350°	nied. Rotglut
0,13%	0,75%	2,44%	1,28%	1,76%	2,03% = 8,39%

Entwässerter Analcim färbt sich nach G. Friedel⁶⁾ nur in kochenden Lösungen und gibt auch nur an siedendes, nicht an kaltes Wasser den Farbstoff wieder ab.

¹⁾ G. Friedel, Bull. Soc. min. **19**, 94 (1896).

²⁾ G. Friedel, ebenda 363.

³⁾ G. Friedel, Bull. Soc. min. **21**, 5 (1898).

⁴⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. **8**, 245 (1899).

⁵⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, ebenda **9**, 117 (1900).

⁶⁾ G. Friedel, Bull. Soc. min. **19**, 94 (1896).

Nach den Untersuchungen von F. Grandjean¹⁾ absorbiert Analcim nur sehr geringe Mengen schwerer Metalldämpfe.

Lötrohrverhalten. Analcim schmilzt ruhig zu einer glasigen, blasenarmen Kugel, färbt die Flamme gelb.²⁾

Analcim, im Fourquignonschen Ofen geschmolzen, lieferte C. Doelter³⁾ kein kristallinisches Schmelzprodukt.

Löslichkeit. Nach G. Steiger⁴⁾ ist Analcim in Wasser beträchtlich löslich. 0,5 g Analcim wurden in 50 ccm Wasser bei 70° Fahrenheit 1 Monat lang behandelt, dann die abfiltrierte Lösung mit $\frac{1}{1}$ n.-Salzsäure titriert und auf Na₂O berechnet. Nach der Analyse enthielt das Mineral 14,00% Alkalien, das Äquivalent von Na₂O in der Lösung betrug 0,10.

Analcim reagiert stark alkalisch (A. Kennigott,⁵⁾ E. W. Hoffmann).⁶⁾

Dichte. Folgende Angaben für die Dichte des Analcims liegen vor: Molvena (Bassano, Italien) 2,35 (E. Vaccari),⁷⁾ Berg Karadag bei Theodesia 2,2145 (B. Popoff),⁸⁾ Pendisetta (Euganeen, Italien) 2,195 (G. Dal Piaz),⁹⁾ Agordino (Venet. Alpen, Italien) 2,28 (E. Billows).¹⁰⁾ Siehe ferner die Angaben bei den Analysen.

Härte. Als Härte wird für das Mineral angegeben 5—5,5.

Spaltbarkeit. Die Spaltbarkeit ist unvollkommen nach (100).

Für Röntgenstrahlen in dünnen Schichten nach C. Doelter¹¹⁾ durchlässig, in dickeren jedoch (über 3 mm) nicht mehr.

Vor dem Lötrohre zu farblosem Glase schmelzbar, wobei sich die Flamme gelb färbt. Nach V. Goldschmidt¹²⁾ im Kölbchen Wasser gebend, wobei er fest und glänzend bleibt.

Gelatiniert mit Salzsäure und gibt keine regelmäßigen Ätzfiguren.¹³⁾

Die Bildungswärme beträgt nach G. Tammann¹⁴⁾ pro 1 Mol. 85,22 Kal., pro 1 g 0,215 Kal. Die Lösungswärme beträgt nach O. Mulert¹⁵⁾ pro 1 g 0,5688 Kal.

Optisches Verhalten. Sehr viele Analcime sind nicht einfachbrechend, sondern zeigen einen komplizierten Aufbau, der von den verschiedenen Autoren bald als Spannungsdoppelbrechung gedeutet wurde, bald auch mit Zwillingbildung aus niedersymmetrischen Lamellen in Zusammenhang gebracht wurde.¹⁶⁾ Beim Erwärmen in Wasserdampf geht die Doppelbrechung verloren, in trockener

¹⁾ F. Grandjean, Bull. Soc. min. **33**, 5 (1900).

²⁾ V. Goldschmidt, Z. Kryst. **9**, 573 (1884).

³⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 118.

⁴⁾ G. Steiger, Journ. Am. Chem. Soc. **21**, 386 (1899); Z. Kryst. **34**, 204 (1901).

⁵⁾ A. Kennigott, N. JB. Min. etc. 1867, 302.

⁶⁾ E. W. Hoffmann, Untersuchungen über den Einfluß von gewöhnlichem Wasser auf Silicate. Diss. Leipzig 1882.

⁷⁾ E. Vaccari, Rivista di min. e crist. ital. **16**, 93 (1896); Z. Kryst. **30**, 198.

⁸⁾ B. Popoff, Proc. verb. des séances de la soc. imp. des nat. de Moscou 1898, 90.

⁹⁾ G. Dal Piaz, Riv. di min. Padua **23**, 90 (1899—1900).

¹⁰⁾ E. Billows, ebenda **27**, 49 (1901).

¹¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1896, II, 93.

¹²⁾ V. Goldschmidt, Z. Kryst. **9**, 573 (1885).

¹³⁾ A. Ben Saude, N. JB. Min. etc. 1882, I, 62.

¹⁴⁾ G. Tammann, Z. f. phys. Chem. **4** (1889).

¹⁵⁾ O. Mulert, Z. anorg. Chem. **75**, 236 (1912).

¹⁶⁾ Literatur bei C. Klein, Sitzber. Berliner Ak. **16**, 290 (1897). — Wülfing-Rosenbusch, Mikroskop. Physiographie I, 2, 41.

Luft nimmt sie zu, der Analcim geht schließlich in triklinen Natronleucit über (F. Rinne).¹⁾

Brechungsquotient: Cyklopeninseln 1,4874 (rot) A. Des Cloizeaux,²⁾
 Ätna 1,4881 (gelb) } K. A. Zimányi.³⁾
 Kerguelen . . 1,4861 " }

Auftreten in der Natur. Nach der paragenetischen Regel von F. Cornu⁴⁾ kommt der Analcim als erster Zeolith zur Ausscheidung.

Synthese.

A. de Schulten⁵⁾ stellte künstlichen Analcim durch 1—8stünd. Erhitzen einer Lösung von Natriumsilicat mit Ätznatron und tonerdereichem Glase in zugeschmolzenen Röhren bei 180—190° her. Die deutlich doppelbrechenden Kristalle lagen in gallertiger Kieselsäure und hatten die Zusammensetzung:⁵⁾

Na ₂ O	15,0
CaO	Spur
Al ₂ O ₃	21,8
SiO ₂	54,6
H ₂ O	8,6
	100,0

Ferner erhielt derselbe Autor⁶⁾ isotrope Analcime, als er Natriumsilicat und Natriumaluminat (Verhältnis SiO₂:Al₂O₃ wie bei Analcim) unter Zusatz von Kalkwasser in einem verschlossenen Kupferrohre 18 Stunden bei 180° erwärmte. Das Kalkwasser begünstigte nur die Kristallisation. Eine Analyse ergab:¹¹⁾

Na ₂ O	14,3
Al ₂ O ₃	22,1
SiO ₂	55,4
H ₂ O	8,2
	100,0

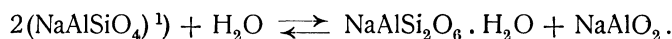
Nach C. Doelter⁷⁾ bildet sich Analcim bei Temperaturen von 100° bis 400° überall da, wo in verschlossenen Gefäßen Lösungen von Kieselsäure, Tonerde und Natron (bzw. Kieselsäure, Chloraluminium und Natriumcarbonat) aufeinander einwirken.

E. Baur⁸⁾ erhielt Analcimkristalle, als er bei 350—450° 0,7 g SiO₂, 0,43 g Natriumaluminat und 0,7 g Tonerdehydrat (also 0,7 g SiO₂, 0,53 g Al₂O₃, 0,06 g Na₂O) in Wasser in einem Stahlrohre erhitzte.

Das Existenzgebiet des Analcims gibt C. Doelter⁹⁾ bei höherem Atmosphärendruck zwischen 180° und etwa 430°, eventuell sogar bis 500° an.

¹⁾ F. Rinne, Sitzber. Berliner Ak. **46**, 1163 (1890).
²⁾ A. Des Cloizeaux, Man. de Minéralogie 1862, 332.
³⁾ K. A. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 321 (1894).
⁴⁾ F. Cornu bei A. Himmelbauer, Mitt. d. naturw. Vereines an der Univ. Wien **8**, 96 (1910).
⁵⁾ A. de Schulten, Bull. Soc. min. **3**, 150 (1880).
⁶⁾ A. de Schulten, ebenda **5**, 7 (1882).
⁷⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 118.
⁸⁾ E. Baur, Z. anorg. Chem. **72**, 119 (1911).
⁹⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **25**, 79 (1906).

Für das Gleichgewicht Nephelin-Analcim gibt der Autor die Formel:

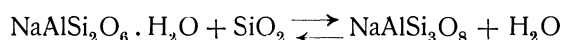


Bei Temperaturerhöhung verläuft die Reaktion von rechts nach links, bei Temperaturniedrigung umgekehrt. Reiner Analcim liefert beim Schmelzen nur Glas.

Bei der Zersetzung von Nephelin in wäßriger Lösung kohlenaurer Alkalien bei Gegenwart freien Kohlendioxyds erhielt C. Doelter bei 200° Analcim. Bei Einwirkung von Wasser bei 400° auf Analcim (30 g Wasser auf 6 g Mineral) wurde Nephelin (?) und Analcim erhalten.

Da sich bei den angegebenen Temperaturen aus wäßrigen Lösungen von Na_2O , Al_2O_3 , SiO_2 in verschiedenen Verhältnissen immer Analcim bildet, dürfte die Konzentration der Lösung wenig Einfluß haben. Nach Ch. R. van Hise tritt bei der Umwandlung von Nephelin in Analcim eine Volumvermehrung von 5,49% ein, daher ist der Druck für die Entstehung des Analcims aus Nephelin ungünstig.

Das Gleichgewicht Albit-Analcim wird durch die Formel:



dargestellt. Die Umwandlung im Sinne links nach rechts vollzieht sich jedenfalls nur bei höherer Temperatur (über 420° nach C. Doelter, über 520° nach E. Baur).

Künstliche Umwandlung.

Die Umwandlung Analcim-Natrolith hat J. Lemberg auf einem Umwege über ein Kalisilicat bewerkstelligt.

G. Bischof²⁾ digerierte Analcim mit CaSO_4 (1 Teil Analcim mit 1,18 Teilen CaSO_4 in 5,98 Teilen Wasser), nach mehreren Stunden konnten in der Lösung 0,009 Teile Na_2SO_4 nachgewiesen werden.

J. Lemberg³⁾ hat die Umwandlungen des Analcims in andere Silicate sehr eingehend studiert. Von den Untersuchungen sollen hier namentlich jene hervorgehoben werden, welche die nahe Beziehung des Analcims zu Leucit erläutern.

Künstlicher Analcim (aus Leucit) (1) wurde 2 Tage der Einwirkung mit K_2CO_3 -Lösung (bei 100°, häufiger Ersatz der Lösung, deren Gehalt nie unter 10% Salz herabging) ausgesetzt, Endprodukt (2); weiter künstlicher Analcim (3) 4 Tage mit KCl-Lösung (unter den gleichen Nebenumständen) (4); ferner zur Entscheidung, ob auch natürlicher Analcim diesen Austausch zeigt, wurde ein Analcim aus dem Fassatale (5) (enthielt Spuren von CO_2) mit K_2CO_3 -Lösung 7 Monate lang (6), $4\frac{1}{2}$ Monate lang (7), mit KCl-Lösung 3 Monate lang (8), endlich, um den Einfluß der Temperatur zu zeigen, derselbe Analcim mit K_2CO_3 -Lösung bei 40° 7 Monate (9) und bei Zimmertemperatur $12\frac{1}{2}$ Monate (10) lang behandelt.

¹⁾ Vereinfachte Formel.

²⁾ G. Bischof, Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie, 1864, II, 370.

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 537 (1876).

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	12,54	1,22	12,73	0,85
K ₂ O	1,40	18,73	0,89	19,03
CaO	0,20	0,13	0,25	0,25
Al ₂ O ₃	23,61	23,43	22,71	23,27
SiO ₂	54,72	54,92	55,38	55,50
H ₂ O	7,54	1,21	8,04 ¹⁾	1,10 ²⁾
	100,01	99,64	100,00	100,00
	5.	6.	7.	8.
Na ₂ O	13,19	0,57	—	—
K ₂ O	—	19,60	20,31	19,80
CaO	0,51	0,60	0,60	0,45
Al ₂ O ₃	22,00	22,20	22,29	22,39
SiO ₂	56,32	56,03	55,87	56,38
H ₂ O	8,80	0,98	0,89	0,98
	100,82	99,98	99,96	100,00
		9.	10.	
Na ₂ O		—	1,04	
K ₂ O		20,23	17,82	
CaO		0,52	0,40	
Al ₂ O ₃		21,97	22,62	
SiO ₂		56,59	56,43	
H ₂ O		1,23	1,69	
		100,54	100,00	

Analog gelingt die Rückverwandlung des Leucits. Die künstlichen Substanzen (6), (7) und (9) wurden entsprechend 8 Tage (11), 5 Tage (12) und 3 Tage (13) mit NaCl-Lösung behandelt; ferner feingepulverter Leucit vom Vesuv (14) 18 Stunden mit Kochsalzlösung bei 180—195° (15) (Analyse nur des umgewandelten Teiles, der von dem unveränderten getrennt wurde); derselbe Leucit 4 Monate mit NaCl-Lösung (16), 1½ Monate mit NaCl-Lösung (17), 4 Monate mit Na₂CO₃-Lösung. Dieses Produkt, künstlicher Analcim, war das in der Analyse (1) gebrachte, welches wieder zur Rückbildung verwendet wurde.

	11.	12.	13.
Na ₂ O	12,84	13,19	12,94
CaO	0,50	0,50	0,48
Al ₂ O ₃	22,08	21,98	22,09
SiO ₂	55,74	55,44	55,53
H ₂ O	8,84	8,89	8,94
	100,00	100,00	99,98

¹⁾ Über Schwefelsäure entweichen 0,42%.

²⁾ Über Schwefelsäure entweichen 0,26%.

	14.	15.	16.	17.
Na ₂ O	1,41	12,96	13,22	12,73
K ₂ O	18,90	0,68	0,66	0,89
CaO	0,20	0,29	0,20	0,25
Al ₂ O ₃	23,38	22,91	23,46	22,71
SiO ₂	56,04	55,30	54,62	55,38
H ₂ O	0,32	7,86 ¹⁾	7,84	8,04 ²⁾
	100,25	100,00	100,00	100,00

Ferner wurde derselbe Leucit bei 40° 11 Monate (18) und bei Zimmertemperatur 11 Monate (19) lang mit NaCl-Lösung behandelt.

	18.	19.
Na ₂ O	5,56	3,02
K ₂ O	11,61	15,88
CaO	0,10	0,15
Al ₂ O ₃	23,50	23,48
SiO ₂	55,83	55,68
H ₂ O	3,40	1,79
	100,00	100,00

Geglühter künstlicher Leucit reagierte langsamer und unvollständiger.

Natürlicher Analcim wurde 3 Monate lang bei 40° mit Salmiaklösung (Gehalt der Lösung nie unter 10% Salz) unter wiederholter Ersetzung der Lösung behandelt. Es resultierte ein Ammoniakalcim (1), der dann durch 20tägige Behandlung mit NaCl-Lösung bei 100° wieder rückverwandelt wurde (2).³⁾

	1.	2.
NH ₃	5,44	—
Na ₂ O	2,12	13,44
Al ₂ O ₃	24,97	22,18
SiO ₂	61,14	55,99
H ₂ O	5,44	8,39
	99,11	100,00

Durch Behandeln von Analcim (und Leucit) mit KOH bei 100° bildet sich also ein Silicat K₂O . Al₂O₃ . 2SiO₂ . 2H₂O, dagegen bei 200° die wasserfreie Verbindung K₂O . Al₂O₃ . 2SiO₂.

Wirkt KCl-haltige KOH-Lauge bei 100° auf Analcim ein, so addieren sich ca. 8% KCl zu K₂O . Al₂O₃ . 2SiO₂ und außerdem wird noch Kristallwasser aufgenommen, wirkt dagegen KCl-haltige KOH-Lauge bei 200° auf Analcim ein, so addiert sich kein KCl, sondern es bildet sich bloß K₂O . Al₂O₃ . 2SiO₂. J. Lemberg⁴⁾ schließt daraus, daß das KCl sich hier analog wie das Kristallwasser verhalte. Für das Verhalten bei 200° geben folgende zwei Analysen Aufschluß:

1. Analcim 78 Stunden mit starker Cl-haltiger Lauge von 36% KOH.
2. Analcim 78 Stunden mit Lauge, 8 Teile KOH, 8 Teile KCl und 30 Teile H₂O; beide Produkte waren Cl frei.

¹⁾ Über Schwefelsäure entweichen 0,23%.

²⁾ Über Schwefelsäure entweichen 0,42%.

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 585 (1876).

⁴⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 970 (1885). Vergleiche A. Werner.

	1.	2.
K ₂ O	29,61	29,61
Al ₂ O ₃	32,40	32,00
SiO ₂	37,74	38,80
H ₂ O	0,31	0,27
	100,06	100,68

Analcim mit K₂CO₃-Lösung behandelt, gibt Leucit; wird der Analcim aber vorher zu Glas geschmolzen und dann mit 20⁰/₀iger K₂CO₃-Lösung bei 100⁰ behandelt, so bildet sich ein H₂O-reiches Silicat, das sich optisch als ein Gemenge erweist. Die Umsetzung verläuft nicht glatt, es gehen kleine SiO₂-Mengen in die K₂CO₃-Lösung über.

1. Einwirkung 3¹/₂ Monate.
2. Einwirkung 4 Monate.
3. Einwirkung 5 Monate.

Bei der Behandlung dieser K-Silicate mit NaCl-Lösung bei 100⁰ gehen folgende Na-Verbindungen hervor¹⁾:

4. Nr. 1 14 Tage behandelt.
5. Nr. 2 4 Tage behandelt.

Ferner wurde 4. durch Behandeln mit CaCl₂-Lösung in das Ca-Silicat (6) übergeführt. Die erhaltenen Produkte zeigen eine gewisse Verwandtschaft mit Gmelinit und Chabasit.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O	—	—	—	11,67	11,49	0,62
K ₂ O	17,35	16,47	17,46	—	—	—
CaO	—	—	—	—	—	9,96
Al ₂ O ₃	18,89	18,59	18,92	19,77	19,39	19,70
SiO ₂	48,05	48,00	47,30	49,21	49,03	47,74
H ₂ O	15,71	16,60	15,65	19,35	19,85	21,98
	100,00	99,66	99,33	100,00	99,76	100,00

Werden die K-Silicate (1), (2), (3) mit NaCl-Lösung bei 200—215⁰ behandelt, so wandeln sie sich in Analcim um.

7. Nr. 1 78 Stunden behandelt; runde Körner und undeutliche Würfel.
8. Nr. 3 228 Stunden behandelt; schlecht entwickelte Würfel.

Durch 20tägige Behandlung mit K₂CO₃-Lösung bei 100⁰ wurde der Analcim (8) in Leucit (9) umgewandelt.

Auch wenn man geschmolzenen Analcim direkt mit Na₂CO₃-Lösung behandelt, bildet sich sowohl bei 100⁰ als auch bei 200⁰ Analcim. Neutral reagierende Na-Salzlösungen wirken sehr langsam ein. Analcimglas wurde mit 16⁰/₀iger Na₂CO₃-Lösung behandelt:

10. 78 Stunden bei 200—210⁰.
11. 2¹/₂ Monate bei 100⁰. Nur runde Körner. Etwas SiO₂ ging in Lösung.

Wirkt Na₂CO₃ kürzere Zeit auf Analcimglas ein, so bilden sich H₂O-reichere Verbindungen 4 (Gemenge von Analcim und Silicat).

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 37, 971 (1885).

	7.	8.	9.	10.	11.
Na ₂ O	13,30	13,48	—	13,47	13,54
K ₂ O	—	—	19,68	—	—
Al ₂ O ₃	22,40	22,51	22,69	22,57	22,32
SiO ₂	55,78	55,32	56,70	55,12	55,85
H ₂ O	8,52	8,69	0,93	8,84	8,29
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

3—5 g Analcim vom Fassatale wurden in 40 g des in seinem Kristallwasser geschmolzenen Silicats Na₂O · SiO₂ · 8H₂O eingerührt und im Digestor bei 200° 100 Stunden erhitzt; das überschüssige Na-Silicat wurde durch kaltes Wasser entfernt; J. Lemberg¹⁾ erhielt so ein Silicat, das in gewisser Beziehung dem Cancrinit entspricht (enthält Na₂SiO₃ statt Na₂CO₃).

Na ₂ O	23,34
Al ₂ O ₃	29,16
SiO ₂	40,32
H ₂ O	6,38
	99,20

Eine analoge K-Verbindung konnte nicht erhalten werden.

Chabasit, Gmelinit, Phakolith, Seebachit, Herschelit wurden von J. Lemberg²⁾ ebenfalls in Analcim umgewandelt; ebenso Leonhardt, Caporcianit Laumontit, Harmotom, Phillipsit, Stilbit, Desmin. J. Lemberg schreibt jedem dieser Zeolithe ein entsprechendes Glied der „Analcimreihe“ zu, das er als Mischungsglied der beiden Endglieder 3(Na₂O · Al₂O₃ · 6SiO₂) + 8H₂O und 3(Na₂O · Al₂O₃ · 2SiO₂) + 4H₂O auffaßt.

Zur Erklärung der Pseudomorphose Orthoklas nach [Analcim angestellte Versuche ergaben, daß sich Analcimglas mit Na₂O · 2SiO₂-Lösung zunächst in SiO₂-reichsten „Analcim“ umwandelt, der dann durch KCl-Lösung in Leucit und schließlich Orthoklas übergeführt werden kann.

Auch aus Kaolin stellte J. Lemberg³⁾ durch Behandeln mit Natrium-silicatlösungen bei 200—220° Glieder seiner Analcimreihe dar, ferner aus mehreren Feldspaten, Skapolith, Skolezit, Natrolith, Thomsonit, Spodumen, Jadeit, und zwar teils auf direktem, teils auf indirektem Wege.

Als Fortsetzung der Lembergschen Arbeiten untersuchte St. J. Thugutt⁴⁾ die Umwandlung Leucit-Analcim bei Verwendung verdünnter Lösungen. 5 g Leucit (vom Vesuv) (1) wurden mit 3,75 g NaCl, 1,25 g Na₂CO₃ und 500 cm³ Wasser 170 Stunden bei 193—210° behandelt. Es resultierte ein amorphes Produkt (2), das der Formel Na₂O · Al₂O₃ · 4SiO₂ · 2H₂O entsprach. Für die Rückbildung des Leucits wurden 3,4 g Analcim von der Seiseralpe (3) mit 0,85 g K₂CO₃, 2,55 g KCl und 340 cm³ Wasser 170 Stunden bei 193° bis 201° behandelt, wobei ein amorphes Produkt (4) erhalten wurde, das nach der Analyse als Gemenge von Leucit und Analcim (nahezu in gleichen Teilen) zu deuten ist.

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 962 (1885).

²⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 973 ff. (1855); die Analysen siehe unter den betreffenden Mineralien.

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 559 (1887).

⁴⁾ St. J. Thugutt, Mineralchemische Studien. Dorpat 1891, 100.

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	0,25	13,86	12,62	6,76
K ₂ O	20,80	0,23	—	8,86
CaO	0,10	—	—	—
Al ₂ O ₃	23,40	23,40	20,50	20,88
SiO ₂	54,45	53,96	56,63	58,31
H ₂ O	0,96	8,55	9,30	5,19
In HCl unlöslich . .	0,75	—	0,95	—
	100,71	100,00	100,00	100,00

Durch Erhitzen von Analcim bei 350° mit wechselnden Mengen von Chlorammonium¹⁾ bei verschiedener Zeitdauer wurden Produkte erhalten, deren mittlere Zusammensetzung in (1) angegeben ist. Der ausgelaugte Rückstand hatte die Zusammensetzung (2).

	1.	2.
NH ₃	2,15	2,46
NaCl	10,44	—
Na ₂ O	7,12	8,11
CaO	0,16	0,18
Al ₂ O ₃	21,37	24,34
SiO ₂ löslich . . .	1,61	—
SiO ₂ unlöslich . .	54,96	62,59
H ₂ O	2,04	2,32
	99,85	100,00

Der Rückstand läßt sich ungefähr durch die Formel H₂Na₂Al₄Si₈O₂₄ ausdrücken.

Analcim von Table Mt. (Analyse 48, S. 354) mit Chlorammonium erhitzt und dann mit Wasser ausgelaugt, ergab nach F. W. Clarke und G. Steiger²⁾ folgende Resultate:

	Stunden erhitzt	Temperatur	Na ausgelaugt	NH ₃ im Rückstande
A	28	300°	4,75%	2,04%
B	8 ¹ / ₂	350	6,36	2,88
C	26	350	3,76	1,72
D	3	340—380	6,70	2,85

Gepulverter Analcim mit dem vierfachen Gewichte NH₄Cl gemischt und in einem geschlossenen Glasrohre auf 350° erhitzt, dann ausgelaugt, hatte Ammon aufgenommen, in der Lösung fand sich alles Natrium als NaCl. Drei Analysen des Rückstandes ergaben:

	Residuum A	Residuum B	Residuum C
NH ₃	7,23	6,95	7,71
Na ₂ O	0,40	0,22	0,28
Al ₂ O ₃	25,21	25,33	25,21
SiO ₂	61,93	61,68	61,79
H ₂ O	4,50	4,91	5,01

¹⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. 8, 245 (1899).

²⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. 9, 117 (1900).

Berechnet man aus der dritten Analyse den unzersetzten Analcim und zieht diesen ab, so kommt man auf eine Substanz: $\text{NH}_4\text{AlSi}_2\text{O}_6$, also einen wasserfreien Ammoniumanalcim.

Experimente mit Überschuß von Ammon bestätigen den atomweisen Ersatz von Na durch NH_4 . Durch Behandeln mit Natriumhydrat wird Ammon wieder ausgetrieben.

Zur Darstellung der entsprechenden Silberverbindung behandelte G. Steiger¹⁾ drei Proben von Analcim wie folgt:

- natürlicher Analcim im offenen Rohre mit trockenem AgNO_3 4 Stunden bei 400° ;
- natürlicher Analcim im geschlossenen Rohre mit trockenem AgNO_3 4 Stunden bei 250° ;
- Ammoniumanalcim im geschlossenen Rohre mit trockenem AgNO_3 4 Stunden bei 250° .

In Lösung gegangen:

	a	b	c
Na_2O (auf Analcim ber.) .	13,13	12,57	0,60

Trockener Rückstand:

NH_3	—	—	0,69
Na_2O	0,85	0,81	0,68
Ag_2O	37,45	36,91	32,01
Al_2O_3	16,44	16,29	18,22
SiO_2	41,31	40,08	42,69
H_2O	4,29	5,86	6,08
Nitrate	keine	keine	keine
	100,34	99,95	100,37

Der Rückstand entspricht ungefähr der Verbindung $\text{AgAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Im Anschlusse an die Versuche von G. Steiger und unter Verwendung von dessen Material behandelte H. C. Mc Neil²⁾ Analcim von Table Mountain mit Schmelzen von Bariumchlorid [(1): 2 g Analcim und 12 g BaCl_2 , (2): 2 g Analcim und 25 g BaCl_2]. Die Schmelze wurde mit Wasser ausgelaugt, der Rückstand analysiert.

	1.	2.
Na_2O	0,08	nicht best.
BaO	40,00	31,36
Al_2O_3	18,16	20,71
SiO_2	40,00	45,61
H_2O	1,65	1,78
	99,89	99,46

Im Filtrate fand sich viel Kieselsäure und Tonerde.

¹⁾ G. Steiger, Am. Journ. **13**, 464 (1902).

²⁾ H. C. McNeil, Journ. Americ. Chem. Soc. **28**, 590 (1906); Z. Kryst. **44**, 529 (1908).

Pseudomorphosen.

Die bekannte Pseudomorphose von (homogenem) Analcim nach Leucit von Wiesental (Erzgebirge) untersuchte A. Sauer.¹⁾

δ	2,259 (11 ^o)
Na ₂ O	12,30
K ₂ O	0,79
CaO	0,36
Al ₂ O ₃	23,12
Fe ₂ O ₃	0,60
SiO ₂	54,72
H ₂ O	8,25
	100,14

Analcim pseudomorph nach Leucit aus einer Bombe des Vesuvs hatte nach St. J. Thugutt²⁾ die Zusammensetzung:

δ	2,25—2,265
Na ₂ O	13,39
K ₂ O	0,04
Al ₂ O ₃	22,24
SiO ₂	56,27
H ₂ O	8,45
	100,39

Die der Analyse unterworfenene Probe enthielt 0,16^o/₁₀₀ Hämatit (aus dem Eisenleucit) beigemengt. Der hohe SiO₂-Gehalt dürfte teilweise auf beigemengten Opal, teilweise auf zersetzte Wollastonit- und Augiteinschlüsse zurückzuführen sein (Nachweis des Opals durch Färbung!).

Analcim nach Leucit (kaolinisiert) analysierte F. Zambonini,³⁾ (1) umgewandelt, (2) in Umwandlung begriffen.

	1.	2.
Na ₂ O	10,95	3,48
K ₂ O	0,68	13,80
CaO	—	0,90
Al ₂ O ₃	21,20	23,90
SiO ₂	58,65	55,80
Glühverlust . . .	7,91	2,03
	99,39	99,91

Pseudomorphosen von Analcim nach Feldspat wurden sehr früh erkannt, so von W. Haidinger und A. Breithaupt,⁴⁾ ferner von C. E. M. Rohrbach.⁵⁾

K. Reiser⁶⁾ beschrieb aus Gesteinen des Allgäus ebenfalls Pseudomorphosen von Analcim nach Plagioklas. Eine Analyse ergab:

¹⁾ A. Sauer, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 441 (1885).
²⁾ St. J. Thugutt, Centralblatt Min. 1911, 761.
³⁾ F. Zambonini, Mineralogia Vesuviana. Neapel 1910.
⁴⁾ W. Haidinger u. A. Breithaupt bei G. Bischof, Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie. Bonn 1864, II, 368.
⁵⁾ C. E. M. Rohrbach, Tsch. min. Mit. **7**, 17 (1886).
⁶⁾ K. Reiser, Tsch. min. Mit. **10**, 542 (1889).

Na ₂ O	9,9
K ₂ O	0,6
CaO	1,6
Al ₂ O ₃	25,6
SiO ₂	55,1
H ₂ O (Glühverlust) . .	7,9
	<hr/>
	100,7

Weitere Angaben bei Cte. de Limur,¹⁾ R. Brauns,²⁾ L. Doermer,³⁾ Fr. Heineck.⁴⁾

Pseudomorphosen nach Nephelin (Eläolith) werden von W. C. Brögger,⁵⁾ N. V. Ussing⁶⁾ und W. Freudenberg⁷⁾ angegeben.

Zweifelhaft sind: Analcim nach Calcit, nach Laumontit, nach Stilbit (R. Blum.)⁸⁾

Quarz nach Analcim wird von F. v. Richthofen⁹⁾ angegeben.

Beginnende Zersetzung in Carbonat zeigen die Analysen des Analcims von Blagodat und von der Seiseralpe. Ein stark zersetzter Analcim von demselben Fundorte enthielt nach G. Bischof¹⁰⁾

Na ₂ O	11,53
Al ₂ O ₃	21,55 ¹¹⁾
SiO ₂	52,59
H ₂ O	8,28
CaCO ₃	3,10
MgCO ₃	0,80
	<hr/>
	97,85

Der Verlust rührt größtenteils von organischen Substanzen her.

G. Tschermak¹²⁾ beschrieb unvollständige Pseudomorphosen: Calcit nach Analcim von Itschina bei Neutitschein (Mähren). Eine Analyse von C. Madelung ergab:

	Pseudom.	In HCl löslicher Teil	In HCl unlöslicher Teil
MgO	4,6	2,9	1,7
CaO	15,3	15,3	Spur
Fe ₂ O ₃	7,0	7,0	—
Al ₂ O ₃	14,7	5,7	9,0
SiO ₂	32,3	—	32,3
CO ₂	12,3	12,3	—
H ₂ O	11,8	—	—
	<hr/>		
	98,0		

¹⁾ Comte de Limur, Bull. Soc. min. **4**, 182 (1881).

²⁾ R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1892, II, 14.

³⁾ L. Doermer, ebenda Beil.-Bd. **15**, 612 (1902).

⁴⁾ Fr. Heineck, ebenda Beil.-Bd. **17**, 151 (1903).

⁵⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 229 (1890).

⁶⁾ N. V. Ussing, ebenda **26**, 106 (1896).

⁷⁾ W. Freudenberg, Mitt. Badisch. geolog. Landesanstalt **5**, 237 (1906). Siehe auch St. J. Thugutt, C. R. de la soc. sc. de Varsovie **5** (2), 103 (1912).

⁸⁾ R. Blum, Pseudomorphosen, III. Nachtrag 274.

⁹⁾ F. v. Richthofen, Sitzber. Wiener Ak. **27**, 363 (1858).

¹⁰⁾ G. Bischof, Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie **2**, 372 (1864).

¹¹⁾ Etwas eisenhaltig.

¹²⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **47**, 443 (1867).

Außerdem $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ca. 2 $\frac{0}{10}$.

Daraus berechnet sich die Zusammensetzung der Pseudomorphose zu: Hydrosilicat 65 $\frac{0}{10}$, Carbonate 27 $\frac{0}{10}$, Eisenhydrat 8 $\frac{0}{10}$.

Dichte der Pseudomorphose 2,66.

Die Pseudomorphose Prehnit nach Analcim wird mehrfach angegeben, so von W. Haidinger,¹⁾ R. Blum,²⁾ Th. Grandjean und F. Sandberger,³⁾ Greg, W. G. Lettsom und F. Heddle.⁴⁾

G. Leonhard⁵⁾ fand im umgewandelten Analcim von Niederkirchen:

δ	2,675—2,788
K_2O	0,02
CaO	22,57
Al_2O_3	30,50
Fe_2O_3	0,04
SiO_2	42,50
H_2O	5,00
	100,63

Die Pseudomorphose Orthoklas nach Analcim geht nach R. Blum⁶⁾ auf dem Umwege über Prehnit vor sich.

R. Blum⁷⁾ zitiert ferner noch die Angabe von Greg und Letsom: Pektolith und Steatit nach Analcim und Baryt nach Analcim.

Die Angabe F. v. Richthofens⁸⁾ „Mesotyp“ nach Analcim von der Seiseralpe dürfte nicht richtig sein, da der Natrolith sehr häufig in frischem Analcim an diesem Fundorte auftritt.

Die von C. Weibye⁹⁾ angegebene Pseudomorphose Talk nach Analcim scheint nicht sichergestellt zu sein.

W. C. Brögger¹⁰⁾ gibt die Umwandlung Steinmark (Kaolin) aus Analcim an.

Eine Zusammenstellung hierher gehöriger Umwandlungen gibt Ch. R. van Hise¹¹⁾ in seinem Werke über Metamorphismus:

Nephelin in Analcim + Diaspor	Vol.-Änderung in Proz.	+ 5,49
Sodalith in Analcim	" " "	- 20,77
Sodalith in Analcim, Gibbnit	" " "	- 10,11
Laumontit in Analcim	" " "	- 4,30
Analcim in Orthoklas, Prehnit	" " "	- 14,09
Leucit in Analcim	" " "	+ 10,74
Albit in Analcim, Quarz	" " "	+ 20,82
Analcim in Albit	" " "	- 17,25

¹⁾ W. Haidinger bei R. Blum.

²⁾ R. Blum, Die Pseudomorphosen, 1843, 100.

³⁾ Th. Grandjean u. F. Sandberger bei R. Blum, Die Pseudomorphosen, II. Nachtrag 1852, 95.

⁴⁾ F. Heddle bei R. Blum, Die Pseudomorphosen, III. Nachtrag 1863, 115.

⁵⁾ G. Leonhard, N JB. Min. etc. 1841, 310.

⁶⁾ R. Blum, ebenda, III. Nachtrag 59.

⁷⁾ R. Blum, Pseud. 286 u. 275.

⁸⁾ F. v. Richthofen, Sitzber. Wiener Ak. 27, 360 (1858).

⁹⁾ C. Weibye, Archiv f. Mineral. 22, 537 (1848).

¹⁰⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. 16, 585 (1890).

¹¹⁾ Ch. R. van Hise, Treatise on Metamorphism.

Der Herausgeber reiht hier die beiden folgenden Natriumaluminiumsilicate an, deren Stellung unsicher ist.

Ussingit.

Von **C. Doelter** (Wien).

Triklin.

Analyse.

Na ₂ O	19,91
Al ₂ O ₃	17,73
SiO ₂	58,74
H ₂ O	4,19
	100,57

Von Kangerdluarsuk (Grönland); anal. Chr. Christensen bei O. B. Böggild, Meddel. om Grönl. **51**, 107 (1914).

Formel. Nach O. B. Böggild ist die Formel, entsprechend der Zusammensetzung, 20,5% Na₂O, 16,9% Al₂O₃, 59,6% SiO₂ und 3,0% H₂O:



also ein Metasilicat von sehr großem Natriumgehalt, wie ihn kein anderes Mineral zeigt. Verf. reiht es der Sodalithgruppe an.

O. B. Böggild rechnet das Wasser in die Formel ein, trotzdem er bemerkt, daß sich Ussingit beim Erhitzen wie ein Zeolith verhält.

Eigenschaften. Dichte 2,495. Härte 6—7. Spaltbar nach drei Richtungen (001), (110) und (1 $\bar{1}$ 0). Glasglanz, auf (001), Perlmutterglanz.

Farbe violett, ähnlich wie der Sodalith vom selben Fundort, aber gegen Licht beständig.

Doppelbrechung mittelstark.

Brechungsquotienten:

$$N_\alpha = 1,5037; \quad N_\beta = 1,5082; \quad N_\gamma = 1,5454.$$

Achsenwinkel: $2V = 39^\circ 4'$; $2E = 60^\circ 34'$.

Vorkommen. Er kommt zusammen mit Ägirin, Steenstrupin, Apatit, Feldspat und Sodalith vor. Die drei ersten Mineralien sind älter wie Ussingit, während Sodalith und Feldspat ungefähr gleichzeitig entstanden sind. Ussingit und Feldspat finden sich manchmal in schriftgranitischer Verwachsung. Als Begleitmineralien sind noch Epistolit und Analcim zu nennen.

Weinbergerit.

Rhombisch?

Dieses Mineral hat eine sehr merkwürdige Zusammensetzung und möge, da ihm scheinbar das Nephelinsilicat zugrunde liegt, hier eingereicht werden.

Analyse.	Na ₂ O	3,19
	K ₂ O	2,57
	MgO	4,47
	CaO	3,87
	MnO	Spur
	Al ₂ O ₃	9,42
	Cr ₂ O ₃	0,98
	Fe ₂ O ₃	28,75
	SiO ₂	42,00
	TiO ₂	0,70
	P ₂ O ₅	0,88
	H ₂ O	2,17
	99,00	

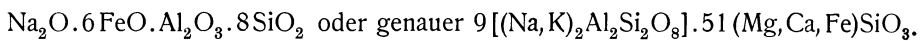
Aus dem Meteoreisen vom Kodaikanal (Prov. Madras, Indien); anal. E. Ludwig bei F. Berwerth, Tsch. min. Mit. 25, 184 (1906).

Formel. F. Berwerth nimmt an, daß das Eisen, welches als Oxyd bestimmt wurde, in Wirklichkeit als Oxydul vorhanden ist; eine Bestimmung des Eisenoxyduls und eine Trennung vom Oxyd war wegen zu geringer Substanzmenge nicht möglich.

Würde ein Teil des Eisens als Oxyd gerechnet werden, so könnte man an ein ägirinähnliches Silicat denken, bzw. an ein riebeckit- oder arfvedsonitähnliches, wenn man den größeren Teil des Eisens als Oxydul annimmt.

Nach der vom Autor angenommenen Berechnungsweise liegt jedoch das Silicat NaAlSiO₄ mit einem Metasilicat vor. Dieses könnte vielleicht als feste Lösung vorhanden sein. Ohne die Trennung der Oxyde läßt sich Bestimmtes nicht sagen.

Aus der Analyse berechnet sich



Die Formel erfordert, wenn Titansäure auf Kieselsäure, Kalk und Magnesia auf Eisenoxydul und Kali auf Natron umgerechnet werden:

SiO ₂	44,76
FeO	40,02
Na ₂ O	5,75
Al ₂ O ₃	9,47

Optisch negativ, Achsenwinkel 20—30°. Glasglanz. Farbe schwärzlich bis gelbbraun. Härter als Glas. Wird von kochender Salzsäure, unter Abscheidung pulveriger Kieselsäure, zersetzt.

Weitere künstliche Natronzeolithe.

J. Lemberg¹⁾ hat im Laufe seiner Untersuchungen auch noch einige zeolithartige Substanzen, welche mit den bekannten natürlichen nicht übereinstimmen, aber analcimähnlich sind, dargestellt.

Als er die Umwandlung von Andalusit in Glimmer studieren wollte, erhielt er ein zeolithisches Mineral. Ähnliche Versuche wurden mit Cyanit ausgeführt. Als umwandelndes Reagens diente eine Lösung von Na₂SiO₃.

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 40, 651 (1888).

	1.	2.	3.	4.	5.
Na ₂ O . . .	—	12,57	—	13,64	14,02
K ₂ O . . .	—	—	22,54	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	63,62	24,14	24,92	22,97	23,09
SiO ₂ . . .	35,06	54,84	48,60	53,46	52,86
H ₂ O . . .	0,95	8,13	2,21	7,94	8,21
	99,63	99,68	98,27	98,01	98,18

1. Andalusit von Lisenz, gereinigt.
2. Andalusit mit 15 % iger Lösung von Na₂SiO₃ 195 Stunden bei 210–230° digeriert. Das erhaltene zeolithische Produkt ist in HCl leicht löslich (analcimähnlich?).
3. Andalusit mit 15 % iger K₂SiO₃-Lösung ebenso behandelt. Es verblieben 32 % unlöslicher Andalusit.
4. Cyanit von Franklin, wie oben gereinigt, wurde mit 15 % iger Na₂SiO₃-Lösung 174 Stunden bei 200–215° behandelt. Dabei waren 36,42 % unverändert geblieben. Die erhaltene Verbindung, mit HCl leicht löslich, wird als analcimähnlich bezeichnet.
5. Topas von Schneckenstein ebenso behandelt, ergab ein ähnliches Produkt; 22 % waren unverändert zurückgeblieben.

Natron-Desmin. J. Lemberg¹⁾ stellte einen Natron-Desmin dar, als er Desmin von den Faröer mit NaCl-Lösung bei 100° durch 14 Tage behandelte. Dieser wurde verglast und dann wieder hydratisiert. Um Wiederholungen zu vermeiden, behandle ich diese Versuche bei Desmin.

Natron-Chabasit.²⁾ Durch Behandlung von Chabasit mit KCl-Lösung und dann mit NaCl-Lösung erhielt J. Lemberg Natron-Chabasit (siehe bei Chabasit).

Ebenso erhielt derselbe Autor mit NaCl-Lösung Natron-Phakolith, Na-Seebachit, Natron-Phillipsit, sowie Natron-Stilbit (siehe diese Mineralien).

Künstliche Natrium-Aluminiumhydroxysilicate.

Durch Einwirkung von Ätznatron auf Muscovit im verschlossenen Rohr bei 500° erhielt G. Friedel³⁾ ein in der Natur nicht vorkommendes Silicat, welches in seiner Zusammensetzung einem Natron-Thomsonit (siehe diesen Thomsonit unten) entspricht.

Es wurde eine 2 % ige Natronhydratlösung angewandt, welche neben Nephelin (siehe S. 222) einige Kristalle des fraglichen Silicats ergab. Bei Überschuß von SiO₂ erhält man je nach dem Mengenverhältnis Nephelin, Analcim oder Albit. (Allerdings ist nicht angegeben, ob nicht die Temperaturverhältnisse bei den verschiedenen Versuchen schwankende waren.) Bei großem Überschuß von SiO₂ erhält man nur Albit und Quarz.

Bei demjenigen Versuch, in welchem das neue Mineral sich bildete, war die Konzentration der Lösung 8–10 % NaOH. Die Temperatur schwankte zwischen 500–530°. Da jedoch das Natronhydrat kohlenensäurehaltig war, so hatte sich etwas Cancrinit gebildet.

Das neue Mineral ist rhombisch. Dichte 2,378 bei 18°.

Die Kristalle erinnern ihrem Kristallhabitus nach an Olivin.

Brechungsquotient im Mittel 1,52.

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 989 (1887).

²⁾ J. Lemberg, ebenda **37**, 973 (1887).

³⁾ G. Friedel, Bull. Soc. min. **19**, 5 (1896).

Die **Analyse** ergab:

	1.	2.
Na ₂ O	15,40	15,54
K ₂ O	1,88	1,90
CaO	0,15	—
Al ₂ O ₃	36,73	36,92
Fe ₂ O ₃	Spur	—
SiO ₂	40,78	40,73
H ₂ O	4,93	4,89
	99,87	99,98

Unter 1. sind die Analysenresultate, unter 2. die nach der Formel berechneten Zahlen angegeben.

Formel: 6R₂O · 8Al₂O₃ · 15SiO₂ · 6H₂O. Es liegt ein Orthosilicat vor. Das Wasser dürfte zeolithisches sein, da die Kristalle bei Rotglut ihr Wasser verlieren, jedoch aber wasserhell bleiben.

Da jedoch diese Formel wenig wahrscheinlich erschien, so hat Ch. Friedel¹⁾ eine neue Analyse durchgeführt, welche in der Tat eine einfache Zusammensetzung ergab:

	3.	4.
Na ₂ O	19,09	20,53
K ₂ O	3,19	—
Al ₂ O ₃	32,95	33,77
SiO ₂	38,98	39,73
H ₂ O	5,80	5,96
	100,01	99,99

Unter (3.) sind die neu erhaltenen Zahlen angegeben, während unter (4.) die nach der Formel: Na₂O · Al₂O₃ · 2SiO₂ · H₂O berechneten Zahlen angegeben sind.

Nach Ch. Friedel liegt eine Ähnlichkeit mit einem Natron-Thomsonit vor.

Die Doppelbrechung $N_{\beta} - N_{\alpha}$ 0,0018 vergrößert sich beim Glühen stark und nimmt den Wert von 0,0083 auf der Basisfläche an, während $N_{\gamma} - N_{\beta}$ fast Null wird. Gleichzeitig verändert sich die Dichte, welche auf 2,372 sinkt. Glüht man die entwässerten Kristalle unter heller Rotglut, so ist ihre Dichte 2,463.

Ein zweites Silicat²⁾ bildete sich wieder bei der Behandlung des Muscovits mit Natronlauge.

Als 5 g Muscovit mit 40 ccm einer 9% igen NaOH-Lösung in Wasser bei 508—510° behandelt worden waren, erhielt er in einigen Fällen nur Nephelin neben dem vorhin beschriebenen rhombischen Silicat, in einem Falle jedoch bildete sich neben diesen beiden Silicaten noch ein drittes. Es sind farblose, wasserhelle Kriställchen. Die Dichte ist 2,660 bei 12,5°. Die Kristalle sind mimetisch regulär und zeigen die Kombination zweier Tetraeder, daneben auch Rhombendodekaeder, Würfel und Ikositetraeder.

¹⁾ Ch. Friedel, Bull. Soc. min. **22**, 17 (1899).

²⁾ G. Friedel, ebenda **22**, 20 (1899).

Das Produkt ist jedoch doppelbrechend und zweiachsig, es erscheinen die Kristalle zusammengesetzt aus zwölf monoklinen Pyramiden. Es läge also eine monokline pseudokubische Kristallart vor.

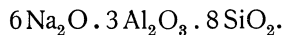
Der Winkel der optischen Achsen $2V$ ist 54° ; $2E=90^\circ$. $N_\beta - N_\alpha = 0,0031$. Die maximale Doppelbrechung ist $0,0045-0,0046$.

Beim Erhitzen zeigen die Kristalle bei 500° eine plötzliche Umwandlung, welche beim Abkühlen wieder rückgängig wird, sie bleiben aber doppelbrechend.

Die Analyse ergab folgende Zahlen:

	5.	6.	7.
Na ₂ O	31,25	32,26	32,12
CaO	0,25	—	—
Al ₂ O ₃	26,43	26,07	26,42
SiO ₂	41,92	41,67	41,45
	99,85	100,00	99,99

5. und 6.¹⁾ sind die Analysenzahlen zweier Analysen, während 7. die aus der Formel:



berechneten Zahlen sind.

Technisch wichtige Natrium-Aluminiumhydrosilicate.

Der Begriff „Zeolith“ ist in der Technik verallgemeinert worden, und namentlich auf Verbindungen von Na₂O, Al₂O₃, SiO₂ und H₂O ausgedehnt worden, von welchen jedoch nicht feststeht, ob sie einheitlich kristallisieren und ob sie homogen sind. Die dafür gegebenen Formeln sind daher nicht unbestritten. Da jedoch solche Natriumaluminiumhydrosilicate von verschiedenen Seiten dargestellt worden sind, und wie es scheint, nach verschiedenen Methoden, so ist doch die Wahrscheinlichkeit ihrer Existenz vorhanden. Es ist zu bedauern, daß diese „Zeolithe“ nicht genauer auf ihre optischen und anderen physikalischen Eigenschaften untersucht wurden, um ihr Verhältnis zu den natürlichen Zeolithen ausfindig zu machen. Daß diese Verbindungen kristalline und nicht amorphe sind, ist allerdings zum Teil festgestellt.

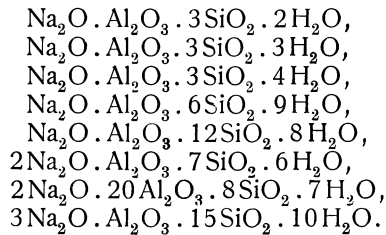
R. Gans²⁾ benutzte zur Herstellung der betreffenden zeolithähnlichen Verbindungen Alkalisilicat- und Alkalialuminatlösungen, später verwendete er Kieselsäurehydrat. Als er 20 g Kieselsäurehydrat auf 13,6 g Natriumaluminat einwirken ließ, bildete sich eine Verbindung Al₂O₃ · Na₂O · 4SiO₂ · 6H₂O, welche er Natronchabasit nennt, dieses tauscht bei Behandlung mit CaCl₂ leicht das Natrium gegen Calcium aus.

F. Singer³⁾ hat zwei Methoden angewandt. Nach der ersten, welche den nassen Weg verfolgt, wurde nach der erwähnten Methode von R. Gans gearbeitet, mit einer kleinen Abänderung. Er wandte Natriumsilicat an, es wurde aber diesem eine genau berechnete Menge verdünnter Salzsäure hinzugefügt, um das bei der Reaktion entstehende freie Alkalisilicat zu binden. Auf diesem Wege wurden folgende Verbindungen erhalten:

¹⁾ Die Zahlen in 6 sind nach Abzug von 13% Nephelinsilicat korrigiert.

²⁾ R. Gans, J. preuß. geol. LA. 27, 63 (1906).

³⁾ F. Singer, Inaug.-Dissert. d. techn. Hochschule. Berlin 1910.



Diese Verbindungen haben zwar nach F. Singer „zeolithischen“ Charakter, aber es ist nicht nachzuweisen, daß sie alle chemische Individuen sind.

Besser ist ein zweites Verfahren, nach welchem die Verbindungen durch Zersetzung von Tonerde-Natron-Kieselsäureschmelzen durch Wasser hergestellt werden.

Die erhaltenen Kristalle waren blättchenförmig, perlmutterglänzend, sehr klein, manche jedoch bis zu einem Zentimeter groß. Welche Bedingungen zur Herstellung von großen Kristallen nötig sind, war nicht festzustellen. Der Verfasser erhielt eine große Zahl von Natriumaluminiumhydro-silicaten, deren Aufzählung zu weit führen würde.

Ferner ersetzte F. Singer in den Verbindungen das Al_2O_3 durch B_2O_3 , V_2O_3 , Cr_2O_3 , Mn_2O_3 , Fe_2O_3 , Co_2O_3 , entweder nur teilweise, oft aber gänzlich. Ferner ersetzte er das Siliciumdioxid durch Titandioxid und durch Zinndioxid.

Endlich kann in diesen Verbindungen das Na_2O ersetzt werden durch Al_2O_3 , CuO , BaO .

Permutit.

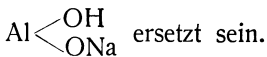
Zu den künstlichen Zeolithen wird auch der „Permutit“ gerechnet, ein Kunstprodukt, welches in der Technik große Anwendung findet und namentlich zur Reinigung der Abwässer gebraucht wird, auch in der Zuckerindustrie und anderen.

Die Literatur über diesen Gegenstand ist bereits eine ausgedehnte, sie gehört aber nicht in den Rahmen dieses Werkes und daher möge dieses Produkt, wegen gewisser Ähnlichkeiten mit Natronzeolithen, nur kurz erwähnt werden.

R. Gans, welcher sich, ausgehend von den natürlichen Zeolithen, viel mit den künstlichen Zeolithen beschäftigte (wobei dieser Ausdruck in sehr weitem Sinne aufgefaßt wird), unterschied die Gruppen der natürlichen Zeolithe auf Grund ihres Verhaltens gegen Natron und ihres Verhaltens beim Austausch.

Er unterscheidet folgende Gruppen:

1. Die sog. Aluminatsilicate; sie enthalten ihre Basis hauptsächlich an Tonerde gebunden und tauschen dieselben binnen kurzer Zeit leicht aus. Zu dieser Gruppe gehören die später zu behandelnden Kalkzeolithe Desmin, Stilbit und Chabasit. Ein Hydroxylwasserstoff soll, wie er meint, durch



2. Die zweite Gruppe, die sog. Tonerdedoppelsilicate, welche ihre Basen hauptsächlich an die Kieselsäure gebunden enthalten, tauschen ihre Basen direkt nicht binnen kurzer Zeit aus, wohl aber nach Erwärmen. Sie entstehen durch Einwirkung von Säuren aus den Aluminatsilicaten. Ein Hydroxylwasserstoff soll hier durch $\text{Al}(\text{OH})_2$ ersetzt sein.

3. Zu einer dritten Gruppe gehören Analcim und Natrolith, diese besitzen kein Austauschvermögen.

Kaolin läßt sich durch $\text{Na}(\text{OH})$ bei $180\text{—}190^\circ$ in ein Aluminatsilicat mit großem Austauschvermögen umwandeln (vgl. bei Kaolin).

Dasselbe gilt für Orthoklas (vgl. unten).

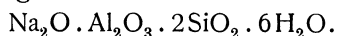
Daß ein natürlicher Zeolith seine Basen binnen kurzer Zeit austauscht, hängt nicht davon ab, daß seine Kieselsäure nicht genügend hydratisiert ist.

Die Herstellung der Permutite, technisch brauchbarer Aluminatsilicate, läßt sich durchführen, wenn man Tonerdesilicat oder Bauxit, mit kaustischen oder kohlen-sauren Alkalien zusammenschmilzt und die Schmelze mit Wasser auslaugt.

Um brauchbaren „Permutit“ zu erhalten, muß dieser blätterig und leicht durchlässig sein, was durch Zusammenschmelzen der Bestandteile in bestimmten Verhältnissen leicht erreicht wird.

Der Gehalt an Tonerde ist bestimmend für den Gehalt an Basen.

Die Zusammensetzung des idealen Permutits ist:



R. Gans stellte auch fest, daß beide Gruppen sich erkennen lassen durch ihr Verhalten gegenüber konzentrierter Chlorammoniumlösung.

Doch haben spätere Arbeiten gezeigt, daß es sich nicht um einen Zeolith handle.

Der Permutit wurde anfangs für einen kristallinen, homogenen Stoff gehalten, jedoch scheint es sich um kolloide Gemenge zu handeln (vgl. H. Stremme, dieser Band, S. 54, 61 u. 69).

Wichtigste Literatur.

- R. Gans, J. preuß. geol. L.A. **26**, 179 (1905).
 Derselbe, ebenda **27**, 63 (1906).
 Derselbe, Z. d. Zuckerind. 1907, S. 206 u. 931.
 Derselbe, Journ. prakt. Geol. **15**, 153 (1907).
 Derselbe, Chem. Ztg. **31**, 355 (1907).
 Derselbe, ZB. Min. etc. 1913, 699.
 Derselbe, Chem. ZB. 1907, I, 1644; 1909, II, 2031.
 N. Noll, Chem. ZB. 1908, I, 988.
 G. Wiegner, ZB. Min. etc. 1914, 262.
 R. Gans, ZB. Min. etc. 1914, 273.
 Vgl. weiter den Aufsatz von H. Stremme, Bd. I, Abt. 2, S. 54, 61, 69.

Natriumglimmer (Paragonit).

Varietäten. Cossait, Pregrattit, Onkosin.

Monoklin. Kommt nicht in Kristallen, sondern nur in feinschuppigen bis derben Massen vor.

Analysenzusammenstellung.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	3,075	—	—	2,890—2,896
Li_2O	—	Spur	—	—	—
Na_2O	6,91	4,75	6,74	6,04	6,37
K_2O	0,84	1,33	0,96	1,12	1,36
CaO	—	—	0,58	—	—
Al_2O_3	39,88	40,68	40,91	40,10	39,02
Fe_2O_3	1,06	2,68	0,68	Spur	2,01
SiO_2	46,68	46,50	45,14	47,75	46,67
H_2O	5,08	4,57	4,99	4,58	4,91
	100,45	100,51	100,00 ¹⁾	99,59	100,34

¹⁾ Nach Abzug von 3,50% TiO_2 , welche Rutilanschlüssen zu verdanken sind.

1. Von Colle Blaisier (Cossait), Piemont; anal. A. Cossa, Atti R. Acc. Torino, Dez. 1874.
2. Von Brousson, Piemont (Cossait); anal. G. Piloti, Atti R. Acc. Torino, Febr. 1888, 23; Z. Kryst. **18**, 77 (1891).
3. Vom Ochsenkopf (Sachsen); anal. F. A. Genth, Amer. Phil. Soc. 19. Sept. 1873, 31.
4. Mte. Campione (Gotthardt); anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 520.
5. Cossait von Borgofranco, bei Ivrea; anal. A. Cossa, Atti Acc. Torino, Dez. 1874.

	6.	7.	8.	9.
Na ₂ O	11,80	5,53	7,06	6,70
K ₂ O	1,29	3,09	1,71	1,89
MgO	—	—	0,37	0,36
CaO	Spur	—	0,52	—
Al ₂ O ₃	32,11	40,29	40,41	38,29
Cr ₂ O ₃	—	—	0,10	—
Fe ₂ O ₃	—	—	0,84	0,91
SiO ₂	51,43	46,17	44,65	48,00
H ₂ O	5,67	4,92	5,04	2,51
	102,30	100,00	100,70	98,66

6. Aus Seritztschiefer von Pöllau (Steierm.); anal. Fr. Eigel, Jahresber. fürstbischöfl. Gymn. Graz 1894/95; Z. Kryst. **29**, 169 (1898).
7. Vom Mte Campione;¹⁾ anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 656 (1888).
8. Pregrattit von Pregratten (Tirol); anal. V. Oellacher, in A. Kenngotts Übers. miner. Forsch. 1861, 53.
9. Virgental; anal. Fr. v. Kobell, Journ. prakt. Chem. **107**, 167 (1869).
Eine unvollständige Analyse von A. Arzruni von Paragonit von Nischne Issetsk, siehe A. Cossa, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 383 (1885).

Folgende Analysen beziehen sich auf etwas abweichende Natronglimmer.

	10.	11.
δ	—	2,84
Na ₂ O	4,08	6,09
K ₂ O	10,44	2,32
MgO	3,42	5,92
CaO	1,07	1,58
Al ₂ O ₃	31,03	30,63
Fe ₂ O ₃	—	2,59
SiO ₂	47,96	44,74
H ₂ O	2,41	5,85
	100,41	99,72

10. Von Fenestrelle (Piemont); anal. A. Cossa, wie oben.

Dieser Paragonit hat eine ganz abweichende Zusammensetzung, da er im Gegensatz zu den Natronglimmern viel mehr Kalium als Natrium enthält und daher als Kaliglimmer zu bezeichnen ist. Er ähnelt dem Cossait, zu welchen ihn A. Cossa auch nicht rechnete, nur in den physikalischen Eigenschaften, sonst aber nicht. A. Cossa nennt das Mineral Normal-Onkosin.

11. Natron-Phlogopit aus dem Talklager von Mautern (Steierm.); anal. L. Wunder bei E. Weinschenk, Z. prakt. Geol. 1900, 41; Z. Kryst. **36**, 317 (1902).

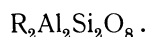
Dieser Natronglimmer zeigt viel Magnesia. Der optische Achsenwinkel ist klein. Fluor wurde nicht gefunden.

¹⁾ Nach C. Hintze, Miner. II, 646, stammt der von J. Lemberg untersuchte Paragonit nicht, wie letzterer glaubte, vom Zillertal, sondern vom Mte. Campione.

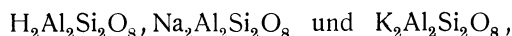
Formel. Einige Analysen wurden von C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnet:

	H, Na:Al ₂	:Si
Mte. Campione, Analyse 4 . . .	1,8:1	:2,0
Von ebenda, Analyse 7 . . .	2,0:1	:2,0
Pregratten, Analyse 8 . . .	2,1:1	:1,8
Borgofranco, Analyse 5 . . .	2,0:1	:2,0
Colle Blaisier, Analyse 1 . . .	2,0:1	:2,0
Brousson, Analyse 2 . . .	1,5:1	:1,8
Ochsenkopf, Analyse 3 . . .	2,0:1	:1,8

Das Verhältnis Na:H ist 1:2,1—2,8, meistens nicht viel von 1:2,1 verschieden. Ein abweichendes Verhältnis zeigt die ältere Analyse von F. v. Kobell. Die Formel ist:

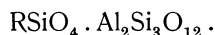


Wir haben es beim Paragonit mit isomorphen Mischungen zu tun:

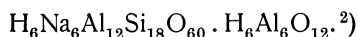


wobei das letztere nur untergeordnet vorkommt, während die erstgenannte Verbindung im Verhältnis 2:1 zu den beiden übrigen vorkommt.

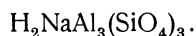
C. F. Rammelsberg nahm früher die Formel an:



St. J. Thugutt nimmt für Paragonit die Formel:



F. W. Clarke³⁾ gibt die Formel:



Chemisch-physikalische Eigenschaften.

Dichte 2,89—3,00. Gelblich, graulich, häufig auch grünlich. Der Pregrattit, auch der Cossait, zeigen ölgrüne Farbe. Auf den Spaltungsflächen perlmutterglänzend.

Härte über 2. Optische Orientierung wie bei Muscovit.

Winkel der optischen Achsen $2E$, zirka 70° .⁴⁾ Dagegen fand A. Johnsen⁵⁾ einen kalifreien Paragonit fast einachsigt.

Vor dem Lötrohr schwer schmelzbar, der Cossait blättert sich auf und wird weiß.⁶⁾

Von Säuren nicht angreifbar, das Pulver zeigt nach A. Kenngott⁷⁾ alkalische Reaktion, jedoch sehr schwach.

Künstliche Umwandlungen. J. Lemberg⁸⁾ hat auch an Natronglimmer Umwandlungsversuche ausgeführt. Als Ausgangsmaterial diente der Paragonit der Analyse Nr. 7 (siehe S. 377).

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 2. Suppl. 1895, 391.

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 9, 568 (1895).

³⁾ F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. 125, 1 (1895); Z. Kryst. 28, 327 (1897).

⁴⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. 2, 46 (1878).

⁵⁾ A. Johnsen, ZB. Min. etc. 1908, 619.

⁶⁾ A. Cossa, l. c. und dieser Band, S. 377.

⁷⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 312.

⁸⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 40, 651 (1887).

J. Lemberg ging von der Erwägung aus, daß, da bei seinen S. 372 erwähnten Versuchen sich aus Aluminiumsilicat (Cyanit, Andalusit) nicht, wie er erwartete, Glimmer, sondern ein zeolithisches Produkt gebildet hatte, sich auch aus Natronglimmer durch Alkali- und Wasseraufnahme wieder ein zeolithisches Mineral bilden müsse.

	1.	2.
Na ₂ O	—	17,70
Na ₂ CO ₃	—	7,57
K ₂ O	27,33	—
Al ₂ O ₃	30,62	29,13
SiO ₂	40,00	36,84
H ₂ O	0,33	6,82
	98,28	98,06

1. Natronglimmer mit K₂CO₃-Lösung von 30% durch 174 Stunden bei 200—210° erhitzt; 38% waren vom Glimmer unverändert geblieben.

2. Derselbe Natronglimmer mit Na₂CO₃·10H₂O, welcher vorsichtig im Kristallwasser geschmolzen war, 174 Stunden bei 200—210° erhitzt. Unter Entwicklung von Kohlensäure war das Mineral bis auf 37,1% unverändert geblieben, und wurde in ein cancrinitähnliches Mineral umgewandelt.

Genesis siehe bei Kaliglimmer.

Natriumfeldspat.

Von **C. Doelter** (Wien).

Allgemeines über die Feldspate.

Vom chemischen Standpunkt unterscheidet man Natrium-, Kalium-, Barium- und Calciumfeldspate. Der Natriumfeldspat, dem die Formel NaAlSi₃O₈ zukommt, ist dimorph, da er sowohl im reinen Zustande triklin vorkommt (Albit), als auch in isomorpher Mischung mit dem Kaliumsilicat KAlSi₃O₈ (welches im Orthoklas erscheint), im monoklinen Natronorthoklas (Anorthoklas) vorhanden ist. Auch die Verbindung KAlSi₃O₈, den Kaliumfeldspat, hielt man für dimorph, weil außer dem monoklinen Orthoklas eine trikline Kristallart, der Mikroklin, vermutet wurde. Nach neueren Forschungen liegt jedoch keine Dimorphie vor, da der Mikroklin ein verzwilligter monokliner Orthoklas ist.

Der Calciumfeldspat, Anorthit CaAl₂Si₂O₈, ist triklin, doch kommen kleine Mengen auch im monoklinen Orthoklas vor, so daß eine monokline Kristallart, welche aber nicht vorherrscht, anzunehmen ist.

Der Bariumfeldspat kommt triklin als Celsian vor und hat die Zusammensetzung BaAl₂Si₂O₈. In isomorphen Mischungen mit KAlSi₃O₈ kommt die Bariumverbindung auch monoklin, isomorph mit KAlSi₃O₈ vor; es ist dies das Mineral Hyalophan.

Der Natriumfeldspat NaAlSi₃O₈ kommt in ununterbrochener Mischungsreihe mit CaAl₂Si₂O₈ vor und sind dies die in Gesteinen so sehr verbreiteten Kalknatronfeldspate oder triklinen Plagioklase.

Von den zahlreichen Mischungen kommen einzelne häufiger vor und sind mit besonderen Namen belegt worden: Oligoklas, oder besser die Oligo-

klasreihe enthält Mischungen¹⁾ von Ab_6An_1 bis Ab_3An_1 , der ursprüngliche, weil allein bekannte Oligoklas hat die Formel Ab_3An , die Andesinreihe enthält die Mischungen Ab_3An_1 bis Ab_2An_1 und der reine Andesin ist Ab_1An_1 .

Die Labradoritreihe enthält die Mischungen An_2A_1 bis An_3Ab_1 , ursprünglich An_3Ab_1 . Die Bytownitreihe enthält Mischungen An_3Ab_1 bis An_6Ab_1 ; schließlich reiht sich der reine Anorthit an.

Hier eine Zusammenstellung der Formeln und der Kristallachsenverhältnisse, wobei letztere der Zusammenstellung von P. Groth (Tabl. syst. 1904) entnommen sind (spätere kleine Abweichungen auf Grund neuerer Messungen siehe bei den einzelnen Mineralien). Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß vielfach der Mikroklin als selbständiges triklines Mineral aufgefaßt wird, während andere ihn zum Orthoklas stellen und nicht als mit Albit dimorph auffassen; ebenso liegen bezüglich des Natronorthoklas (Anorthoklas), was sein Kristallsystem anbelangt, verschiedene Ansichten vor, da er zum Teil als monoklin, zum Teil als triklin aufgefaßt wird. Näheres darüber ist bei Orthoklas einzusehen, an welcher Stelle diese Fragen weiter erörtert werden sollen.

Name	Formel	Kristallklasse	$a:b:c$	β
Orthoklas	$KAlSi_3O_8$	Monoklin-prismatisch	0,6585:1:0,5554	$116^\circ 3'$
Natronorthoklas	$NaAlSi_3O_8$	"	0,6356:1:0,5485	$116^\circ 17'$
Hyalophan	$\left\{ \begin{array}{l} KAlSi_3O_8 \\ BaAlSi_3O_8 \end{array} \right\}$	"	0,6584:1:0,5512	$115^\circ 35'$
Albit	$NaAlSi_3O_8$	Triklin-pinakoidal	0,6330:1:0,5573	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 94^\circ 5', \\ \beta = 116^\circ 27', \\ \gamma = 88^\circ 7'. \end{array} \right.$
Plagioklase				
Kalknatronfeldspate		"	0,6335:1:0,5517	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 93^\circ 23', \\ \beta = 116^\circ 28', \\ \gamma = 89^\circ 59'. \end{array} \right.$
Anorthit	$CaAl_2Si_2O_8$	"	0,6353:1:0,5504	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 93^\circ 13', \\ \beta = 115^\circ 53', \\ \gamma = 91^\circ 15'. \end{array} \right.$
Celsian	$BaAl_2Si_2O_8$	"	unb.	$\alpha = 90\frac{1}{2}^\circ$ ca.

Weitere isomorphe Verbindungen. Das Vorkommen von Lithium,²⁾ Rubidium und auch von Cäsium zeigt, daß eine isomorphe Vertretung von Natrium bzw. Kalium im Silicat $RAISi_3O_8$ durch Lithium, Cäsium und Rubidium möglich ist. Es ist auch gelungen, in jenem Silicat auf synthetischem Wege das Natrium bzw. Kalium durch Lithium, Rubidium und Cäsium zu ersetzen, so daß man annehmen kann, daß auch die Verbindungen

$LiAlSi_3O_8$, $RbAlSi_3O_8$, $CsAlSi_3O_8$
existenzfähig sind.^{3,4)}

Eine noch wichtigere Frage ist die, ob in Feldspaten CaO durch MgO ersetzbar ist. F. v. Kobell⁵⁾ glaubte einen Magnesiumalbit mit 3% MgO gefunden zu haben (Tschermakit), was aber irrig war, denn spätere Analysen

¹⁾ Ab bedeutet das Albitsilicat ($NaAlSi_3O_8$), An bedeutet Anorthitsilicat $CaAl_2Si_2O_8$.

²⁾ Ph. Barbier, Bull. Soc. min. **31**, 152 (1908).

³⁾ W. Vernadsky, N. JB. Min. etc. 1909, II, 22 u. 1910, I.

⁴⁾ E. Dittler, Tsch. min. Mit. **30**, 124 (1911).

⁵⁾ Siehe unten.

ergaben einen MgO-Gehalt von weniger als 1%, Auch künstlich wurden magnesiaähnliche Plagioklase herzustellen versucht und scheinen kleinere Mengen von MgO aufnehmbar zu sein, die aber in fester Lösung vorhanden sein dürften, ohne daß ein Silicat $MgAl_2Si_2O_8$ nachweisbar wäre.

Mischkristalle in der Feldspatgruppe. Diese Mineralgruppe ist ein vorzügliches Beispiel für ununterbrochene Mischungsreihen. Die Feldspate sind alle Mischkristalle der drei Hauptverbindungen $NaAlSi_3O_8$, $KAlSi_3O_8$ und $CaAl_2Si_2O_8$. Die Endglieder oder Komponenten sind im reinen Zustande selten, denn die meisten Albite mit verschwindenden Ausnahmen enthalten Kalium und Calcium. Bei manchen Analysen, welche anscheinend frei sind von diesen Bestandteilen, hat man auf diese bei der Analyse keine Rücksicht genommen. Ebenso wenig kennt man natronfreie Kalifeldspate mit ganz wenig Ausnahmen; Kalk ist auch in fast allen Kalifeldspaten enthalten.

Aber auch reine Anorthite sind Seltenheiten und auch Kalium ist in allen sorgfältigen Anorthitanalysen außer kleinen Mengen von Natrium zu konstatieren.

Sehen wir ab von den nur selten in den drei Hauptfeldspaten enthaltenen Elementen Ba, Li, Cs und Rb, welche ebenfalls isomorphe Komponenten der drei Hauptfeldspate des Natriums, Kaliums und Calciums sind und häufig in Spuren in den letzteren vorkommen, so haben wir zahlreiche Mischungen von $NaAlSi_3O_8$ mit $CaAl_2Si_2O_8$ einerseits, solche von $NaAlSi_3O_8$ mit $KAlSi_3O_8$ andererseits. Dagegen fehlt die Mischungsreihe $KAlSi_3O_8$ mit $CaAl_2O_8$, da diese kryptoisodimorphen Verbindungen nur kleine Mengen gegenseitig aufnehmen können. Näheres darüber bei Orthoklas (S. unten).

Die Verbindung $NaAlSi_3O_8$ wird für dimorph angesehen, da neben dem triklinen Albit der monokline Natronorthoklas vorkommt. Allerdings wird dieser Anorthoklas jetzt eher für triklin gehalten. Da aber im monoklinen Kalifeldspat auch das Natriumsilicat vorkommt, so können wir die Dimorphie wohl auch in diesem Falle annehmen; die Frage der Dimorphie soll übrigens noch bei Orthoklas eingehender besprochen werden.

Während die Albite nicht viel Kalium enthalten, mehr als 3% ist bei guten Analysen an reinem Material eine Seltenheit, haben wir in den Kalinatronfeldspaten und Natronkalifeldspaten (monoklin) eine ziemlich lückenlose Mischungsreihe. Neben dem Kalimikroklin kommt auch in seltenen Fällen ein Natronmikroklin vor.

Im allgemeinen stellen die Feldspate ein System mit drei Komponenten dar, wobei die Mischbarkeit der Na-Komponente mit der Ca-Komponente vollkommen ist, ebenso nahezu jene der Kali- und Natronkomponenten, während die Mischungsreihe der Ca-Komponente mit der K-haltigen nur angedeutet ist.

A. Schwantke¹⁾ hat die Hypothese aufgestellt, daß das Calcium im Orthoklas durch eine Verbindung $CaAl_2Si_6O_{16}$ zu erklären ist.

Was das Barium anbelangt, so wäre wohl wegen der Analogie von Calcium und Barium eine vollständige Mischbarkeit von Calcium- und Bariumfeldspat zu erwarten, darüber fehlen die Experimentaluntersuchungen, da ja bariumhaltige Anorthite vorkommen, aber doch im allgemeinen selten sind, so daß die Frage nur durch Synthese gelöst werden kann. Die Mischbarkeit

¹⁾ A. Schwantke, ZB. Min. etc. 1909, 312.

von $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ scheint eine beschränkte zu sein. Mischungen von KAlSi_3O_8 mit $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ kommen vor, und wir haben im Celsian eine Mischung im Verhältnisse 1:1. Da E. Dittler¹⁾ mehrere Mischungen von Kalium- und Bariumfeldspat herstellte, so ist die Möglichkeit einer, wenn auch nicht ganz vollständigen Mischungsreihe gegeben.

Jedenfalls haben F. Fouqué und A. Michel-Lévy²⁾ nachgewiesen, daß Mischbarkeit vorhanden ist.

Was die übrigen Mischungen mit den analogen Li- und Rb- und Cs-Feldspaten anbelangt, so dürfte die Mischbarkeit eine beschränkte sein, doch gelang es E. Dittler, Mischungen des Silicats KAlSi_3O_8 mit den isomorphen Rb-, Cs- und Li-Silicaten darzustellen, wobei jedoch das Orthoklassilicat sehr vorherrschte.

Bei den Darstellungen solcher Mischungen macht sich das geringe Kristallisationsvermögen und die geringe Kristallisationsgeschwindigkeit des Orthoklassilicats, sowie des Albitsilicats störend bemerkbar.

Natriumplagioklas (Albit).

Triklin. $a:b:c=0,6330:1:0,5573$. $\alpha=94^\circ 5'$; $\beta=116^\circ 27'$; $\gamma=88^\circ 7'$ (nach S. Glinka).³⁾

Nach den neuesten Messungen von C. Dreyer und V. Goldschmidt⁴⁾ $a:b:c=0,6367:1:0,5593$. $\alpha=94^\circ 15'$; $\beta=116^\circ 37'$; $\gamma=87^\circ 41'$.

G. Melczer⁵⁾ fand: $a:b:c=0,635:1:0,5578$. $\alpha=94^\circ 6'$; $\beta=116^\circ 36\frac{1}{2}'$; $\gamma=87^\circ 52'$.

G. Melczer fand dieses Verhältnis für den Albit von Nadabula.

C. Viola gibt für Albit von Lakous folgende Daten: $a:b:c=0,635:1:0,657$. $\alpha=94^\circ 15'$; $\beta=116^\circ 32'$; $\gamma=88^\circ 5'$.

Varietäten. Periklin, auch Mondstein, zum Teil. Einzelne Vorkommen wurden mit verschiedenen Namen angeführt, welche aber wenig Berechtigung haben: Olafit, Hyposklerit, Tschermakit, Peristerit, Zygadit, Cleavelandit.

Analysenzusammenstellung.

Diese erfolgt in der Weise, daß nach dem Vorkommen angereicht wurde, da die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Albite wenig Unterschiede zeigt. Was den Kalkgehalt und den Übergang in den Oligoklasalbit anbelangt, so wurden unter Albit nur solche eingereicht, die weniger als ca. 2% CaO , in den meisten Fällen noch weit weniger enthalten.

Bei der Anordnung der Analysen wurde das Hauptgewicht auf das Vorkommen in ausgebildeten Kristallen oder als Gesteinsgemengteil gelegt.

¹⁾ E. Dittler, Tsch. min. Mit. **30**, 122 (1910).

²⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synthèse des minéraux et roches (Paris 1881).

³⁾ S. Glinka, Gorni J. 1889, Nr. 4, 5–10; Z. Kryst. **22**, 70 (1894). — P. Groth, Tabl. syst. Genève 1904, 157.

⁴⁾ C. Dreyer u. V. Goldschmidt, Medd. om Grönland, 34 (1907); N. JB. Min. etc. 1910, I, 27.

⁵⁾ G. Melczer, Z. Kryst. **40**, 585 (1904).

Albitanalysen.

Analysen von aufgewachsenen Albiten.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	2,741	2,624	2,733	—	—
Na ₂ O	11,57	10,90	11,50	10,56	11,81
K ₂ O	—	1,21	—	1,15	0,38
CaO	0,47	0,51	0,45	1,05	0,92
(MgO)	—	0,04	—	—	0,14
Al ₂ O ₃	19,67	18,79	19,97	20,72	18,42
(Fe ₂ O ₃)	0,26	0,55	—	—	2,08
SiO ₂	67,25	68,75	67,51	66,17	67,75
H ₂ O	0,51	—	0,12	0,56	—
	99,73	100,75	99,55	100,21	101,50

1. Aufgewachsen auf Mikroklin, Schwarzbach (Schlesien); anal. A. Beutell, Z. Kryst. 8, 360 (1884).
2. In Granitdrusen von Schreiberhau (Schlesien), schneeweiß; anal. Lohmeyer, Pogg. Ann. 61, 392 (1844).
3. In Drusenräumen des Granits, wasserhell von den Fuchsbergen bei Striegau; anal. A. Beutell, wie oben.
4. Im Ganggranit von Reichenbach; anal. A. Beutell, wie oben.
5. In Drusenräumen des Schriftgranits von Harzburg; anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1871, 716.

	6.	7.	8.	9.	10.
δ	—	—	2,59—2,605	—	—
Na ₂ O	12,20	10,32	11,69	11,30	11,30
K ₂ O	—	0,64	—	2,80	2,70
CaO	—	—	0,53	—	—
Al ₂ O ₃	19,13	18,24	20,25	17,30	17,60
Fe ₂ O ₃	0,95 ¹⁾	—	—	—	—
SiO ₂	68,56	70,33	67,03	67,20	66,90
H ₂ O	—	0,63	—	1,20	1,10
	100,84	100,16	99,50	99,80	99,60

6. Auf Klüften des Diabas von Friedensdorf bei Marburg a. d. Lahn; anal. Nau bei R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1892, II, 2.
7. Auf Klüften des Diabas von Kupferberg (Fichtelgebirge); anal. O. Loretz bei C. W. Gumbel, geogn. Beschreib. des Königr. Bayern 3, 207 (1879).
8. Auf Klüften der Grauwacke vom Köstenberg bei Presseck (Fichtelgebirge); anal. wie oben.
9. u. 10. Beide auf den Granitgängen von S. Piero, Elba, Zwillinge; anal. F. Stagi bei A. d'Achiardi, Miner. Toscana, Pisa 1873, II, 49.

	11.	12.	13.	14.
Na ₂ O	12,11	11,22	10,52	10,43
K ₂ O	1,34	0,58	Spur	Spur
(MgO)	—	Spur	Spur	—
CaO	0,46	0,53	0,12	20,55
Al ₂ O ₃	21,09	20,74	21,41	0,20
Fe ₂ O ₃	—	Spur	Spur	—
SiO ₂	66,63	66,26	67,11	68,73
Glühverlust	—	0,41	0,42	—
	101,63	99,74	99,58	99,91

¹⁾ FeO.

11. Aus Drusen des Waldsteingranits vom Epprechtstein (Fichtelgebirge); anal. A. Wagner bei K. Lublin, Inaug.-Dissert. Erlangen 1894.
 12. Vom Epprechtstein; anal. V. Dürrfeld, Z. Kryst. **46**, 581 (1909).
 13. Aus Drusenräumen des Granits vom großen Waldstein; anal. wie oben.
 14. Kristalldrusen von Blacksmiths Gully Reef, Fryerstown (Victoria, Australien); anal. Wood bei G. Ulrich, Miner. von Victor. 1866, 62.

	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
δ	—	2,620	2,624	—	2,626	2,649	—
Na ₂ O	11,19	11,04	11,10	(12,17)	11,47	7,80	10,27
K ₂ O	0,19	—	0,50	—	—	0,70	Spur
(MgO)	—	0,03	—	0,66	—	0,40	1,43
CaO	0,77	0,32	0,40	0,56	0,20	Spur	—
Al ₂ O ₃	20,15	19,53	19,30	18,11	19,43	22,00	20,15
(Fe ₂ O ₃)	—	—	0,10	—	—	—	—
SiO ₂	67,76	68,75	68,80	68,50	69,00	68,00	67,43
	100,06	99,67	100,20	100,00	100,10	98,90	99,28

15. Auf Klüften des Amphibolits, Waldhornthörl, Grosvenediger; anal. Piners bei E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 501 (1896).

16. In Drusenräumen von Hornblende und Chloritschiefer am Fürstschlagl, Pfitsch; anal. Hidegh bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **50**, 587 (1864).

17. Wasserhell von Windisch Matrey (Tirol); anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak., wie oben.

18. In Klüften des grünen Schiefers Oberhalbstein (Graubünden); anal. Desclabissac bei G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **10**, 207 (1858).

19. Periklin vom Gotthard; anal. Thaulow, Pogg. Ann. **42**, 571 (1837).

20. Moräne des Monte Rosagletschers; anal. A. Delesse bei A. Dufrénoy, Minér. **3**, 371 (1847).

21. In Klüften des Amphibolits, vom Helenen Gletscher, Ruwenzori; anal. L. Colomba, I Ruwenzori, Relaz. scient. **2**, 281; Z. Kryst. **50**, 512 (1912).

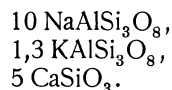
Eine besonders reine Albitvarietät stellen die folgenden Albite dar:

	22.	23.	24.
δ	2,621	2,618	—
Na ₂ O	11,74	12,29	9,51
K ₂ O	0,16	—	1,07
CaO	—	—	4,52
Al ₂ O ₃	19,83	19,73	17,57
SiO ₂	68,51	68,75	67,16
Glühverlust	0,15	—	—
	100,39	100,77	99,83

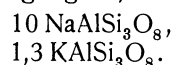
22. Auf Spalten eines Diorits von Lakous (Insel Kreta); anal. C. Mattiolo bei C. Viola, Tsch. min. Mit. **15**, 158 (1896).

Es wird ausdrücklich das Fehlen von Kalium und Calcium hervorgehoben.

Die Formel ist:



C. Viola sieht den Kalkgehalt als Verunreinigung durch CaSiO₃ an und hält es nicht für möglich, daß das Anorthitsilicat CaAl₂Si₂O₈ beigemischt sei. Sieht man von dieser Verunreinigung ab, so verbleiben:



23. Vom Kasbek, wahrscheinlich aus Granithohlräumen; anal. A. Jaffé bei C. Bärwald, Z. Kryst. 8, 50 (1884).

24. In Drusen und Spalten von Diabas; anal. H. Steinmetz bei C. Viola, Z. Kryst. 43, 203 (1907).

	25.	26.	27.	28.
(Li ₂ O)	—	—	—	0,16
Na ₂ O	9,78	9,55	10,49	9,57
K ₂ O	2,84	1,23	0,76	1,06
(MgO)	—	0,21	0,08	—
MnO	—	2,04	0,52	—
Al ₂ O ₃	21,80	19,46	18,76	20,42
(Fe ₂ O ₃)	—	0,60 ¹⁾	1,43	—
SiO ₂	64,70	66,97	67,79	68,57
H ₂ O	—	0,31	0,16	0,54
	99,92 ²⁾	100,37	99,99	100,32

25. Von Dalkey (Irland); anal. S. Haughton, Trans. geol. Soc. N. Série 5, 39 (1878).

26. Durchsichtig von Stromay (Schottland); anal. F. Heddle, Trans. Soc. Edinburgh 28, 197 (1877); Z. Kryst. 2, 650 (1878).

27. Cleavelandit von Ben Bhreck, Tongue (Schottland); anal. wie oben.

28. Substrat der Laumontitpseudomorphosen von Kilpatrik (Schottland); anal. F. Heddle, nach Greg u. A. Lettsom, Miner. 112, 1858.

	29.	30.	31.
δ	2,623	—	—
Na ₂ O	9,51	9,21	9,11
K ₂ O	1,07	0,81	0,87
(MgO)	—	0,18	0,10
CaO	4,52	3,81	3,78
Al ₂ O ₃	17,57	16,91	17,16
(Fe ₂ O ₃)	—	0,70	0,81
SiO ₂	67,16	67,73	67,59
	99,83	99,35	99,42

29. Von Nuoro, Sardinien, in Drusenräumen von Diabas; anal. H. Steinmetz bei C. Viola, Z. Kryst. 43, 203 (1907).

30. u. 31. Von Oulx; mit Epidot; anal. L. Colomba, Atti R. Accad. Torino 31, 593 (1895/96); Z. Kryst. 30, 204 (1899).

Albite auf Erzlagerstätten.

	32.	33.	34.	35.	36.	37.
δ	2,61	2,61	—	2,6261	—	—
Na ₂ O	11,10	9,90	9,41	11,17	11,72	11,05
K ₂ O	—	1,71	1,60	0,21	0,10	0,41
(MgO)	—	0,23	—	0,08	—	—
CaO	0,64	1,83	—	—	0,13	0,30
Al ₂ O ₃	20,93	19,66	21,28	19,80	19,60	19,41
(Fe ₂ O ₃)	2,24	4,63	—	—	—	—
SiO ₂	66,13	60,29	67,38	68,41	68,95	68,81
H ₂ O	—	1,20	0,31	—	—	—
	101,04	99,45	99,98	99,67		99,98

¹⁾ FeO.

²⁾ Flußspat 0,80.

32. In Magnetkies, vom Schneeberg Passeyr (Tirol); anal. E. Ludwig bei J. Rumpf, Tsch. min. Mit. Beil. z. Jahrb. k. k. geol. R.A. **24**, 176 (1874).
 33. Mit Gold, Pyrit und Chlorit, Steele Mine (Montgomery Co., N.-Car.); anal. Pöplein bei F. A. Genth, Miner. von N.-Carolina 1891, 56.
 34. Mit Magnet- und Kupferkies, Morro Velho; anal. Gonzaga de Campos bei D. Pedro Aug. v. Sachsen-Coburg, C. R. **105**, 264 (1887); **108**, 1070 (1889).
 35. Von ebenda; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **112** (I), 1 (1903).
 36. Auf Siderit aufgewachsen, von Sajohaza (Gömör, Ungarn); anal. B. Mauritz, Földtani Közlöni **40**, 581 (1910); Z. Kryst. **53**, 69 (1913).

Die Analyse entspricht einer Zusammensetzung von

Orthoklas	0,5 %	Molekularprozenten,
Albit	99,0 "	"
Anorthit	0,5 "	"

37. Zygadit A. Breithaupts, mit Zinkblende auf grauem Schiefer vom Andreasberg (Harz); anal. J. Loczka bei J. Krenner, Ettek Kiadja, tudom. Akad. **15**, Nr.1 (1885).

Die folgenden Analysen aus einer Erzlagertstätte zeigen auch die Umwandlung.

	38.	39.	40.	41.
Na ₂ O	11,50	7,87	4,79	Spur
K ₂ O	0,10	0,35	2,67	0,23
SiO ₂	67,53	52,83	42,48	37,58
CaCO ₃	—	9,64	13,43	5,78
MgCO ₃	—	7,38	8,17	46,82
FeCO ₃	—	0,98	5,88	6,35

38. Nahezu reiner Albit.
 39. Albit aus einem schmalen Gang im Tonschiefer.
 40. Stärker veränderter Albit.
 41. Zusammensetzung des Bachelorganges.

Aus einem Gang, welcher zum größten Teil aus Albit besteht, von Bachelorgang, Goldlagerstätte vom Tuolumnefluß (Sierra Nevada), Calif.; anal. H. W. Turner, J. of Geol. **7**, 389 (1899); Z. prakt. Geol. **8**, 188 (1900).

Der Verfasser hat auch, um das Vorkommen von Gold in Albitgängen aufzuklären, Löslichkeitsversuche ausgeführt, wobei es sich ergab, daß in destilliertem Wasser 0,07% Na₂O des Albits in Lösung gingen, während für Orthoklas die Zahlen 0,16% und für Oligoklas 0,09% waren. Die Versuchstemperatur war 21°.

Aus Kalksteinen und Marmor.

	42.	43.	44.	45.
δ	2,6215	—	2,563	—
Na ₂ O	12,41	10,7	10,57	11,30
K ₂ O	1,88	0,5	—	0,40
(MgO)	—	0,8	—	Spur
CaO	2,11	19,9	0,65	0,56
Al ₂ O ₃	18,41	0,3	20,45	19,96
SiO ₂	65,19	67,1	67,04	67,69
H ₂ O	—	1,1	1,30	0,32 ¹⁾
	100,00	100,4	100,01	100,23

¹⁾ Davon 0,12 bei 110°.

42. Von Stainz (Steierm.); anal. E. Hussak, Verh. k. k. geol. R.A. **3**, 300 (1875).
 43. In lichtgrauem Kalk bei Sklipio, Insel Rhodus; anal. H. v. Foullon, Sitzber. Wiener Ak. **100**, 166 (1891).
 44. Im gelben Kalk von Pouzac (H. Pyrén.); anal. A. Lacroix, Bull. Soc. min. **11**, 71 (1888).
 45. Aus dem Marmor von Carrara; anal. G. d'Achiardi, Atti Soc. Sc. nat. Pisa **22**, 94 (1906); Z. Kryst. **44**, 662 (1907).

	46.	47.
Na ₂ O	10,95	11,21
CaO	0,40	0,45
Al ₂ O ₃	20,62	20,50
SiO ₂	67,96	67,38
	99,93	99,54

Mit Spuren von KO.

46. u. 47. Beide von Oulx bei Beaume (Piemont); anal. L. Colomba, Riv. d. min. e crist. **38**, 35 (1909); Z. Kryst. **50**, 498 (1912).
 Als Feldspäterchen im Kontaktkalk.

47. Aus dem umgewandelten Kalkstein; Summe im Original falsch.

	48.	49.	50.
δ	—	2,624	—
Na ₂ O	10,18	13,5	9,494
K ₂ O	0,63	—	1,640
CaO	Spur	—	0,698
MgO	Spur	—	17,045
Al ₂ O ₃	17,13	19,0	1,471
Fe ₂ O ₃	Spur	—	—
SiO ₂	72,02	68,2	68,683
Glühverlust .	0,41	—	0,32
	100,37	100,7	99,351

48. Aus Nummulitenkalk, von Ortola, Massa (Tosc.); anal. P. Aloisi, Proc. verb. Soc. tosc. sc. nat. Pisa **15**, 42 (1906); Z. Kryst. **44**, 659 (1907).

Aus der Analyse ergibt sich ein Überschuß von SiO₂, welcher durch Quarzeinschlüsse verursacht sein dürfte.

49. Rocher des Amoureux bei Modane (Roc Tournée, Savoyen), im umgewandelten triassischen Kalkstein; anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 283 (1894).

50. Rötliche Kristalle aus Dolomit von den Inseln in der Bucht von Powjenez (Onega See, Rußl.); anal. I. P. Borrisow, Trav. Soc. Natur. St. Pétersbourg, **10**, 23 u. 28 (1909); N. JB. Min. etc. 1912, I, 395.

Albite aus Gneisen und kristallinen Schieferrn.

	51.	52.	53.	54.	55.	56.	57.
δ	—	—	—	2,622	2,61	2,615	2,619
Na ₂ O	9,57	11,27	11,90	11,52	10,76	9,23	12,10
K ₂ O	0,51	0,29	—	0,92	0,73	1,26	0,74
MgO	—	—	—	0,14	1,27	0,09	0,21
FeO	—	—	—	1,13	2,42	0,90	—
CaO	0,10	0,72	—	1,50	0,04	1,38	0,90
Al ₂ O ₃	21,37	20,35	19,67	17,83	16,73	19,81	18,40
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	0,76
SiO ₂	69,04	67,49	68,57	66,80	66,84	66,71	66,99
H ₂ O	—	—	—	0,48	0,89	0,54	—
	100,59	100,12	100,14	100,32	99,68	99,92	100,10

51. Aus Weißsteingneis, bei Gefrees (Fichtelgeb.); anal. W. C. v. Gumbel, geogn. Beschreibung d. Königr. Bayern 3, 120 (1898).

52. Aus dioritähnlichem Schiefer, Kolbergraben bei Brixlegg; anal. C. Cathrein, Z. Kryst. 7, 239 (1883).

53. Aus Protogin mit blauen Beryllen, Glacier de Trélatite bei Chamounix; anal. A. Brun, Z. Kryst. 7, 389 (1883).

54. Mit Augitlagen von Colafirth Voe (Shetland); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh 28, 197 (1877); Z. Kryst. 2, 650 (1878).

55. Derb mit Quarz von ebenda; anal. wie oben.

56. Gemenge von Albit und Hornblende von Hillswickness (Shetland); anal. wie oben.

57. Aus Gneis, Rothschnberger Stollen bei Reinsberg (Sachsen); anal. Rube bei Th. Scheerer, Pogg. Ann. 8, 92 (1826).

	58.	59.	60.	61.	62.
δ	—	—	—	—	2,72
Na ₂ O	8,93	9,76	12,30	11,23	11,36
K ₂ O	3,20	—	Spur	0,58	0,40
(MgO)	—	0,20	Spur	—	0,50
CaO	—	1,56	0,46	0,21	—
Al ₂ O ₃	20,42	22,49	21,39	19,58	20,47
(Fe ₂ O ₃)	0,23	—	3,07	—	—
SiO ₂	67,10	65,55	60,29	67,79	67,06
H ₂ O	—	0,70	0,67	0,61	0,40
	99,88	100,26	98,18	100,00	100,19

58. Albit mit hohem Kaligehalt, gesteinsartig mit Jadeit im Hornblendeschiefer; anal. A. W. G. Bleeck, Z. prakt. Geol. 15, 341 (1907).

59. St. Vincenz (Steiermark), etwas kaolinisiert; anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. 6, 107 (1883).

60. Schieferähnliches Aggregat von Albitkriställchen, mit Zirkon (Auerbachit), von Mariupol bei Ekaterinoslaw (Rußl.); anal. P. v. Jeremejeff, Bull. Acad. St. Pétersbourg 7, Nr. 2, 89 (1897); Z. Kryst. 31, 513 (1899); vgl. Analyse S. 398.

61. Auf Gängen im Chlorit- und Hornblendeschiefer, Käriabinsk (Ural); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 35, 605 (1883).

62. Jadeitähnlich geschnittener Zylinder, von Teotihuacan (Mexico); anal. L. Michel bei A. Jannettaz u. L. Michel, Bull. Soc. min. 6, 36 (1883).

	63.	64.	65.	66.	67.	68.
δ	2,6471	2,608—2,62	—	—	—	—
Na ₂ O	11,65	11,70	10,28	11,00	11,65	11,49
K ₂ O	0,68	0,61	0,40	0,36	0,25	0,65
(MgO)	0,45	—	0,20	—	?	—
CaO	1,29	1,20	Spur	Spur	Spur	0,77
MnO	—	—	—	Spur	Spur	—
Al ₂ O ₃	20,13	23,00	18,60	20,11	19,92	21,72
(Fe ₂ O ₃)	0,21	Spur	—	—	—	—
SiO ₂	64,81	64,32	69,69	68,08	67,83	65,58
H ₂ O	—	—	0,42	0,31	0,12	—
	99,22	100,83	99,59	99,86	99,77	100,21

63. Aus Grünschiefer von Brousson, Val de l'Evençon (Piemont); anal. H. Preiswerk, ZB. Min. etc. 1901, 303.

Dieser Albit steht der Oligoklasreihe, zwischen Albit und Albitoligoklas nahe, womit die optischen Bestimmungen übereinstimmen. Es fehlen jedoch im Verhältnis zum Natrongehalt etwa 2—3% SiO₂.

64. Aus Albitphyllit von Burkardsdorf, Erzgebirge, nach H. Rosenbusch, Ge-
steinslehre. Stuttgart 1910, 558.

65. Aus feldspatreichem Schiefer, Hoosac Tunnel, Berkshire Co. (Mass.); anal.
R. B. Riggs bei Wolff, siehe F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 258 (1910).

66. u. 67. Beide aus Glimmerschiefer von Greylock Mts. (Mass.); anal. R. B. Riggs,
wie oben.

68. Aus Gneis, Gottelsberg bei Aschaffenburg; anal. Th. Petersen, N. JB. Min. etc.
1872, 583.

Aus Serpentin.

	69.	70.	71.	72.	73.
δ	—	—	—	—	2,587
Na ₂ O	8,90	9,04	9,99	14,01	8,90
K ₂ O	1,00	—	2,41	1,02	2,81
MgO	—	—	—	—	0,05
CaO	2,80	0,90	0,15	Spur	0,74
Al ₂ O ₃	21,40	13,48	18,93	19,92	19,63
Fe ₂ O ₃	—	1,39	0,48	—	0,53
SiO ₂	65,80	75,16	67,94	64,60	66,34
H ₂ O	—	0,26	0,36	—	0,63
	99,90	100,23	100,26	99,55	99,63

69. Baumgarten (Schlesien); anal. M. Websky, nach C. Hintze, Miner. II, 1452
(Oligoklas-Albit).

70. Chromeisenlagerstätte von Tampadel (Schlesien); anal. H. Traube, Z. Dtsch.
geol. Ges. 46, 51 (1894).

71. Zöblitz; anal. K. Gmelin, Pogg. Ann. 8, 79 (1824).

72. Albitornblendegestein im Serpentin der Jadeitfundstätte am Oberlaufe des
Urflusses in Ober-Birma; anal. K. Busz bei M. Bauer, N. JB. Min. etc. 1896, I, 36.

73. Aus Ophit von S. Bartholomeu bei Alcobaça (Portugal); anal. M. Dittrich
bei V. Souza-Brandão, Commun. Serviço Geol. Portugal 8, 12 (1908); Z. Kryst.
49, 296 (1911).

Aus Graniten und Pegmatiten.

	74.	75.	76.	77.	78.	79.
δ	2,60	2,59	—	2,623	2,598	2,601
Na ₂ O	9,51	10,90	10,88	11,19	12,65	10,688
K ₂ O	1,27	0,30	0,68	0,96	1,51	0,904
CaO	0,88	2,40	0,35	—	2,37	—
MgO	—	—	Spur	—	—	—
FeO	—	—	—	0,50	0,11	—
Al ₂ O ₃	21,58	19,40	20,00	19,83	19,80	19,887
Fe ₂ O ₃	—	—	—	0,07	0,16	—
SiO ₂	67,26	67,90	68,00	66,82	64,08	68,399
	100,50	100,90	99,91	99,37	100,68	99,878

74. Aus Pegmatit von Irigny (Rhône); anal. A. Damour bei A. Des Cloizeaux,
Bull. Soc. min. 6, 117 (1883).

75. Aus Pegmatitgängen des Hornblendegneises von Albepeyre bei Blesle (Haute-
Loire); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. 17, 426 (1894).

76. Von Stirling bei Peterhead (Schottl.); anal. S. H a u g h t o n, Phil. Mag. 40,
60 (1870).

77. Weißlich, schwach rötlich von Apietto (Corsica); anal. E. Rupprecht, Inaug-
Dissert. Erlangen 1889; Z. Kryst. 20, 311 (1892).

78. Weißlich rot, vom Couvent de la Trinité (Corsica); anal. wie oben.

79. Im Mikroklin des Pegmatits von Arendal (Norw.); anal. A. L a c r o i x, Bull.
Soc. min. 9, 134 (1886).

	80.	81.	82.	83.
δ . . .	2,600—2,605	—	—	2,612
Na ₂ O . . .	10,90	7,94	8,98	9,70
K ₂ O . . .	0,17	2,16	0,76	1,29
(MgO) . . .	0,14	Spur	0,06	0,30
CaO . . .	0,47	1,81	3,58	1,32
Al ₂ O ₃ . . .	19,42	19,18	22,26	19,88
SiO ₂ . . .	68,62	65,23	63,72	67,90
H ₂ O . . .	—	2,10	0,52 ¹⁾	0,50
	99,72	98,42	99,88	100,89

80. Aus grünlichem granitischem Gestein in der Nähe des Kirchhofes von Nuoro (Sardinien); anal. C. Riva, Atti. R. Acc. Napoli **12**, Nr. 19 (1905); Z. Kryst. **43**, 416 (1907).

81. Albit aus Granit von der Tatra, Zawrat; anal. L. Gorazdowski, Pamietnik Fizyograf **15**, 1898; Z. Kryst. **33**, 657 (1900).

82. Aus Pegmatit von Jones Fall (Baltimore); anal. W. F. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 113, 109 (1893), Albit-Oligoklas.

83. Mit Quarz, Glimmer und Gadolinit von Kararfvet (Schweden); anal. Dirvell bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **6**, 89 (1882).

	84.	85.	86.	87.	88.	89.	90.	91.
δ . . .	—	—	—	—	2,618	2,605	—	—
(LiO ₂) .	Spur	—	—	—	—	—	—	—
Na ₂ O . .	9,89	11,47	9,97	11,06	10,01	11,67	9,20	10,97
K ₂ O . .	0,11	0,20	0,70	—	0,39	0,43	0,16	Spur
(MgO) . .	0,22	—	—	0,10	0,03	—	—	0,47
CaO . .	1,05	0,40	2,00	0,51	1,59	—	3,76	0,41
Al ₂ O ₃ .	20,26	19,06	20,91	19,96	21,72	19,35	23,32	19,65
(Fe ₂ O ₃) .	0,23	0,15	0,18	—	—	—	—	—
SiO ₂ . .	68,96	68,22	66,03	67,75	67,06	68,44	63,86	68,39
H ₂ O . .	—	0,69	0,59	—	—	—	0,24	0,21
	100,72	100,19	100,38	99,38	100,80	99,89	100,54	100,10

84. Von Amelia Co.; anal. Fr. Erben u. L. Ceipek, Tsch. min. Mit. **20**, 85 (1901).

85. Von Amelia Co., Virginia; anal. E. T. Allen bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 409 (1910).

86. Von Mitchell Co., N.-Carolina; anal. wie oben.

87. Von Amelia Co.; anal. Stevanovitsch bei C. Viola, Z. Kryst. **32**, 318 (1902).

88. Von Amelia Co., aus Riesengranit mit Glimmer, Amazonit, Quarz; anal. R. Robertson bei P. Dunnington, Ch. N. 1884, 1301; Z. Kryst. **11**, 437 (1886).

Dieser Albit entspricht der Formel Ab₆An₁.

89. Von ebenda aus Pegmatitdrusen; anal. Musgrave, Ch. N. **46**, 204 (1882).

90. Von Renfrew (Canada) mit Korund und Nephelin; anal. H. W. Foote u. W. M. Bradley, Am. Journ. **36**, 47 (1913); N. JB. Min. etc. 1914, II, 194.

91. Von Calaveras (Colorado), mit Gold und Eisenkies; anal. F. A. Genth, Am. Journ. **28**, 249 (1859).

¹⁾ Davon unter 100° 0,09%.

	92.	93.	94.	95.	96.
Na ₂ O	10,65	8,65	10,36	10,64	10,37
K ₂ O	0,54	1,52	0,70	0,61	0,99
(MgO)	0,14	0,98	—	—	0,07
CaO	0,22	0,45	1,46	0,50	0,61
(MnO)	—	—	—	—	0,07
Al ₂ O ₃	20,99	17,16	20,88	20,04	19,77
(Fe ₂ O ₃)	0,21	0,91	0,25	0,13	0,26
SiO ₂	67,70	70,10	66,83	67,25	67,53
H ₂ O	0,47	—	0,27	0,27	0,26
P ₂ O ₅	—	—	—	0,72	0,58
	100,92	99,77	100,75	100,16	100,51

92. Von Garmersreuth (Fichtelgeb.); anal. A. Schwager bei C. W. Gumbel, Geogn. Beschr. Bayerns **3**, 371 (1879).

93. Von ebenda; anal. C. Bischof, Dingl. polyt. J. **222**, 266 (1872).

94. Von Hitterö (Norw.); anal. S. L. Penfield u. E. S. Sperry, Am. Journ. **34**, 392 (1887).

95. Von Tammela (Finnl.); anal. G. Lindström, Geol. För. Förh. **7**, 681 (1885).

96. Von Skogböle (Finnl.); anal. wie oben.

Aus Trachyt und Dacit.

	97.	98.	98a.
δ	2,573	2,636	2,596
Na ₂ O	12,46	10,20	9,83
K ₂ O	—	0,60	1,11
MgO	—	—	0,19
CaO	0,74	2,00	0,56
Al ₂ O ₃	20,15	20,80	19,42
SiO ₂	66,65	66,90	66,52
H ₂ O	—	—	0,81
	100,00	100,50	99,48 ¹⁾

97. Von Heisterbach, in einem Trachyteinschluß; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. Jubelbd., 547 (1874); Niederrh. Ges. f. Naturk. Bonn 1873, 166.

98. Laacher See; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **50**, 587 (1864).

98a. Aus Dacit von Kamary (Krim); anal. A. Lagorio, Tsch. min. Mit. **8**, 448 (1887).

Aus unbekanntem vulkanischen Gestein.

	99.	100.
Na ₂ O	9,45	8,67
K ₂ O	1,37	2,26
CaO	1,12	1,60
Al ₂ O ₃	19,76	19,79
SiO ₂	68,73	67,86
	100,43	100,18

99. u. 100. Von Quadro Ribeiras (Terceira, Azoren); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **6**, 200 (1883). Dieser Feldspat ist jedoch Anorthoklas, siehe diesen unten.

¹⁾ 1,04% Fe₂O₃.

Aus Nephelinsyeniten.

	101.	102.	103.	104.	105.
δ	2,61	—	—	2,6222	—
Na ₂ O	10,10	11,63	11,38	10,81	10,17
K ₂ O	1,10	0,60	0,88	0,39	0,99
(MgO)	—	—	—	0,09	—
CaO	0,80	0,39	0,43	0,31	—
(FeO)	—	—	—	0,23	—
Al ₂ O ₃	21,40	19,55	19,40	19,62	19,69
SiO ₂	66,80	68,04	67,78	68,28	66,39
H ₂ O	0,90	—	—	0,09	0,52
	101,10	100,21	99,87	99,82	97,76

101. Von Miasc (Ural); anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **6**, 121 (1883).

102. Aus den Gängen der Nephelinsyenite von Stokö (S.-Norw.); anal. A. v. Hall bei W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 521 (1890).

103. Von ebenda; anal. K. Johansson bei W. C. Brögger, wie oben.

104. Aus Eläolithsyenit von Litchfield (Maine); anal. W. H. Melville bei W. S. Bayley, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 150, 201; auch bei F. W. Clarke, ebenda, Bull. N. **419**, 258 (1910).

105. Von ebenda; anal. F. W. Clarke, Am. Journ. **31**, 262 (1886).

Hierher könnte man auch die Analyse Nr. 90 (Renfrew) stellen.

Kristalle ohne Bezeichnung des Vorkommens.

Es folgen zwei Analysen aus Grönland, welche wohl die nahezu ganz reine Albitsubstanz darstellen, wie der Vergleich mit der theoretischen Zusammensetzung zeigt.

	106.	107.	108.	109.	110.
Na ₂ O	8,13	11,86	11,68	10,96	11,79
K ₂ O	3,77	—	—	—	—
(MgO)	0,20	—	—	—	—
CaO	0,96	—	0,20	0,24	—
Al ₂ O ₃	23,20	19,43	19,40	20,47	19,43
SiO ₂	64,85	68,80	68,80	67,09	68,78
H ₂ O	0,01	—	—	0,86	—
	100,12	100,09	100,08	99,62	100,00

106. Von Dyce, Aberdeenshire (Schottland); anal. F. Heddle, Z. Kryst. **2**, 652 (1878).

107. Kristalle, ohne Bezeichnung des Muttergesteines, von Kangerdluarsuk (S.-Grönland); anal. Chr. Winter bei C. Dreyer u. V. Goldschmidt, Medd. om Grönl. **34**, 1 (1897); Z. Kryst. **46**, 604 (1909).

108. Von Narsasuk; anal. wie oben.

109. S. Pablo, Calif.; anal. W. C. Blasdale, Bull. Dept. Geol. Univ. Calif. 1901, II, 327; Z. Kryst. **38**, 690 (1903).

110. Theoretische Zusammensetzung.

	111.	112.	113.	114.	115.	116.	117.	118.
δ	—	2,623	2,624	2,587	2,623	2,625	2,62—	2,626
Na ₂ O	7,39	10,29	9,37	11,34	11,09	11,43	11,12	(11,12)
K ₂ O	Spur	0,25	0,97	1,45	0,80	0,40	Spur	—
CaO	0,80	1,22	1,89	—	0,42	0,49	—	—
(MgO)	0,92	0,50	—	—	0,12	—	—	—
Al ₂ O ₃	20,56	19,87	20,88	19,96	20,01	19,59 ²⁾	19,72	19,56
(Fe ₂ O ₃)	0,64	—	—	—	—	—	—	—
SiO ₂	66,92	66,73	66,12	65,99	68,04 ¹⁾	68,49	68,37	68,57
H ₂ O	1,00	—	—	1,04	—	—	—	—
	98,23	98,86	99,23	99,78	100,48	100,40	99,21	99,25

111. Winzige Kristalle, aus der Nachbarschaft von Besshi, Insel Iyo; anal. T. Wada, Miner. Japans, Tokyo 1904; Z. Kryst. **43**, 295 (1907).

112. Von Klein Arö, Kristalle; anal. R. Mauzelius bei Hj. Sjögren, Bull. geol. Inst. Upsala **4**, Nr. 8, 227 (1899); Z. Kryst. **34**, 693 (1901).

113. Von Mursinska; anal. S. Glinka, Verh. d. kais. russ. min. Ges. **31**, 1 (1894).

114. Von Finnland; anal. wie oben.

115. Von Kyschtym (Ural), mit Einschlüssen von Rutil; anal. S. Glinka, Verh. d. kais. russ. min. Ges. **31**, 1 (1894); Z. Kryst. **26**, 510 (1896).

116. Von Käriabinsk; anal. wie oben.

117. Von Slatoust (Ural); anal. wie oben.

118. Von ebenda; anal. wie oben.

	119.	120.	121.	122.	123.	124.	125.
δ	—	2,638	—	2,633	2,628	—	—
Na ₂ O	11,76	9,26	9,15	8,98	9,57	9,66	10,50
K ₂ O	—	2,29	Spur	1,80	1,01	0,95	—
(MgO)	—	—	0,34	0,74	—	—	—
CaO	0,31	—	3,08	0,71	1,80	1,95	0,20
Al ₂ O ₃	19,36	19,34	20,46	20,74	21,57	21,32	20,80
(Fe ₂ O ₃)	—	—	—	0,54	0,18	0,12	0,10
SiO ₂	68,38	68,79	67,51	65,46	66,06	65,73	68,40
H ₂ O	0,19	0,32	—	—	—	0,19	—
	100,00	100,00	100,54	98,97	100,19	99,92	100,00

119. Von Käriabinsk (Ural); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 572 (1883); siehe auch die Analyse vom selben Fundort Nr. 109.

120. Kristall von Guatemala; anal. A. v. Lasaulx, N. JB. Min. etc. 1875, 194.

121. Point Piz, Mitchell Co. (N. Carol.); anal. Fr. Julian bei F. A. Genth, Miner. N. Carolina 1891, 56.

122. Tuckers Quarry (Delaware); anal. Baye u. Booth nach C. Hintze, Miner. II, 1468.

123. Haddam (Connect.); anal. E. S. Sperry, Am. Journ. **34**, 392 (1877).

124. Danbury (Connect.); anal. wie oben.

125. Mit Turmalin, von Chesterfield (Massach.); anal. A. Laurent u. Holms, Ann. chim. phys. **3**, 331 (1835) (nach C. Hintze, l. c. 1469).

¹⁾ In der Kieselsäure und dem Eisenoxyd sind ca. 0,5% TiO₂ vorhanden.

²⁾ In der Tonerde etwas Eisenoxyd.

Pseudomorphosen nach Spodumen.

	126.	127.
δ	2,610	2,637
Na_2O	10,26	11,69
K_2O	0,76	0,11
(MgO)	—	0,15
CaO	1,18	—
Al_2O_3	21,26	20,09
(Fe_2O_3)	0,07	—
SiO_2	66,58	67,60
H_2O	0,16	0,14
	100,27	99,78

126. Rosettenförmige Aggregate, von Brancheville Co. (Conn.), in zersetztem Spodumen; anal. E. S. Sperry, Am. Journ. **34**, 392 (1877).

127. Faserige Varietät mit Cymatolith, von ebenda; anal. S. L. Penfield, Z. Kryst. **5**, 206 (1881).

Pseudomorphosen nach Skapolith.

	128.	129.	130.
δ	2,60	2,59	2,624
Na_2O	10,52	10,11	10,13
K_2O	1,11	—	—
(MgO)	—	0,46	0,39
CaO	0,21	1,87	1,56
Al_2O_3	18,87	20,20	19,90
(Fe_2O_3)	0,57	0,49	0,39
MnO	—	—	0,20
SiO_2	68,00	66,68	66,83
H_2O	0,45	0,19	0,25
	99,73	100,00	99,65

128. Große Kristalle in Skapolithform, eingewachsen in einem Orthoklashornblendegemenge von Kragerö (Norw.); anal. Th. Scheerer u. F. Richter, Pogg. Ann. **89**, 15 (1853).¹⁾

129. u. 130. Beide von Snarum, sog. Olafit A. Breithaupts; anal. wie oben.

Die folgenden Analysen sind Mittelglieder zwischen reinem Albit und Oligoklas, gehören aber doch eher zum Albit.

	131.	132.
Na_2O	8,44	10,13
K_2O	6,37	1,00
(MgO)	0,09	—
CaO	1,17	2,65
Al_2O_3	22,40	22,14
(Fe_2O_3)	—	Spur
SiO_2	60,28	63,51
H_2O	1,61	0,62
	100,36	100,05

¹⁾ Siehe auch eine Analyse von G. vom Rath, Sitzber. Berliner Ak. 1876, 156; N. JB. Min. etc. 1876, 698.

131. u. 132. Beide aus dem Eläolithsyenit von Ditró (Siebenbürgen); anal. B. Mauritz, Földtani Közl. **40**, 581 (1910); N. JB. Min. etc. 1911, II, 191.

Der erste Feldspat wird als Oligoklas bezeichnet, wogegen sich der Referent des N. JB. Min. etc. wendet. In der Tat kann eigentlich weder von Albit noch von Oligoklas gesprochen werden; es liegt eine Mischung von 64⁰/₀ Albit, 5⁰/₀ Anorthit mit 31⁰/₀ Orthoklas vor, wie wir sie bei Orthoklas häufig begegnen (siehe bei Orthoklas).

P. v. Tschirwinsky hat das Mittel der Zusammensetzung von 16 Albitanalysen aus Graniten berechnet und fand folgende Mittelwerte (nach N. JB. Min. etc. 1913, II, 239):

	133.
Na ₂ O	10,69
K ₂ O	0,98
CaO	0,48
Al ₂ O ₃	19,72
SiO ₂	67,21
	99,08

Es entspricht dies einer Zusammensetzung:

Orthoklas 5,88⁰/₀, Albit 91,71⁰/₀, Anorthit 2,41⁰/₀.

Mondstein.

	134.	135.
δ	2,59	2,62
Na ₂ O	8,86	8,90
K ₂ O	1,36	—
MgO	0,11	—
CaO	1,47	2,50
Al ₂ O ₃	19,98	20,10
SiO ₂	67,70	68,50
H ₂ O	0,08	—
	99,56	100,00

134. Schön blau schillernd, von Mineral Hill, bei Media (Delaware Co.); anal. A. Leeds, Am. Journ. **6**, 25 (1873).

135. Von ebenda; anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Man. Minér. Paris.

Peristerit.

So wurde ein Albit mit irisierendem Farbenspiel von Thomson genannt.

	136.
δ	2,636
Na ₂ O	7,00
K ₂ O	0,58
(MgO)	0,20
CaO	2,52
(FeO)	0,30
Al ₂ O ₃	21,80
SiO ₂	66,80
H ₂ O	0,60
	99,80

136. Von Ober-Canada; anal. St. Hunt, Phil. Mag. 1850, I, 222; Am. Journ. **21**, 212 (1851).

Tschermakit.

	137.	138.
δ	2,67	2,60
Na ₂ O	10,01	9,70
K ₂ O	0,21	—
(MgO)	1,11	0,95
CaO	1,29	1,40
Al ₂ O ₃	20,33	22,70
(Fe ₂ O ₃)	0,29	—
SiO ₂	66,04	66,37
H ₂ O	0,95	0,70
	<hr/> 100,23	<hr/> 101,82

137. Mit Kjerulfin bei Bamle (Norw.); anal. G. W. Hawes, Am. Journ. **7**, 579 (1874).

138. Von ebenda; anal. F. Pisani, C. R. **80**, 370 (1875).

Die erste Analyse F. v. Kobells,¹⁾ welche die Aufstellung eines neuen Minerals begründen sollte, enthielt 8^{0/0} MgO, war aber, wie die späteren Analysen zeigten, unrichtig. A. Des Cloizeaux wies nach, daß ein Albit vorlag.²⁾

Bariumhaltiger Albit.

	139.
Na ₂ O	(10,97) ³⁾
CaO	0,49
BaO	1,84
Al ₂ O ₃	20,45
SiO ₂	66,25
	<hr/> 100,00

139. Mit Bleiglanz und Baryt von Mont de la Saxe, Courmayeur (Aostatal); anal. L. Colomba, Atti R. Acc. Torino **45**, 399 (1910); Z. Kryst. **52**, 319 (1913).

Dieser Albit entspricht einer Zusammensetzung von



Formel und Konstitution.

Die empirische Formel ist NaAlSi₃O₈, welche oft verdoppelt wird. Was die Konstitutionsformel anbelangt, so sind sehr verschiedene gegeben worden, welche jedoch meistens keine nähere Begründung haben.

Da der Albit mit dem Anorthit CaAl₂Si₂O₈ isomorph ist, so hat man, um ähnliche Konstitution herauszubringen, auch ähnliche Formeln vorgeschlagen. F. W. Clarke⁴⁾ schreibt die Albitformel (1):

¹⁾ F. v. Kobell, Sitzber. Bayr. Ak., 6. Dez. 1873.

²⁾ A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **6**, 112 (1883).

³⁾ Das Natron aus der Differenz bestimmt.

⁴⁾ F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. 1895, Nr. 125, 1.

Chemische Eigenschaften.

A. de Gramont¹⁾ untersuchte das Spektrum des Albits von Modane, welches außer Si, Al und Na noch schwach die Hauptlinien von Ca und Mg zeigt.

Albit wird durch Salzsäure und Schwefelsäure nicht angegriffen, auch Flußsäure greift Albit weniger an als die anderen Plagioklase, daher diese Säure zur Trennung der Plagioklase verwendet wird. Albit zeigt, wie zuerst A. Kenngott²⁾ konstatierte, alkalische Reaktion (vgl. auch F. W. Clarke).³⁾

W. Flight wies nach, daß Natronlauge auf Albit zersetzend einwirkt.⁴⁾

H. Baumhauer⁵⁾ erhielt bei Ätzung von Albit mit einem Gemenge von Flußsäure und Schwefelsäure auf (001) fünfseitige Ätzfiguren.

F. W. Clarke und G. Steiger⁶⁾ erhitzten Silicate mit Chlorammonium und fanden, daß der reine Albit von Amelia Co. (Virginia) 0,84% Na₂O und 0,12% CaO in Lösung abgab, während 0,32% NH₄ sich im trockenen Rückstand nachweisen ließen.

St. J. Thugutt⁷⁾ hat Versuche gemacht, Albit mit Wasser zu zersetzen. Von 6,02 g, welche mit 900 ccm destilliertem Wasser durch 100 Stunden bei 200° behandelt wurden, waren nahezu 40% gelöst. Die kolloide Flüssigkeit, welche derart erhalten wurde, war deutlich alkalisch. Der lösliche Teil war reicher an Kieselsäure, dagegen weniger reich an Alkalien als der unzersetzte Albit, während der unlösliche Rest das umgekehrte Verhalten zeigte.⁸⁾

Bei Albit von Mariupol, welchen J. Morozewicz analysierte, sind die Zahlen folgende:

	1.	2.	3.
Na ₂ O	10,36	12,56	12,07
Al ₂ O ₃	18,88	18,77	19,18
SiO ₂	70,76	67,98	67,46
H ₂ O	—	0,69	0,64
	100,00	100,00	99,62

1. Kolloider Teil (auf wasserfreie Substanz berechnet).

2. Unlöslicher Teil.

3. Unzersetzter Albit, in welchem noch 0,08 CaO und 0,19% Fe₂O₃ vorhanden sind.

G. Steiger⁸⁾ hat in der Art Versuche ausgeführt, daß er ein halbes Gramm Mineral bei 70° Fahrenheit einen Monat lang mit 50 ccm Wasser behandelte. Der Totalgehalt an Alkali betrug bei der Analyse 12,10%, während der Natrongehalt in der Lösung 0,07% betrug.

J. Königsberger und W. J. Müller⁹⁾ fanden, daß reine Natronlauge in 30% iger Lösung bei 115° die meisten Silicate, darunter auch Albit auflöst; die aufgelöste Menge hängt von der Zeit und der Korngröße ab.

A. Bygden¹⁰⁾ konstatierte geringe Löslichkeit im Wasser.

¹⁾ A. de Gramont, C. R. **126**, 1513 (1898).

²⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 309.

³⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. Chem. Soc. **20**, 739 (1890).

⁴⁾ W. Flight, J. chem. Soc. London **41**, 159 (1882).

⁵⁾ H. Baumhauer, N. JB. Min. etc. 1876, 604.

⁶⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. 1902, Nr. 207; Z. Kryst. **38**, 695 (1903).

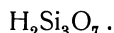
⁷⁾ St. J. Thugutt, C. R. Soc. Sc. Varsovie **6**, 654 (1913).

⁸⁾ G. Steiger, Journ. Am. Chem. Soc. **21**, 437 (1899); Z. Kryst. **34**, 204 (1901).

⁹⁾ J. Königsberger u. W. J. Müller, ZB. Min. etc. 1906, 361.

¹⁰⁾ A. Bygden, Bull. geol. Inst. Upsala **7**, 298 (1904).

G. Tschermak¹⁾ hat die Säure aus Albit isoliert; er fand dafür folgende Formel:



Physikalische Eigenschaften.

Dichte 2,620. **Härte** 6. Spaltbar vollkommen nach (001), etwas weniger nach (010).

Färbung. Farblos bis weiß, auch rötlich, bläulich, grünlich und grau. Auf (001) mitunter Farbenspiel, auch bläulicher Schimmer.

Optische Eigenschaften. Die optischen Konstanten der verschiedenen Feldspate wurden bereits von F. Becke in ihrer Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung behandelt (vgl. Bd. I, 1, S. 5).

Hier nur einige Daten für reine Albite, während für die sogenannte Albitreihe, welche solche triklinen Feldspate einschließt, die einige Prozente Anorthit-silicat enthalten, auf die Kalknatronfeldspate verwiesen wird.

Bezüglich der Brechungsquotienten, der Auslöschungsschiefe, der Winkel der optischen Achsen, existieren sehr viele Bestimmungen, welche in den Werken von C. Hintze, sowie von H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing angeführt sind; es würde den Rahmen dieses Werkes überschreiten, diese Tabellen nochmals anzuführen. Es genügt daher, einige Werte an reinen Albiten anzuführen (nach E. A. Wülfing).²⁾

Fundort	Dichte	N_α	N_β	N_γ	$2V$	Beobachter
Schmirn		1,5287	1,5331	1,5392	80° 58'	K. A. Zimányi ³⁾
Amelia Co.	2,618	1,5285	1,5321	1,5387	77° 39'	Fr. Becke ⁴⁾
Walhornthörl		1,5300	1,5338	1,5401		C. Viola ⁴⁾
Lakous, Kreta		1,5290	1,5333	1,5386	84° 4'	C. Viola ⁵⁾
Carrara	2,61	1,5282	1,5323	1,5389	76° 55'	C. Viola ⁶⁾
Olgiasca		1,5285	1,5316	1,5386		Em. Repossi ⁷⁾

S. Glinka⁸⁾ fand für reine Albite substanz $2V = 73-74^\circ$. Die Auslöschung auf (001) = $3^\circ 20'$ bis $4^\circ 20'$, auf (010) = $20^\circ 30'$.

Was den optischen Achsenwinkel anbelangt, so beobachtete A. Des Cloizeaux⁹⁾ zwischen $21,5^\circ$ und $178,8^\circ$ eine Zunahme desselben um etwa $2\frac{1}{2}^\circ$.

Spezifische Wärme. P. E. W. Öberg¹⁰⁾ fand an durchsichtigem Albit den Wert 0,1938 zwischen 100 und 0° , ferner für derben Albit kristallinisch-strahligen 0,1976.

J. Joly¹¹⁾ fand 0,1984, A. Neumann¹²⁾ 0,1961 zwischen $100-20^\circ$, H. Kopp¹³⁾ 0,190 zwischen $51-21^\circ$.

¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **112**, I, 365 (1903).

²⁾ E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. d. Min. etc. Stuttgart 1905, I, 338.

³⁾ K. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 321 (1894).

⁴⁾ Fr. Becke, Tsch. min. Mit. **19**, 321 (1900).

⁵⁾ C. Viola, Z. Kryst. **32**, 318 (1900).

⁶⁾ C. Viola, Z. Kryst. **32**, 113 (1900).

⁷⁾ Em. Repossi, Atti R. Acc. Lincei **13**, 190 (1904).

⁸⁾ S. Glinka, Verh. d. kais. russ. min. Ges. **31**, 1 (1893); Z. Kryst. **26**, 511 (1896).

⁹⁾ A. Des Cloizeaux, Nouv. Recherches, Paris 1867, 699.

¹⁰⁾ P. E. W. Öberg, Öfv. Vet. Ak. Stockholm 1885, 43.

¹¹⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. **91**, 250 (1887).

¹²⁾ A. Neumann, Pogg. Ann. **23**, 1 (1831).

¹³⁾ H. Kopp, Liebigs Ann. Suppl.-Bd. **3**, 1864/65.

Pyroelektrizität wurde von G. Hankel¹⁾ konstatiert.

Elektrische Leitfähigkeit. Bei Zimmertemperatur Nichtleiter. Bei hoher Temperatur wird Albit, wie die meisten Silicate leitend. C. Doelter²⁾ untersuchte nach seiner Methode (vgl. Bd. I, S. 712) die Veränderung der Leitfähigkeit bei steigender Temperatur. Kristalle von Striegau (siehe Analyse Nr. 3) ergaben folgende Zahlen:

Temperatur θ	Widerstand in Ohm Ω
1120 ^o	11277
1140	4084
1160	1694
1185	231
1190	129,9
1200	100
1215	72,7
1240	54,3
1250	51,3

Bei der Abkühlung ergaben sich nach der Erstarrung andere Zahlen und überhaupt eine andere Kurve, da bei derselben der Albit glasig erstarrt.

1215—1220 ^o	51
1180	56
1145	68,3
1160	77,3
1040	103,6
1000	112,7
940	160,4

Der Albit zeigt beim Schmelzen elektrolytische Dissoziation und ist eines der am meisten Dissoziation zeigenden Silicate. Der Polarisationsstrom ist verhältnismäßig stark.

Schmelzpunkt und Lötrohrverhalten. Vor dem Lötrohre schmilzt Albit zu weißem Glas, wobei sich die Flamme intensiv gelb färbt.

Albit hat infolge der großen Viskosität seiner Schmelze keinen eigentlichen Schmelzpunkt, sondern schmilzt allmählich, eine Erscheinung, welche bei vielen Silicaten zu beobachten ist (vgl. Bd. I, 1, S. 641).

Das Intervall zwischen dem Schmelzbeginn und dem Punkte der vollständigen Verflüssigung ist ein besonders großes bei diesem Silicat, es beträgt 60—80.

Ich erhielt folgende Schmelzpunkte³⁾:

Albit von Pfitsch . . .	1120—1160 ^o ,
Albit von Schmirn . . .	1130—1170 ^o ,
Albit vom Rhönetal ⁴⁾ . . .	1135—1215 ^o .

¹⁾ G. Hankel, Wied. Ann. **1**, 280 (1877).

²⁾ C. Doelter, Sitzber. Wiener Ak. **117**, I, 308 (1908).

³⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **22**, 314 (1903).

⁴⁾ C. Doelter, Sitzber. Wiener Ak. **115**, 1319 (1906); vgl. auch Z. f. Elektroch. **12**, 617 (1906).

Auch A. Day und E. T. Allen¹⁾ konstatierten ein allmähliches Schmelzen, sie nehmen 1220° als Schmelzpunkt an. Für künstlich dargestellten erhielten sie 1225°.

Kristallisationsgeschwindigkeit und Kristallisationsvermögen. Diese beiden Werte sind bei Albit nahezu Null, besonders ist die erste nahezu Null, wenn auch vielleicht die Kernzahl merklich ist, so können sich doch aus einer Albitschmelze keine Kristalle bilden, es erstarrt daher geschmolzener Albit glasig.

Synthese.

Albit ist sowohl auf dem Wege des Schmelzflusses, als auch auf nassem Wege dargestellt worden.

Darstellung aus Schmelzen. Wenn Albit geschmolzen und wieder zur Erstarrung gebracht wird, so kristallisiert er nicht, da die Kristallisationsgeschwindigkeit fast Null ist, man erhält nur eine glasige Schmelze (vgl. oben). Um daher Albit darzustellen, muß man einen Kristallisator wählen, welcher die Viskosität der Schmelze erniedrigt. P. Hautefeuille,²⁾ welcher als erster den Albit darstellte, gebrauchte auch hier, wie bei Quarz die wolframsauren Salze. Er machte Mischungen von Wolframsäure mit einem basischen Natrium-silicoaluminat, oder aber er mischte Kieselsäure und Tonerde in dem Verhältnis 3:1 und fügte eine kleine Menge Natriumwolframat bei. Seine Versuche dauerten mehrere Wochen; die Temperatur war dabei nicht über dunkle Rotglut gesteigert worden. Er erhielt ein Pulver, welches aus kleinen Albitkriställchen zusammengesetzt war. Die Winkel zwischen (001):(010) betragen 87°, der Prismenwinkel war 59° 15'. Es wurden auch Zwillinge beobachtet.

Die Analyse ergab:

Na ₂ O	11,10
Al ₂ O ₃	19,64
SiO ₂	68,65
	<hr/>
	99,39

Dichte 2,61. Spaltbarkeit sehr deutlich.

P. Hautefeuille ersetzte auch die Wolframsäure durch Phosphorsäure. Die Kristalle, welche mit Vanadinsäure erhalten wurden, waren prismatisch, ihr Durchschnitt hexagonal.

Es ist jedoch nicht nötig, dem Vanadin oder der Molybdänsäure eine besondere Wirkung bei der Albitbildung zuzuschreiben, es genügt ein Zusatz, welcher die Viskosität vermindert; so erhielt ich beim Zusammenschmelzen von Albit mit Magneteisen deutliche Neubildungen.

Ebenso erhielt J. Lenarčič,³⁾ als er ein Gemenge von 3 Teilen Albit mit 1 Teil Magneteisen zusammenschmolz, Albitkriställchen, nebst einem eisenoxydulhaltigen Glase, letzteres hat wahrscheinlich die Viskosität der Schmelze so erniedrigt, daß die Ausscheidung von Albit möglich war.

Auch K. Petrasch⁴⁾ hat Albite in künstlichen Gesteinen erhalten.

¹⁾ H. Day u. E. T. Allen, Z. f. phys. Chem. **54**, 1 (1906).

²⁾ P. Hautefeuille, C. R. **84**, 1301 (1874); vgl. auch F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synthèse d. minéraux et Roches (Paris 1881), 136.

³⁾ J. Lenarčič, ZB. Min. etc. 1903, 720.

⁴⁾ K. Petrasch, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **17**, 498 (1903).

R. Wallace¹⁾ hat den Einfluß der Wolframsäure auf das Kristallisationsvermögen des Albits experimentell untersucht. Er ließ auf Albitplatten geschmolzenes Natriumwolframat einwirken. Die Albitkristallisation war bei 950° sehr reichlich, aber nur an der Oberfläche. Es zeigte sich, daß die Kristallkernzahlen an der Berührungsfläche zwischen Wolframat und Silicat sich sehr stark vergrößerten, jedoch nur an der Oberfläche. Dies steht in Übereinstimmung mit Versuchen von A. Day und E. T. Allen.²⁾

Versuche nach einer ähnlichen Methode wie P. Hautefeuille wurden später von A. Day und E. T. Allen³⁾ ausgeführt. Sie stellten zuerst ein Albitglas her, welches sie mit dem Wolframat durch 8 Tage bei 1000° erhitzen. Es fand jedoch eine Trennung beider Verbindungen, des Wolframats und des Silicats statt. Bei einem zweiten Versuch wurden nur 50% des Wolframats angewendet und bei 900° durch 17 Tage erhitzt, hierbei wurde kristallinischer Albit erhalten, welcher optisch dem natürlichen entsprach. $\delta = 2,620$.

Wie es auch P. Hautefeuille getan, wurde das Silicat mit Natriumbisulfat gereinigt, bei der Analyse ergaben sich dann folgende Zahlen:

Na ₂ O	11,73
Al ₂ O ₃	} 19,56
Fe ₂ O ₃	
SiO ₂	68,74
SO ₃	0,02
WO ₃	0,16
	100,21

Eine zweite Portion desselben Produkts wurde dadurch gereinigt, daß sie nach dem Schmelzen mit Natriumsulfat behandelt und dann noch eine Reinigung durch Salzsäure durchgeführt wurde, endlich mit Ammon und Wasser ausgewaschen wurde. Die Analyse des erhaltenen Produkts ergab folgende Zahlen:

δ	2,615
Na ₂ O	11,59
Al ₂ O ₃	18,95
Fe ₂ O ₃	0,18
SiO ₂	68,91
WO ₃	0,22
H ₂ O	0,13
	99,98

Synthese auf nassem Wege. Diese ist C. Friedel und A. Sarasin⁴⁾ gelungen. Sie gebrauchten die früher beschriebene Röhre (vgl. Bd. I, 1, S. 616). Die Temperatur betrug über 500°. Als Mischung diente ein Gemenge von überschüssigem Natriumsilicat mit gefällttem Aluminiumsilicat, welches in Wasser gelöst wurde.

Die Kristalle waren bis 2 mm lang und zeigten die Formen des Prismas, des Klinopinakoids, der Basis und des Hemiorthodomas.

¹⁾ R. Wallace, Z. anorg. Chem. **63**, 45 (1909).

²⁾ A. Day u. E. T. Allen, Z. f. phys. Chem. **54**, 1 (1905).

³⁾ A. Day u. E. T. Allen, Am. Journ. **29**, 127 (1905); Z. f. phys. Chem. **54**, 1. c.

⁴⁾ C. Friedel u. A. Sarasin, C. R. **97**, 290 (1883).

Die Analyse ergab:

Na ₂ O	11,61
Al ₂ O ₃	19,23
SiO ₂	68,93

Weitere ausführliche Versuche hat E. Baur¹⁾ gemacht, wobei es sich namentlich darum handelte, das Stabilitätsfeld des Albits abzugrenzen. Er wandte bei seinen Versuchen Natriumaluminat und amorphe Kieselsäure an, neben Albit bildete sich auch Quarz; nach E. Baur²⁾ können weder Albit noch Orthoklas aus ihren reinen Lösungen erhalten werden, sondern nur aus solchen, welche einen Überschuß an Basis enthalten. Eine Mischung von 5 SiO₂ mit 2,3 NaAlO₂ ergab nur Quarz.

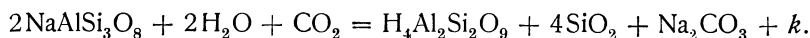
Später hat E. Baur noch weitere Versuche in analoger Weise ausgeführt, bei welchen mitunter Albit erhalten wurde. Er operierte im Autoklaven und wendete eine Temperatur von 520° an. Siehe übrigens dessen Aufsatz unten.

Umwandlung.

Pseudomorphosen nach Albit sind nicht gerade häufig, was J. Roth³⁾ mit dem an und für sich sparsamen Vorkommen des Albits erklärt, indessen scheint Albit auch weniger zu Zersetzungen zu neigen als andere Feldspate. Kaolinisierung ist bekannt, auch Umwandlung in ein Gemenge von Speckstein und Kaolin, auch Verdrängung durch Glimmerschüppchen wird erwähnt. Pseudomorphosen nach Analcim, Laumontit, Calcit und Neubildung aus Orthoklas sind ebenfalls zu nennen.

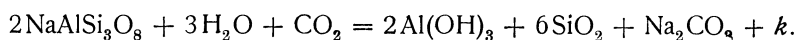
C. R. van Hise⁴⁾ betrachtet namentlich die Umwandlung in Kaolin und Quarz, in Hydrargillit und Quarz, in Analcim, sowie in Natrolith.

Die erstgenannte Umwandlung geht aus folgender Reaktionsformel hervor:



Die Volumverminderung *k* beträgt 4,89%.

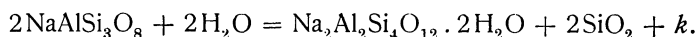
Die zweite Umwandlung erklärt sich durch folgende Formel:



Die Volumvermehrung beträgt 1,58%.

Aus einem Gemenge von Hydrargillit kann sich nach demselben Autor Paragonit bilden.

Die Umwandlung in Analcim wäre durch folgende Formel erklärbar:



Die Formel für eine Bildung von Natrolith wäre:



Bei der Analcimbildung müßte eine Volumvermehrung von 20,82%, bei der Natrolithbildung eine solche von 19,95% eintreten, wenn die Kieselsäure als fest angenommen wird.

J. Roth³⁾ gibt eine Analyse von zersetztem Albit, dessen Sprünge mit Ripidolith ausgekleidet waren:

¹⁾ E. Baur, Z. f. phys. Chem. **42**, 567 (1903).

²⁾ E. Baur, Z. anorg. Chem. **72**, 119 (1911).

³⁾ J. Roth, Chem. Geol., Berlin 1879, I, 144.

⁴⁾ C. R. van Hise, l. c. 261.

	1.
Na ₂ O	9,90
K ₂ O	1,71
MgO	0,23
CaO	1,83
MnO	Spur
Al ₂ O ₃	19,66
Fe ₂ O ₃	4,63
SiO ₂	60,29
H ₂ O	1,20
	99,45

1. Steele-Mine Montgomery, Cl. N. Carol.; anal. Pöplein, Am. Journ. [2] **28**, 249; siehe J. Roth, l. c. I, 144.

Umwandlung in Zoisit (Saussuritbildung) und Sericit.

Der Saussurit wurde lange Zeit für ein homogenes Mineral gehalten, bis die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß es sich um ein Gemenge handle. Die Saussuritbildung besteht in einer Umwandlung in Epidot (Zoisit); sie kommt hauptsächlich bei Kalknatronfeldspaten vor. Eine Formel der Reaktion hat H. Rosenbusch gegeben.

A. Cathrein hat einige Analysen an Albit, welcher sich in Zoisit umwandelt, ausgeführt.

	2.	3.	4.	5.	6.	7.
δ	—	2,659	2,988	—	—	—
Na ₂ O	11,27	10,24	4,93	11,50	3,19	2,84
K ₂ O	0,29	0,51	1,30	0,32	10,18	6,76
MgO	—	0,61	2,70	—	—	0,91
CaO	0,72	1,80	11,07	0,59	0,31	0,50
Al ₂ O ₃	20,35	21,22	25,27	18,86	22,88	32,99
Fe ₂ O ₃	—	0,80	3,36	0,56	4,65	0,31
SiO ₂	67,49	65,23	50,49	68,30	53,10	50,33
H ₂ O	—	—	2,11	0,26	5,99	5,39
	100,12	100,41	101,23	100,39	100,30	100,03

2. Unzersetzter Albit vom Kolbergraben bei Brixlegg (Tirol); anal. A. Cathrein, Z. Kryst. **7**, 239 (1885).

3. Übergangsstadium des Albits zum Saussurit; anal. wie oben.

4. In Zoisit umgewandelter Albit; anal. wie oben.

5. Albit von Osterby; anal. E. Ramstedt bei C. Benedicks, Bull. geol. Inst. Upsala **7**, 278 (1904).

6. u. 7. Gelbes Zersetzungsprodukt (Sericit); anal. A. Odenkrantz, wie oben.

Zuerst erfolgt die Umwandlung in Epidot (Nr. 3) und dann in Zoisit (4), doch bleibt noch Feldspat erhalten.

Künstliche Umwandlung. J. Lemberg¹⁾ behandelte Albit mit kohlensauren Alkalien, wobei große Wasseraufnahme eintrat; bei Behandlung mit Kaliumcarbonat wird das Kalium aufgenommen, welches an die Stelle des Natriums tritt.

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 572 (1883); **37**, 962 u. 1004 (1885).

	1.	2.
Na ₂ O	9,90	0,38
K ₂ O	—	14,26
CaO	0,20	0,25
Al ₂ O ₃	16,93	16,37
SiO ₂	55,88	55,05
H ₂ O	17,09	13,69
	100,00	100,00

1. Geschmolzener Albit von Käriabinsk, Ural, (siehe Analyse 119, S. 393), durch 14 Tage mit Na₂CO₃-Lösung auf dem Wasserbad behandelt. (Nach dem Glühen mit Wasser befeuchtet, erwärmt er sich nicht.) Es bildete sich Analcim.

2. Dasselbe Mineral durch 4 Monate lang mit K₂CO₃-Lösung erwärmt, nimmt nach dem Glühen das Wasser unter starker Erwärmung wieder auf. Im ersten Versuch ist eine Zeolithisierung, im zweiten Verdrängung des Na₂O durch K₂O unter gleichzeitiger Wasseraufnahme eingetreten.

Weitere Versuche ergaben eine Zeolithisierung des Albits von Viesch.

	3.	4.	5.
Na ₂ O	10,92	10,16	22,70
K ₂ O	0,55	—	—
Al ₂ O ₃	20,78	16,90	29,25
SiO ₂	67,19	55,25	40,84
H ₂ O	0,56	17,65	6,94
	100,00	99,96	99,73

3. Albit von Viesch.

4. Geschmolzener Albit durch 8 tägige Behandlung bei 100° mit einer Lösung von 14 Teilen Na₂O.2SiO₂ in 50 Teilen Wasser zeolithisiert.

5. Albit von Viesch in 4 g des im Kristallwasser geschmolzenen Silicats Na₂O.SiO₂.8H₂O bei 200° durch 100 Stunden digeriert; das überschüssige Natriumsilicat wurde durch Waschen entfernt.

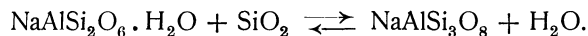
Entstehung des Albits.

Das Vorkommen des Albits in Hohl- und Drusenräumen verschiedener Gesteine, dann im Kalkstein, zeigt, daß er sich aus wäßrigen heißen Lösungen bilden kann. Wie hoch die Temperatur ist, läßt sich nicht sicher bestimmen, immerhin ist es wahrscheinlich, daß eine erhöhte Temperatur dabei in Frage kommt. Dies wird auch durch das Verhältnis zu den Zeolithen, namentlich Analcim, bestätigt.

Bei den Versuchen von Ch. Friedel und A. Sarasin, dann bei den vielfachen Versuchen von E. Baur, sowie von J. Königsberger u. W. J. Müller war die Temperatur stets eine ziemlich hohe, gegen 500°, während der Analcim sich auch bei beträchtlich niedriger Temperatur bilden kann, welche vielleicht 400° nicht viel übersteigt. Freilich spielt die Konzentration der Lösung, also insbesondere der Wassergehalt, auch eine bedeutende Rolle; aus verdünnten Lösungen wird sich eher Analcim als Albit bilden. Da aber in der Natur der Wassergehalt bei sinkender Temperatur sich erhöht, so dürfte sich der Analcim nicht bei höherer Temperatur bilden, als der Albit.

Vergleicht man die Formel der beiden Verbindungen, so kommt man zu dem Schluß, daß bei der Albitbildung aus Analcim Kieselsäure hinzutreten

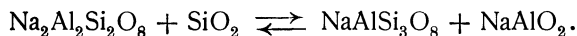
müßte, oder im umgekehrten Falle Kieselsäure ausgeschieden wird. Die Reaktionsgleichung ist¹⁾:



Temperaturerhöhung muß das Gleichgewicht nach rechts verschieben, Druckerhöhung wohl auch nach rechts. J. Lemberg zersetzte durch Lösungen von Natriumcarbonat und Chlornatrium den Albit und erhielt bei 200° Analcim. Offenbar war die Temperatur für die Albitbildung zu niedrig. Es müßten Versuche gemacht werden, um den Einfluß der Konzentration zu erforschen.

Was nun die Albitbildung aus Schmelzen anbelangt, so kann sich dieses Mineral, wie die Synthesen zeigen, nur unter Zuhilfenahme von Kristallisatoren bilden, die Wolframsäure, Molybdänsäure, Phosphorsäure, Borsäure oder deren Salze sein können, doch genügt auch eine reine sehr wenig viskose Silicat-schmelze (vgl. S. 401).

Darüber gibt auch das Vorkommen einigen Aufschluß. Sein Hauptverbreitungsgebiet sind die granitischen Gesteine, die Alkaligranite und Alkalisyenite. Zur Bildung von Albit ist übrigens ein sehr hoher Prozentsatz von Kieselsäure im Gestein nicht unerläßliche Bedingung, obwohl er mehr in sauren Gesteinen vorkommt. Er kommt aber auch in Nephelinsyeniten vor, allerdings mehr in sauren, foyaitischen Magmen. Jedenfalls ist aber das Gleichgewicht zwischen Nephelin und Albit durch folgende Gleichung gegeben²⁾:



Albit kann sich also nur bilden, wenn sich gegenüber dem Nephelin ein Überschuß von Kieselsäure ergibt, daher im allgemeinen sich doch der Albit in saureren Gesteinen ausscheidet.

Ob die Temperatur dabei eine Rolle spielt, damit das Gleichgewicht bei deren Erhöhung sich nach links verschiebt, läßt sich nicht sagen, aber es ist wahrscheinlich, weil Nephelin bei hoher Temperatur gegenüber dem Albit stabiler wird. Umgekehrt läßt sich aus dem Vorkommen schließen, daß bei hohen Drucken die Reaktion nach rechts sich verschiebt, da Nephelin in den Schiefen sich nicht findet und sich in Albit umwandeln würde.³⁾

A. Osann⁴⁾ beschrieb einen Nephelingsneis, welcher wohl ein gepreßter Granit gewesen sein dürfte, da in echten Schiefergesteinen kein Nephelin beobachtet wird.

Bemerkenswert ist das Vorkommen in einigen sauren Ergußgesteinen,²⁾ welches unzweifelhaft allerdings nicht häufig festgestellt zu sein scheint, doch ist die Möglichkeit des Vorkommens von Natronfeldspat in Andesiten und in dem Auswürfling von Quadro Ribeira festgestellt. Da, wie der Versuch von J. Lenarčič zeigt, als Mineralisator eine eisenreiche Schmelze die Albitbildung hervorrufen kann, so ist jedenfalls die Albitbildung möglich und dürfte das seltene Vorkommen nur wegen der großen Viskosität solcher Laven zu erklären sein. Gerade aber die erwähnten sauren Schmelzen dürften reich an Mineralisatoren überhaupt sein.

¹⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **25**, 103 (1906).

²⁾ C. Doelter, ebenda, **25**, 105 (1906). Vgl. auch R. Brauns u. J. Uhlig, N. J. Min. etc., Beil.-Bd. **35**, 212 (1913).

³⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikr. Physiogr. (Stuttgart 1905), 372.

⁴⁾ A. Osann, N. J. B. Min. etc. 1907, II, 109.

In gepreßten Eruptivgesteinen wird sich der Albit erhalten. In den Schiefen ist seine Bildung jedenfalls eine andere, deren Details, wie die der kristallinen Schiefer überhaupt noch unsicher sind.

Natronorthoklas und Natronmikroclin.

Es existiert eine dimorphe monokline Art des Natriumsilicats, welches in Mischungen mit KAlSi_3O_8 vorkommt. Während, wie aus den Analysen hervorgeht, die Albite, welche bezüglich der analysierten Vorkommen meistens nicht Bestandteile von Gesteinen sind, der Kaliumgehalt klein ist und selten über 2% beträgt, so daß die Mischungsverhältnisse zwischen $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$: KAlSi_3O_8 zwischen 90:10 und 100:0 sind, werden wir bei den Orthoklasen sehen, daß das genannte Verhältnis sehr schwankend ist, und daß Orthoklasen und auch Mikrocline vorkommen, welche sehr große Mengen von Natron enthalten. Der Natronmikroclin nähert sich also in seiner Zusammensetzung ganz dem Albit und ebenso der Anorthoklas. Einzelne Vorkommen sind chemisch identisch. Der Anorthoklas wird von manchen für monoklin, von anderen für triklin gehalten. Wäre das letztere richtig, so wäre weder ein chemischer, noch ein kristallographischer Unterschied vorhanden.

Wir behandeln die Mischungsreihe $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ — KAlSi_3O_8 nach den beiden Komponenten $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ und KAlSi_3O_8 , da wir stets die Mischungen der letztbetrachteten Komponente anreihen. Um nicht eine Zerreißung des Stoffes vorzunehmen, wurden daher die Natronorthoklasen (Natronmikrocline), welche ja auch Mischungen sind, nach dem Kalifeldspat behandelt.

Natrium-Aluminiumchlorosilicat (Marialithsilicat).

Das theoretische Silicat $\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}\text{Cl}$ existiert rein in der Natur nicht, da die Marialithe immer eine große Calciumsilicatmenge enthalten und daher bei den Calcium-Natrium-Alumosilicaten (Skapolithgruppe) zu betrachten sind; nur eine einzige Analyse konnte als reines Natrium-Aluminiumsilicat gedeutet werden. Da es jedoch wasserhaltig ist, und auch kein Chlor aufweist, so kann es auch nicht als reines Marialithsilicat gedeutet werden. Ich gebe hier diese Analyse, welche wenig Wert hat:

	1.
Na_2O	12,69
CaO	0,56
Al_2O_3	23,40
Fe_2O_3	Spur
SiO_2	54,60
H_2O	9,03
	100,28

1. Vom Ilmengebirge „Skapolith“; anal. Th. Tschernitcheff, Verh. russ. min. Ges. 17, 266 (1882).

Der eigentliche Marialith, welchen G. vom Rath untersuchte, enthielt ziemlich viel Calciumsilicat, ebenso die unvollständige Analyse von C. F. Rammelsberg:

	2.	3.
Na ₂ O . . .	9,37	—
K ₂ O . . .	1,15	—
CaO . . .	4,63	4,10
MgO . . .	0,31	—
Al ₂ O ₃ . . .	21,82	19,63
SiO ₂ . . .	62,72	61,40
Cl . . .	—	4,00
	100,00	

2. Von der Pianura (Neapel); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **18**, 635 (1866).

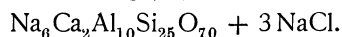
3. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg. Min.-Chem. Erg.-Heft I, 216 (1886).

Eine unvollständige Analyse A. Himmelbauers¹⁾ von ebenda ergab:

CaO	2,74
Al ₂ O ₃	22,66
SiO ₂	59,22

Diese Analyse ergibt wenig Kalk, bezieht sich also auf ziemlich reines Marialithsilicat.

Formel. C. F. Rammelsberg²⁾ gibt die Formel:

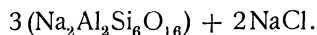


In neuester Zeit hat L. M. Borgström³⁾ den Gehalt verschiedener Skapolithe an Marialithsilicat berechnet. Er berechnet drei Marialithsilicate:

Marialith oder Chloridmarialith	3NaAlSi ₃ O ₈ + NaCl,
Sulfatmarialith	3NaAlSi ₃ O ₈ + Na ₂ SO ₄ ,
Carbonatmarialith	3NaAlSi ₃ O ₈ + Na ₂ CO ₃ .

Darauf wird bei Skapolith zurückzukommen sein.

G. Tschermak⁴⁾ berechnete für das Marialithsilicat die Formel:



Eigenschaften. Vor dem Lötrohre zu weißem Glase schmelzbar. Das beobachtete Anschwellen ist geringer als bei Mejonit. Schmelzpunkt zwischen 1088—1233°. Durch Säuren nicht zersetzbar.

Dichte 2,566. Härte 5,5—6. Glasglanz, wasserhell bis weiß. Durchsichtig. Weiteres siehe unten bei Skapolith.

Kaliumaluminiumsilicate.

Die Zahl der hierher gehörigen Silicate ist zwar eine nicht beträchtliche, aber es sind zum Teil sehr wichtige und sehr verbreitete Mineralien, wie der Orthoklas und der Leucit.

Wir haben hier Orthosilicate, wie den Phakelit und Kaliophililit, den Muscovit, dann Metasilicate, wie den Leucit und endlich Polysilicate, wie den

¹⁾ A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak. **119**, I, 122 (1910).

²⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 216 (1886).

³⁾ L. M. Borgström, Z. Kryst. **54**, 238 (1914).

⁴⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **88**, I, 1142 (1883).

⁵⁾ A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak. **119**, I, 168 (1910).

Orthoklas (Mikroklin). Dann haben wir isomorphe Mischungen des Orthoklas-silicats mit dem Albitsilicat (Anorthoklas, Natronorthoklas).

Hier behandeln wir auch die isomorphen Mischungen von Kalium-orthosilicat mit dem entsprechenden Lithiumsilicat der Glimmer, den Lepidolith oder Lithiumglimmer und den Zinnwaldit, ferner die isomorphen Mischungen von Muscovitsilicat mit dem analogen Natriumsilicat, den Kryophilit.

Kaliophilit (Phakelit).

Synonyma: Kalinephelin, Phacelit, Facellit, Beudantin.

Hexagonal (hemimorph-hemiedrisch) wurde mit Nephelin isomorph erklärt.

$a:c = 1:0,8388$ nach N. Covelli beim Beudantin.

Die beiden Mineralien Phakelit und Kaliophilit wurden früher nicht identifiziert; während heute die Ansicht vorherrscht, sie als identisch zu betrachten. Nach F. Zambonini¹⁾ ist aber auch der Beudantin N. Covellis damit identisch.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na ₂ O . . .	0,37	2,260	1,10	—	—
K ₂ O . . .	29,30	27,20	28,49	22,25	29,72
CaO . . .	—	2,179	1,01	3,07	—
Al ₂ O ₃ . . .	33,33	32,431	29,47	33,07	32,28
Fe ₂ O ₃ . . .	—	—	2,73	—	—
SiO ₂ . . .	37,73	37,445	37,05	40,43	38,00
Cl	—	Spur	—	—	—
Glühverlust .	—	—	1,08	—	—
	100,73	101,515	101,93	98,82	100,00

1. Phakelit vom Vesuv; anal. E. Scacchi, Atti R. Acc. Napoli 1888, 12. Dez.; Z. Kryst. 18, 99 (1891). Vgl. Anmerkung Z. Kryst. ibid. S. 100.

2. Kaliophilit vom Mte. Somma (Vesuv); anal. Br. Mierisch, Tsch. min. Mit. 8, 158 (1887).

3. Von ebenda; anal. Bischof bei Br. Mierisch, 159.

4. Beudantin von ebenda; anal. F. Covelli, Atti R. Acc. Napoli, 21. Nov. 1826.

5. Theoretische Zusammensetzung.

Formel. Da das Verhältnis bei den Analysen $R_2O:Al_2O_3:SiO_2 = 1:1:2$ ist, so ist die Formel: $KAlSiO_4$. Bei der Analyse N. Covellis ist das Verhältnis $1:1:2,07$.

Die Kalkerde ist mit den Alkalien bei der Berechnung vereinigt, wahrscheinlich ist sie als $CaAl_2Si_2O_8$ vorhanden, doch könnte ein Teil des CaO von beigemengtem Kalkstein herrühren.

F. Zambonini²⁾ stellt den Kaliophilit zum Nephelin; da der Eukryptit ebenfalls hexagonal ist, so sind wahrscheinlich die folgenden drei Orthosilicate isomorph:



¹⁾ F. Zambonini, Miner. Vesuv. Napoli. 1910, 179.

²⁾ F. Zambonini, l. c. 180.

Eigenschaften. Dichte 2,4926—2,67. F. Zambonini fand an ganz reinen, durchsichtigen 2,628, welche Zahl sich der A. Breithaupts 2,631 nähert. Härte ca. 6. Basische Spaltbarkeit; durchscheinend bis durchsichtig. Farblos. Optisch einachsig, negativ. Glasglanz.

Mit Säuren gelatinierend.

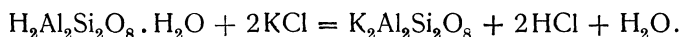
Synthese.

A. Aus Schmelzfluß. Dieses Mineral ist mit dem wiederholt dargestellten Kalinephelin identisch. Es gelang mir, Mischungen von NaAlSiO_4 mit KAlSiO_4 herzustellen, welche mit Nephelin übereinstimmen. Wenn jedoch das Kaliumsilicat überwog, bildete sich Glas, so daß auch das Silicat KAlSiO_4 für sich allein auf dem Wege des Schmelzflusses nicht herstellbar ist.¹⁾

Einen Kalinephelin stellte St. J. Thugutt²⁾ dar, indem er 120 g Kaolin mit 380 g 47%iger Kalilauge durch 77 Stunden bei 190—210° behandelte. Das Produkt war jedoch amorph, in Salzsäure klar löslich. Die Zusammensetzung ist unter (1) gegeben. Als jedoch 5 g Kaolin mit 500 ccm 1%iger Kalilauge behandelt wurden, entstanden breite, in HCl lösliche Nadeln (2), welche die Hauptmasse des amorphen Produktes bedeckten, welches wohl ein Kaliumnatrolith sein dürfte.

	1.	2.
K_2O	29,40	21,20
Al_2O_3	31,95	23,15
SiO_2	37,45	40,94
H_2O	0,90	15,60
	99,70	100,89

Man kann jedoch das Silicat dadurch erhalten, daß man von Kaolin ausgeht. So erhielt A. Gorgeu³⁾ mit Chlorkalium folgende Reaktion:



Eine ähnliche Reaktion erhielt Z. Weyberg,⁴⁾ als er Wolframate, Sulfate und Vanadate zu Hilfe nahm. Er hat zur Herstellung des Kaliumnephelins zahlreiche Versuche ausgeführt und hat namentlich bei folgenden gute Resultate erzielt:

1. Ein Gemenge von Kaolin, Kaliumcarbonat und Kaliumchlorid, nach der Formel $3\text{K}_2\text{CO}_3 + 40\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$ wurde über einem Teclubrenner 12 Stunden lang erhitzt. Er erhielt Kristalle von folgender Zusammensetzung:

	3.
K_2O	30,02
Al_2O_3	32,04
SiO_2	37,93
	99,99

ausdrückbar durch die Formel: $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$.

¹⁾ C. Doelter, Z. Kryst. **9**, 321 (1884).

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **9**, 563 (1895); Z. anorg. Chem. **2**, 133 (1892).

³⁾ A. Gorgeu, Ann. chim. phys. (Serie VI) **10**, 145 (1887).

⁴⁾ Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1908, 395.

2. Eine Mischung $K_2CO_3 + Al_2O_3 + 2SiO_2 + 20K_2SO_4$ im Perrotofen 36 Stunden lang geschmolzen, ergab Prismen, welche gerade auslöschten, vielleicht tetragonal kristallisieren. Die Analyse ergab:

	4.
K_2O	29,08
Al_2O_3	32,50
SiO_2	38,41
	99,99

3. Eine Mischung $K_2CO_3 + H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O + 40KCl$ durch 3 Wochen in der Flamme des Teclubrenners erhalten, ergab ähnliche, optisch aber von den bei früheren Versuchen erhaltenen, verschiedene Kriställchen, welche aber dieselbe Zusammensetzung haben.

4. Durch Zusammenschmelzen von Kaolin mit Kaliumchromat bei niedriger Temperatur ergaben sich außer 12,32—12,54% von Cr_2O_3 , Kristalle eines prismatischen Alumosilicats, welches dem bei Versuch (3) erhaltenen ähnlich ist. Seine Zusammensetzung ist:

	5.
K_2O	29,55
Al_2O_3	32,36
SiO_2	38,00
	99,91

Es ist in verdünnten Säuren löslich.

Aus den Versuchen geht hervor, daß das Silicat $KAlSiO_4$ in zwei Modifikationen kristallisiert, von welchen die erste tetragonal zu sein scheint; sie hat größere Kristallisationsgeschwindigkeit wie die andere. Demnach würde das Silicat $KAlSiO_4$ nicht nur hexagonal, sondern auch tetragonal (auch prismatisch?, wie bei den Versuchen 3 und 4), ferner rhombisch (A. Duboin) kristallisieren, während die von A. Gorgeu¹⁾ erhaltenen regulär sein sollen.

In neuester Zeit hat G. Friedel²⁾ aus Muscovit, welchen er mit einer Lösung von reinem KOH in einer mit Kupfer gefüllten Stahlbombe behandelte, wobei die Temperatur 510—600° war, Kaliumnephelin erhalten. Außer diesem, in kurzen Säulen und nach der Basis tafelig ausgebildeten Kristallen, erhielt er Chloritblättchen und natrolithähnliche Kriställchen. Es hatte sich allerdings auch Eisenoxydhydrat ausgeschieden, welches bei der Analyse mit analysiert wurde. Die Zusammensetzung war:

	1.	2.
δ	—	2,65
Na_2O	0,3	0,9
K_2O	9,3	29,6
MgO	2,1	—
CaO	0,3	—
Al_2O_3	34,6	26,2
Fe_2O_3	5,8	6,6
SiO_2	43,7	37,2
H_2O	4,7	—
	100,8	100,5

¹⁾ A. Gorgeu, Ann. chim. phys. (Serie VI) **10**, 145 (1887).

²⁾ G. Friedel, Bull. Soc. min. **35**, 471 (1912).

1. Analyse des angewandten Muscovits.
2. Analyse des künstlichen Kaliophilits.

Wenn man dem KOH nur 2% Na₂O beimengt, entsteht ein Nephelin, welcher mehr Na₂O als K₂O enthält.

Die von G. Friedel erhaltenen Kristalle waren kurze Prismen mit vorherrschender Basis; bei dickeren Kristallen wurde die Kristallfläche (20 $\bar{2}$ 1) beobachtet. Die Kristalle sind denen des natürlichen Nephelins ähnlich. Doppelbrechung 0,0051; $\delta = 2,65$ zirka.

A. S. Ginsberg erhielt Kaliophililit in Kristallen, deren Zwillingstreifung an Natronanorthit (Carnegieit) erinnert.¹⁾

Er schmolz Pottasche, Tonerde, Kieselsäure und Kaliumsulfat im Verhältnis 1:1:2:20 durch 36 Stunden im Perrotfen und erhielt kleine, gerade auslöschende, optisch negative Nadeln von der Zusammensetzung K₂O · Al₂O₃ · 2SiO₂. Ähnliche erhielt er aus einer Schmelze: 3K₂O · Al₂O₃ · 2SiO₂ · 40KCl. Dagegen erhielt er optisch positive Prismen durch dreiwöchiges Erhitzen einer Mischung von Kieselsäure, Tonerde, Kali und Chlorkalium im Verhältnis 2:1:1:40.

Nach 17 Tagen bildete sich aus derselben Mischung die Verbindung 2K₂O · 2Al₂O₃ · 3SiO₂, welche unter dem Mikroskop sich von der vorhergehenden nicht unterscheiden ließ.

Vor Z. Weyberg hat A. Duboin²⁾ einen Versuch ausgeführt, bei welchem Kieselsäure auf Tonerde unter Zuhilfenahme eines großen Überschusses von Kaliumfluorid einwirkte. Statt Kieselsäure nahm er auch Kieselfluorkalium. Bei kürzerem Erhitzen erhielt er Leucit, bei längerem mehr Kaliumnephelin; beide Mineralien wurden bei demselben Versuch erhalten; daneben ein Kaliumkryolith. Die erhaltenen Kristalle waren baumartig angeordnet; man konnte Kristallzwillinge beobachten, welche an die Aragonitdrillinge erinnern und pseudohexagonal sind; jedoch ist die Kristallform die rhombische mit einem Prismenwinkel von ca. 97°. Die Ebene der optischen Achsen ist (010); 2V ca. 40°. Die spitze Bisektrix ist negativ, senkrecht zu (001). Die Doppelbrechung zeigt folgende Werte:

$$\begin{aligned} N_\gamma - N_\alpha &= 0,008, \\ N_\gamma - N_\beta &= 0,002, \\ N_\beta - N_\alpha &= 0,006. \end{aligned}$$

Die Analyse ergab:

		6.
Kalium	K ₂ O	28,8
	Al ₂ O ₃	32,8
	SiO ₂	37,9
		99,5

Einen Kaliumnephelin stellte auch G. Stein³⁾ durch Zusammenschmelzen der Bestandteile dar.

B. Auf nassem Wege. J. Lemberg⁴⁾ hat eine Anzahl von Versuchen ausgeführt, bei welchen das Silicat KAlSiO₄ erhalten wurde, während bei anderen früheren Versuchen sich das Silicat K₂O · Al₂O₃ · 2SiO₂ · 2H₂O bildete.

¹⁾ A. L. Ginsberg, Z. anorg. Chem. **73**, 277 (1912).

²⁾ A. Duboin, Bull. Soc. min. **15**, 191 (1892).

³⁾ G. Stein, Z. anorg. Chem. **55**, 159 (1907).

⁴⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 966 (1885).

Folgende mit Mineralien unternommene Versuche ergaben das Silicat $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, welches aber nicht immer kristallisiert war.

- a) Eläolith mit Lauge von 64% KOH ergab runde Körner (Anal. 7).
- b) Eläolith mit einer Mischung von KOH, SiO_2 und Wasser bei 200° durch 100 Stunden erhitzt (amorphes Produkt) (Anal. 8).
- c) Anorthit vom Vesuv, 370 Stunden bei 210—215° mit 30% iger KCl-Lösung (Anal. 9).
- d) Hauyn von Niedermendig mit derselben Lauge 200 Stunden erhitzt (Anal. 10).
- e) Kalkcanerinit 540 Stunden mit derselben Lauge erhitzt (Anal. 11).
- f) Ittnerit vom Kaiserstuhl 200 Stunden mit dieser Lauge erhitzt (Anal. 12).
- g) Sodalith von Miasc, mit derselben Lauge 146 Stunden erhitzt (Anal. 13).

Ferner erhielt J. Lemberg ähnliche Resultate mit einer Anzahl von künstlichen Silicaten, wie Canerinit, Noseanhydrat.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
K_2O . .	30,32	29,38	29,22	29,00	29,45	29,55	29,28
Al_2O_3 . .	32,80	31,80	31,92	32,24	32,57	32,33	32,11
SiO_2 . .	36,35	37,60	38,11	38,29	37,43	37,36	37,54
H_2O . .	0,53	0,54	0,75	0,47	0,55	0,82	1,07
	100,00	99,32	100,00	100,00	100,00	100,06	100,00

Bei den Versuchen c) bis f) waren kleine doppelbrechende Säulen erhalten worden, bisweilen gemengt mit sechseckigen Tafeln. Das erhaltene Silicat $KAlSi_4O_{10}$ ist sehr strengflüssig, auch bei den weiteren Versuchen mit künstlichem Canerinit, Noseanhydrat, welche mit derselben Lauge behandelt worden waren, ergab sich dasselbe Resultat.

Die von J. Lemberg erhaltenen Kristalle wurden von A. Lagorio¹⁾ untersucht; sie kommen teilweise in hexagonalen Blättchen vor, sind aber rhombische Individuen, welche nach der Art des Aragonits verzwillingt sind, also wie die von A. Duboin erhaltenen. Die optischen Eigenschaften weisen auf rhombische Symmetrie. Doppelbrechung schwach, auf der Basis 0,001, auf der Prismenfläche 0,006.

Die *c*-Achse ist die erste Bisektrix. Optisch negativ.

Die Übereinstimmung mit den A. Duboinschen Kristallen ist daher sehr groß.

Auf nassem Wege erhielt auch E. Baur²⁾ Produkte, welche er als Kalinephelinhydrat bezeichnete, die aber später als Kalinephelin bezeichnet wurden. M. Schläpfer und P. Niggli³⁾ setzten diese Versuche fort und erhielten Blättchen und Säulen, zum Teil aber nur amorphe Produkte, als sie Tonerde, Kalihydrat und Kieselsäure mit Wasser in einer Bombe bei 470° erhitzen, daneben bildete sich häufig Korund.

Die Identifizierung ihres Produktes mit den J. Lembergschen Produkten nennen sie „gewagt“. Die Identifizierung desselben mit dem Kaliophilit scheint indessen auch keineswegs sicher.

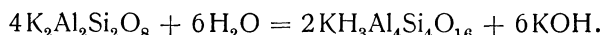
¹⁾ A. Lagorio, Warschauer Naturforscherges. 4. Nov. 1895; siehe Z. Weyberg, l. c. 401.

²⁾ E. Baur, Z. anorg. Chem. **72**, 119 (1911).

³⁾ M. Schläpfer u. P. Niggli, Z. anorg. Chem. **87**, 56 (1914).

Umwandlung. St. J. Thugutt¹⁾ hat mit dem von ihm erhaltenen Kaliumnephelin einige Umwandlungsversuche ausgeführt.

3 g Kaliumnephelin wurden anfangs mit 380 ccm, dann mit 500 ccm Wasser 296 Stunden bei 196—233° behandelt. Während ein analoger Versuch bei Natriumnephelin eine Abspaltung von Natriumaluminat und Bildung von Natrolith und Nakrit ergab, wird der Kaliumnephelin in ein glimmerartiges Silicat und freies Alkali gespalten; das Silicat ist in Säuren schwer löslich. Es tritt durch Einwirkung des freien Alkalis eine Lösung des Kaliumnephelins ein, die Hauptreaktion wird ausgedrückt durch:



Löslichkeit in Wasser. Von 3 g Kaliumnephelin werden durch destilliertes Wasser gelöst:

	1.	2.	3.
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O
Digestion bei 204—216° 97 Stunden lang	0,0264	0,0325	0,1080
" " 196—215° 97 " "	0,0561	0,0585	0,1399
" " 223—233° 102 " "	0,0605	0,0733	0,1714
Summe: 296 " "	0,1430	0,1643	0,4193

Die Zusammensetzung des Gemenges ist unter (4) gegeben, während die Zahlen unter (5) die Zusammensetzung des in kalter, verdünnter Salzsäure unlöslichen Anteils von (4) sind.

	4.	5.
K ₂ O	18,51	7,50
Al ₂ O ₃	34,22	31,80
SiO ₂	40,00	37,31
H ₂ O	7,27	23,39
	100,00	100,00

Der hohe Glühverlust rührt von beigemengter Papierfaser her. Noch weniger als durch Wasser wird durch kohlen säurehaltiges Wasser eine Abspaltung von Tonerde aus dem Kaliumnephelin erzielt. Es gingen nur 0,0325 g von 3,3 g Kali in Lösung. Auch ein Versuch mit Kaliumbicarbonatlösung blieb ergebnislos.

Einwirkung von kieselsauren Alkalien auf künstlichen Kaliophililit (Kaliumnephelin). St. J. Thugutt²⁾ hat Kaliumnephelin mit einer 1⁰/₁₀ igen K₂SiO₃-Lösung durch 108 Stunden bei 192—195° behandelt. Er erhielt breite, gerade auslöschende Nadeln, welche in HCl löslich waren. Ihre Zusammensetzung entspricht dem J. Lembergschen Kali-Laumontit. Durch Behandlung mit gesättigter Chlornatriumlösung erhielt St. J. Thugutt das Produkt (2).

Na ₂ O	—	10,22
K ₂ O	19,87	3,38
Al ₂ O ₃	22,00	22,20
SiO ₂	46,88	49,17
H ₂ O	11,25	15,03
	100,00	100,00

¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 9, 563 (1895).

²⁾ St. J. Thugutt, Mineral.-chem. Stud., Inaug.-Diss. Dorpat 1891, S. 98.

3 g Kalinephelin, einmal mit 2 g, dann mit 50 g K_2SiO_3 und mit 340 ccm Wasser behandelt, bei 187—192° durch 171 Stunden, ergaben folgende Zusammensetzung:

K ₂ O	18,91	27,74	
Al ₂ O ₃	20,35	30,40	
SiO ₂	55,66	40,41	
H ₂ O	5,08	1,45	
	100,00	100,00	

Kaliumzeolithe.

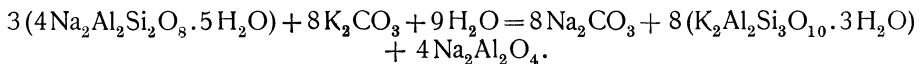
In der Natur kommen diese Verbindungen nicht vor. Man hat jedoch eine Reihe solcher hergestellt, indem man Kalkzeolithe, wie Desmin, Phakelith, Stilbit, Chabasit, mit Chlorkaliumlösung behandelte. J. Lemberg¹⁾ hat zahlreiche derartige Versuche ausgeführt, wobei er die betreffenden Kaliumzeolithe durch Lösungen von Chlorcalcium auch wieder in die ursprünglichen zurückführen konnte.

Die Kaliumzeolithe, welche oben erwähnt wurden, konnte ebenfalls J. Lemberg wieder durch Behandlung mit NaCl-Lösung in analoge Natronzeolithe, also Natron-Desmin, Natron-Stilbit, Natron-Seebachit, Natron-Chabasit und Natron-Phakelith überführen. Um Wiederholungen zu vermeiden, werden diese Kunstprodukte bei den betreffenden Kalkzeolithen behandelt werden.

Im Anschluß an den Kalinephelin (Phakelith) möge hier der verwandte Kaliumnatrolith behandelt werden.

Kaliumnatrolith.

St. J. Thugutt²⁾ erhielt einen solchen als er Nephelinhydrat (s. S. 310) mit der 100fachen Menge 2%iger wäßriger Kaliumcarbonatlösung 96 Stunden bei 186—201° im Digestor erhitzte; da der Prozeß noch nicht zu Ende geführt war, so wurde durch weitere 96 Stunden bei 196—202° erhitzt. Die Reaktion läßt sich durch die Formel ausdrücken:



Der meist aus Globuliten und winzigen Nadelchen bestehende Kaliumnatrolith hat die Zusammensetzung (1), während die theoretische Zusammensetzung unter (2) steht; berechnet nach der Formel: $K_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 3H_2O$.

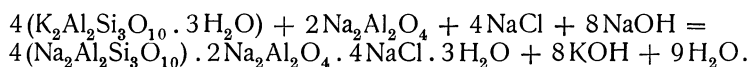
Na ₂ O	0,17	—	
K ₂ O	19,33	21,86	
Al ₂ O ₃	23,98	23,72	
SiO ₂	42,77	41,86	
H ₂ O	13,75	12,56	
	100,00	100,00	

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 973 ff. (1885).

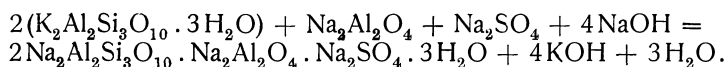
²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **9**, 556 (1895).

Dieser Kalinatrolith¹⁾ wandelt sich bei der Behandlung mit Aluminiumchlorid und Natriumhydroxyd in einen Sodalithhydrat um. Die Versuchsdauer betrug 77 Stunden, die Temperatur war 192—105°.

Die Reaktionsgleichung ist:

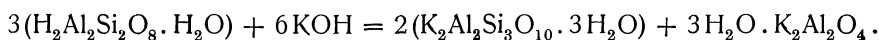


Auch ein Noseanhydrat wurde durch Einwirkung von Natriumalaun, Natriumhydroxyd und Wasser bei 184—190° nach folgender Reaktion erhalten:



Versuche von St. J. Thugutt.²⁾ S. 325 wurde ein Versuch angeführt, bei welchem aus Kaolin durch Behandlung mit 1% iger Kalilauge ein Kalinatrolith erhalten wurde.

St. J. Thugutt erhielt Kalinatrolith, als er 2 g Kaolin von Karlsbad mit 190 ccm 3% iger Kalilauge 173 Stunden bei 192—202° erwärmte. Die Reaktion ist folgende:



Die Analyse des Produktes ergab:

	1.	2.
K ₂ O	18,91	21,31
Al ₂ O ₃	24,98	23,13
SiO ₂	43,07	42,63
H ₂ O	13,04	12,93
	100,00	100,00

1. Kalinatrolith mit Kaolin gemengt.

2. Der nach Abzug von Kaolin bleibende Rest auf 100 berechnet.

Darstellung von Kaliumzeolithen aus Kaolin. St. J. Thugutt³⁾ behandelte Kaolin mit 0,6% iger Lösung von K₂SiO₃ durch 384 Stunden bei 192—195°; er erhielt Kristallnadeln, welche dem von J. Lemberg dargestellten Kaliphilipsit nahe stehen; in einem zweiten Falle erhielt er ein amorphes Produkt.

	3.
K ₂ O	20,80
Al ₂ O ₃	22,55
SiO ₂	44,90
H ₂ O	11,75
	100,00

Das im zweiten Falle erhaltene amorphe Produkt steht der Formel K₂O · Al₂O₃ · 4SiO₂ · 2H₂O nahe.

Ferner behandelt u. a. derselbe Autor Kaolin mit KOH und K₂SiO₃ und Wasser durch 97 Stunden bei 190—210°. Er erhielt Kristallnadeln und in einem zweiten Falle zu Garben vereinigte Nadeln (3).

¹⁾ N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 9, 576 (1895).

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 9, 563 (1895).

³⁾ St. J. Thugutt, Mineral.-chem. Stud., Inaug.-Diss. Dorpat 1891, S. 96—103.

	2.	3.
K ₂ O	24,60	21,27
Al ₂ O ₃	26,69	23,08
SiO ₂	40,47	44,18
H ₂ O	8,24	11,47

Das Produkt (3) steht dem von J. Lemberg aus 1 Mol. Al₂O₃ und 5 Mol. K₂SiO₃ in 10 % iger Lösung dargestellten Produkt, dann dem aus Skapolith und Skolecit durch Behandlung mit 18 % iger Kaliumcarbonatlösung dargestellten nahe.

St. J. Thugutt hatte einen Kalichabasit aus Chabasit von Nalsö dargestellt, welchen er durch Behandlung mit verdünnter Chlornatriumlösung in Natronchabasit umwandelte. In konzentrierter Lösung bildet sich dagegen Analcim.

Glimmerreihe.

Hierher gehören das Kaliumaluminiumorthosilicat, der Muscovit, dann die isomorphen Mischungen mit dem analogen Natriumsilicat (Paragonit) und die isomorphen Mischungen mit dem Lithiumorthosilicat: Lepidolith, Zinnwaldit, welch letzterer auch ein analoges Eisenoxydsilicat enthält, während der Kryophillit eine isomorphe Mischung von Kalium-Natrium und Lithiumsilicat darstellt.

Die genannten drei lithiumenthaltenden Orthosilicate sind fluor- und hydroxylhaltig, doch empfiehlt es sich, alle diese Glimmerminerale zusammen zu betrachten, denn auch die Muscovite sind, wie namentlich die neueren Analysen zeigen, fluorhaltig, wenn auch der Gehalt an Fluor geringer ist, wie bei den genannten Lithiumsilicaten.

Der Begriff Glimmer ist ein kristallographischer und schließt monokline Mineralien von höchst vollkommener Spaltbarkeit nach einer Richtung (basisches Pinakoid), mit einem Achsenwinkel β von ungefähr 95° und gewissen physikalischen Eigenschaften ein, welche Mineralien chemisch untereinander bedeutende Unterschiede zeigen. Das Achsenverhältnis ist, soweit es bestimmt werden konnte, ziemlich dasselbe (vgl. bei Muscovit).

Man kann unterscheiden Alkali-Aluminiumglimmer, Alkali-Ferriglimmer, Kalkglimmer und Magnesiaeisenglimmer.

In allen ist Eisenoxyd und Eisenoxydul vorhanden, jedoch herrscht das Eisenoxyd gegenüber der Tonerde niemals vor.

In den meisten Glimmern kommen mehrere ein- oder zweiwertige Metalle vor, seltener nur eines. Die Namen Natronglimmer, Lithiumglimmer sind insofern nicht richtig, als neben den im Namen hervorgehobenen Metallen auch Kalium vorkommt, so daß es isomorphe Mischungen von Natriumsilicaten mit Lithiumsilicaten und Kaliumsilicaten sind. Auch im Biotit kommt, allerdings mehr untergeordnet, Kalium vor.

Man kann folgende Übersicht geben:

Lithiumglimmer enthält: Li, Na, K, dann Al und in manchen Zinnwalditen auch viel Fe.

Natronglimmer enthält: Na und K, dann Al.

Kaliglimmer enthält: K, Na, ferner Al.

Kalkglimmer enthält: Ca, dann Al, wenig Fe.

Magnesiaglimmer enthält: vorwiegend Mg, weniger Fe, untergeordnet K und Na, ferner Al mit mehr oder weniger Fe.

Muscovit (Kaliumglimmer).

Synonyma: Adamsit, Damourit, Didymit, Amphilogit, Phengit, Leukophyllit, Pyknophyllit, Sericit, Margarodit, Metasericit. Ein bariumhaltiger Kaliglimmer ist der Öllacherit.

Chromhaltige Kaliglimmer sind der Chromglimmer und der Fuchsit. Der Onkosin, ein Zersetzungsprodukt, wird zum Teil zum Kaliglimmer gestellt.

Monoklin-holoedrisch. Achsenverhältnis der sämtlichen Glimmer ist nach G. Tschermak: $a:b:c = 0,5777:1:2,1932$, $\beta = 95^{\circ}2'$, während A. Laspéyres das Achsenverhältnis $0,5777:1:1,1583$, mit dem Winkel $\beta = 109^{\circ}25'$ annahm.

Analysenzusammenstellung und Einteilung der Analysen.

Die Anordnung der Analysen erfolgt derart, daß zuerst diejenigen, welche einen sehr geringen Eisenoxydgehalt (unter 2%) besitzen, von jenen, welche einen hohen Eisengehalt aufweisen, getrennt wurden, die einen geringeren Gehalt an Magnesia aufweisenden innerhalb dieser Gruppen von solchen, welche reich an Magnesia sind, geschieden wurden. Einzelne Glimmer zeigen einen merklichen Gehalt an Chromoxyd. Solche Muscovite wurden unter besonderen Namen wie Chromglimmer, Fuchsit angeführt und es erscheint ihre besondere Anführung wünschenswert; ferner haben wir bariumhaltige Glimmer abgetrennt.

Eine Einteilung nach optischen Merkmalen, soweit diese nicht mit den genannten chemischen Verschiedenheiten sich decken, wurde nicht vorgenommen.

Besondere Beachtung verdienen die Muscovite mit höherem Kieselsäuregehalt, welche G. Tschermak unter dem von F. v. Kobell gegebenen Namen „Phengit“ besonders ausgeschieden hat.

Die Anordnung der Analysen ist demnach folgende:

1. Muscovite mit niedrigem Gehalt an Eisenoxyd.
2. Mit höherem Gehalt an Eisenoxyd.
3. Mit viel Eisenoxydul.
4. Mit ungewöhnlichem Gehalt an Magnesia.
5. Chromhaltige Muscovite.
6. Muscovite mit hohem Gehalt an Kieselsäure (Phengite).
7. Bariumhaltige Muscovite.

Die Abgrenzung ist naturgemäß keine scharfe, selbst bei den sonst gut charakterisierten Phengiten ist die Abgrenzung manchmal nicht einfach durchführbar. Was den Eisengehalt anbelangt, so ist es jedenfalls zweckmäßig, diejenigen, welche einen sehr geringen Eisenoxydgehalt besitzen, besonders anzuführen. Auch durch besonderen Gehalt an Eisenoxydul gekennzeichnete Muscovite, welche wenig zahlreich sind, sollen hervorgehoben werden, wobei allerdings zu bemerken wäre, daß eine Trennung der Oxyde des Eisens nicht immer ausgeführt wurde.

A. Muscovite ohne Gehalt an Eisenoxyd.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
δ . . .	—	—	2,847	—	—	—	—
Li ₂ O . . .	—	—	—	—	—	—	0,20
Na ₂ O . . .	1,01	—	— ¹⁾	4,25	0,90	2,82	1,43
K ₂ O . . .	6,05	3,07	— ¹⁾	12,08	10,70	2,30	9,95
MgO . . .	0,50	2,41	—	0,68	0,38	0,14	—
CaO . . .	0,27	2,63	0,79	0,92	—	0,30	—
MnO . . .	—	—	—	—	—	—	0,06
FeO . . .	—	—	Spur	—	—	0,21	—
Al ₂ O ₃ . . .	34,70	37,96	35,61	36,03	37,15	46,19	37,42
Fe ₂ O ₃ . . .	Spur	—	Spur	Spur	—	—	Spur
SiO ₂ . . .	53,01	48,74	43,61	45,90	45,54	44,52	45,63
F . . .	—	—	—	—	—	0,40	0,77
H ₂ O . . .	4,67	5,45	7,00	—	4,80	3,74	4,43
CO ₂ . . .	—	—	—	0,69	—	—	—
	100,21	100,26		100,55	100,26 ²⁾	100,62	99,89
ab O = F ₂						0,16	0,32
						100,46	99,57

1. Sericit aus einem Glaukophangestein von Otakisan bei Chichibu (Japan); anal. Takayama bei R. Koto, J. Coll. of Univ. Tokyo Japan 2, 77 (1888); Z. Kryst. 17, 421 (1890).

2. Von Dobrawa bei Unterdrauburg mit Turmalin; anal. F. Bořický bei V. v. Zepharovich, Sitzber. Wiener Ak. 54, 287.

3. Unvollständige Analyse eines dichten ledergelben Muscovits (Pfeifenkopf); anal. van Riesen bei E. Cohen, Naturw. Ver. Neuvorpommern und Rügen 1886, 77.

4. Von Wakefield (Canada); anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc. 1885, 20; Z. Kryst. 12, 491 (1887). Dieser Muscovit ist vermutlich aus Nephelin entstanden.

5. Wahrscheinlich eine ähnliche Pseudomorphose von der Rochelle Mine, Wyoming; anal. W. F. Hillebrand, siehe F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 286 (1910).

6. Von Stoneham (Maine); anal. J. E. Whitfield bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 27 und Nr. 419, 286 (1910). Die Zusammensetzung entspricht nicht dem Paragonit.

7. Gelber Muscovit, Mesa Grande, S. Diego Co. (Calif.); anal. W. T. Schaller bei F. W. Clarke, wie oben.

Besondere Stellung hat folgender vollkommen eisenfreier Kaliglimmer infolge seines höheren Kalkgehalts und verhältnismäßig geringeren Kaligehalts.

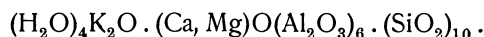
	8.
Na ₂ O	Spur
K ₂ O	6,79
MgO	0,29
CaO	2,54
Al ₂ O ₃	42,16
SiO ₂	43,09
H ₂ O	5,11
	99,98

¹⁾ Nicht bestimmt.

²⁾ Cr₂O₃ = 0,79%.

8. Umwandlungsprodukt des Andalusits (siehe dort Analyse Nr. 6) vom Scalettapaß (Graubündten); anal. A. Gramann, Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich 44, 302 (1899); Z. Kryst. 35, 409 (1902).

Aus der Analyse wird die Formel berechnet:



Muscovite mit kleinem Gehalt an Eisenoxyd (bis ca. 2⁰/₀).

	9.	10.	11.	12.	13.
Na ₂ O	2,41	0,41	1,76	1,14	1,77
K ₂ O	9,77	10,38	8,86	10,00	7,84
MgO	—	0,32	—	—	0,46
CaO	0,10	—	Spur	—	0,44
MnO	Spur	—	Spur	0,10	—
FeO	1,07	—	—	0,20	0,48
Al ₂ O ₃	35,70	34,96	35,61	37,35	36,58
Fe ₂ O ₃	1,09	1,59	—	1,29	0,51
SiO ₂	44,39	46,54	46,61	44,17	46,51
F	0,72	—	—	0,90	—
H ₂ O bis 100 ⁰	5,88	0,71	6,50	1,06	5,14
H ₂ O über 100 ⁰		4,72		4,67	
	101,13	99,63	99,34	100,88	99,73
ab O=F ₂	0,30			0,37	
	100,83			100,51	

9. Hatch Farm, Auburn (Maine); anal. R. B. Riggs bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. US. Nr. 419, 286 (1910).

10. Grünlich, von ebenda; anal. E. A. Schneider, wie oben.

11. Umgewandelter Muscovit, Mt. Mica, Paris (Maine); anal. F. W. Clarke, wie oben.

12. Weiß von Miasc (Ural); anal. F. W. Clarke u. E. A. Schneider, Am. Journ. 43, 378 (1892).

13. Auf Doleritklüften von N. Wales; anal. A. Houtchinson u. W. Campbell-Smith, Min. Mag. 16, 264 (1912).

	14.	15.	16.	17.	18.	19.
Li ₂ O	0,37	—	—	—	—	—
Na ₂ O	0,21	0,85	—	0,58	0,80	0,58
K ₂ O	11,10	9,08	9,76	10,05	10,40	10,49
MgO	—	0,33	Spur	0,30	0,55	0,54
CaO	0,20	1,07	0,68	—	0,31	0,74
MnO	0,25	0,08	—	—	—	—
FeO	0,74	2,76	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	36,84	32,86	37,45	39,06	37,65	36,30
Fe ₂ O ₃	0,48	0,74	1,70	1,48	0,59	0,83
SiO ₂	44,08	43,08	42,60	43,03	45,86	45,73
F	0,19	—	—	—	—	—
H ₂ O	6,15	9,12	5,20	5,40	4,74	5,17
	100,61	99,97	97,39	99,90	100,90	100,38

14. Von Schüttenhofen; anal. R. Scharizer, Z. Kryst. 13, 460 (1888).

15. Von Ben Capval (Schottl.); anal. F. Heddle, Z. Kryst. 5, 626 (1882).

16. Insel Nikaria; anal. B. Smith, Am. Journ. 15, 210 (1853).
 17. Unionville (Penns.); anal. F. König bei F. A. Genth, Am. phil. Soc. 19. Sept. 1873, 26.
 18. Von ebenda; anal. wie oben.
 19. Von ebenda; anal. F. A. Genth, wie oben.

	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Li ₂ O	0,30	0,19	—	—	—	—	—
Na ₂ O		0,62	1,36	1,20	0,49	1,44	—
K ₂ O	9,80	8,81	9,29	10,32	9,68	6,69	—
MgO	0,26	0,38	0,85	0,17	0,65	2,00	Spur
CaO	—	0,21	—	0,09	0,99	0,05	3,01
MnO	1,05	—	—	1,18	0,75	—	—
FeO	—	1,28	—	—	1,43	—	—
(CuO).	—	—	0,03	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	36,83	36,72	36,76	37,59	35,15	37,17	40,61
Fe ₂ O ₃	0,51	0,95	1,13	—	—	2,18	1,30
SiO ₂	47,02	45,57	45,58	45,28	46,81	45,72	42,80
F	0,52	0,15	—	—	—	—	—
H ₂ O	3,90	5,05	5,16	4,12	5,25	6,79	—
	100,19	99,93	100,16 ¹⁾	99,95	101,99 ²⁾	102,04	—

20. Goshen (Massach.); anal. C. F. Rammelsberg, Miner.-Chem. 1875, 514.
 21. Bengalen; anal. Blau, Tsch. min. Mit. Beil. k. k. geol. R.A. 1873, 32.
 22. Sericit von Werlau a. Rh.; anal. Fraatz bei A. v. Grodeck, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 2, 90 (1883).
 23. Forst bei Meran; anal. A. Schwager bei K. Oebbeke, Z. Kryst. 11, 257 (1886).
 24. Grindelwald-Gletscher; anal. F. Fellenberg, N. JB. Min. etc. 1867, 363.
 25. Fetlar (Schottl.); anal. F. Heddle, Z. Kryst. 5, 626 (1882).
 26. Gumugh-Dagh (Kleinas.); anal. L. Smith, Am. Journ. 15, 210 (1855).

	27.	28.	29.	30.	31.
δ	2,830	—	—	—	—
Na ₂ O	0,79	0,50	0,88	5,16	—
K ₂ O	9,22	8,33	10,50	3,94	—
MgO	0,71	2,12	0,34	0,62	0,70
CaO	0,46	0,26	—	1,01	—
FeO	1,07	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	36,57	29,72	37,10	43,00	42,40
Fe ₂ O ₃	1,19	1,40	1,30	1,30	1,60
SiO ₂	45,71	52,59	45,73	40,29	39,64
F	0,12	—	—	—	—
H ₂ O	4,83	4,39	4,48	5,00	—
	100,67	99,31	100,33	100,32	—

27. Ostindien; anal. L. Sipöcz, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1873, 31.
 28. Pikes Peak (Color.); anal. W. F. Hillebrand bei Whitm. Cross u. W. F. Hillebrand, Am. Journ. 26, 281 (1883).
 29. Unionville (Penns.); anal. F. König bei F. A. Genth, Am. Phil. Soc. 19. Sept. 1873, 26 (vgl. Analyse 17).
 30. Euphyllit von Unionville (Penns.); anal. L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. 15, 209 (1853).
 31. Auburn (Maine); anal. R. B. Riggs bei F. W. Clarke, Am. Journ. 32, 356 (1883).

¹⁾ Phosphorsäure: Spur.
²⁾ 0,79% BaO.

	32.	33.	34.
δ	—	2,783	—
Na ₂ O	0,90	0,75	0,98
K ₂ O	9,98	7,66	9,26
MgO	—	0,89	2,56
CaO	0,60	0,95	0,95
Al ₂ O ₃	39,57	37,70	30,63
Fe ₂ O ₃	1,02	1,98	1,72
SiO ₂	43,69	45,77	46,85
TiO ₂	—	—	2,53
H ₂ O	4,97	4,51	5,23
	100,73	100,21	100,71

32. Damourit aus dem Urkalk von Tabor (Böhmen); anal. K. Preis, Sitzber. böhm. Ak. 1897, Nr. 19; Z. Kryst. **31**, 526 (1899).

33. Aus Sericitschiefer von Montrambert (Loire); anal. G. Friedel, Bull. Soc. min. **21**, 135 (1898).

34. Stark titanhaltiger Muscovit aus Sericitschiefer; Kamm zwischen Rogacz und Smerek (Tátra); anal. Z. Weyberg, nach N. Jb. Min. etc. 1912, I, 397.

B. Muscovite mit Eisenoxydgehalt von 2 bis zirka 4%.

	35.	36.	37.
δ	2,88	—	—
Li ₂ O	—	—	Spur
Na ₂ O	0,54	0,54	1,31
K ₂ O	8,58	8,54	10,03
MgO	0,25	0,25	0,27
CaO	0,55	0,55	—
Al ₂ O ₃	35,95	35,78	34,85
Fe ₂ O ₃	3,13	3,11	1,95
SiO ₂	47,97	47,73	46,42
H ₂ O	4,53	4,50	—
H ₂ O bei 105°	—	—	} 5,09
H ₂ O 250–300°	—	—	
	101,50	101,00	99,92

35. u. 36. Beide von Tetschen, Sericit aus Sericitschiefer; anal. E. Hibsich, J. k. k. geol. R.A. **41**, 235 (1891).

37. Von Biauchaud (Puy de Dôme); anal. Ph. Barbier u. F. Gonnard, Bull. Soc. min. **33**, 77 (1910).

	38.	39.	40.	41.	42.	43.
Na ₂ O	2,00	—	3,34	1,44	0,42	1,44
K ₂ O	10,25	13,91	6,52	6,69	10,71	10,68
MgO	0,94	0,42	2,67	2,00	1,58	0,36
CaO	0,98	—	1,25	0,05	—	0,90
MnO	—	—	—	—	—	0,20
FeO	3,10	—	0,51	—	2,00	0,30
Al ₂ O ₃	30,26	28,69	29,37	37,17	33,40	35,36
Fe ₂ O ₃	2,43	2,89	2,38	2,18	2,78	3,52
SiO ₂	47,95	49,27	48,89	45,72	45,21	44,64
F	—	4,77	—	—	0,94	—
H ₂ O	2,85	—	4,63	6,79	4,28	2,80
	100,76	99,95	99,56	102,04	101,32	100,20

38. Kornberg, Fichtelgeb.; anal. Böttger bei Fr. Sandberger, Sitzber. Bayr. Ak. 1888, 461.
 39. Striegau (Schlesien); anal. Riepe bei G. vom Rath, Sitzber. Niederrh. Ges. Bonn 1879, 383.
 40. Pyknophyllit vom Kohlgraben bei Aspang (N.-Österr.); anal. G. Starkl, J. k. k. geol. R.A. **33**, 646 (1883).
 41. Damourit von Fen (Norw.); anal. G. Knutsen, Nyt. Mag. f. Naturw. **26**, 195; Z. Kryst. **6**, 514 (1882). Summe im Original unrichtig.
 42. Von Ytterby; anal. C. F. Rammelsberg, Wied. Ann. **9**, 123 (1880).
 43. Von ebenda; anal. S. Haughton, Quart. J. geol. Soc. Dublin **20**, 280.

	44.	45.	46.	47.	48.	49.
δ	—	—	—	—	2,702	—
Na ₂ O	0,87	0,71	—	} 10,77	—	—
K ₂ O	10,16	9,40	9,70		0,84	9,31
MgO	0,83	0,34	1,73		—	8,62	0,60
CaO	0,40	—	—	3,93	0,05	0,27
MnO	—	—	—	0,45	1,35	0,67
FeO	—	—	2,02	—	—	—
Al ₂ O ₃	34,83	35,93	32,50	26,48	37,08	29,67
Fe ₂ O ₃	2,94	2,93	3,07	3,67	2,75	4,03
SiO ₂	45,57	45,62	47,69	50,09	42,76	49,73
F	—	—	0,19	—	—	—
H ₂ O	5,30	4,93	4,08	4,61	7,40	5,35
	100,90	99,86	100,98	100,00	—	99,63

44. Unionville (Penns.); anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc. 19. Sept. 1873, 26.
 45. Culsagee Mine (N. Carol.); anal. G. König bei F. A. Genth, wie oben.
 46. Aschaffenburg; anal. C. F. Rammelsberg, Wied. Ann. **9**, 123 (1880).
 47. Klein-Pischingbachtal (N.-Österr.); anal. G. Starkl, J. k. k. geol. R.A. **33**, 646 (1883).
 48. Aus Pegmatit, Frath bei Bodenmais; anal. J. Thiel, In.-Diss. Erlangen 1891; Z. Kryst. **23**, 296 (1894).
 49. Kossoi-Brod (Ural); anal. L. Iwanoff, Bull. Soc. Natur. Moscou **16**, 507 (1902); Z. Kryst. **39**, 623 (1903).

	50.	51.	52.	53.	54.	55.
Na ₂ O	0,72	—	1,95	0,71	1,58	—
K ₂ O	11,67	10,37	8,57 ¹⁾	8,71	10,36	7,83
MgO	0,90	1,18	—	0,58	0,42	0,25
CaO	0,49	1,02	—	0,68	—	0,52
MnO	—	—	—	—	0,52	—
FeO	1,76	0,92	0,55	—	—	—
Al ₂ O ₃	32,92	32,56	36,70	34,65	35,48	38,10
Fe ₂ O ₃	2,05	1,55	2,10	1,86	1,86	3,50
SiO ₂	45,36	46,74	43,67	46,95	45,75	43,62
TiO ₂	—	1,52	0,35	—	1,32	—
H ₂ O	4,13	3,55	5,50	5,58	2,50	5,51
	100,00	99,41	99,39	99,72	99,79	99,33

¹⁾ Mit Spuren von Cs und Rb.

50. Sericit von Hallgarten; anal. A. Laspeyres, Z. Kryst. **4**, 229 (1881); siehe auch Analyse von der Marck Nr. 106.
 51. Von Halsbrücke; anal. A. Becker, Z. Kryst. **17**, 131 (1891).
 52. Von Schüttenhofen (Mähren); anal. R. Scharizer, Z. Kryst. **13**, 460 (1888).
 53. Von Brevik (Norw.); anal. F. Pisani, C. R. **22**, 1324 (1866).
 54. Von Utö (Schweden); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **18**, 809 (1866).
 55. Von Kulah (Kleinas.); anal. L. Smith, Am. Journ. **15**, 210 (1853).

	56.	57.	58.
Na ₂ O	1,41	0,54	1,67
K ₂ O	8,33	10,39	9,40
MgO	1,86	2,01	0,70
CaO	—	—	0,28
Al ₂ O ₃	33,66	32,39	34,90
Fe ₂ O ₃	2,36	2,54	2,50
SiO ₂	45,40	46,60	42,70
TiO ₂	1,10	—	1,80
F	0,69	—	—
H ₂ O	5,46	4,81	6,46
	100,27	99,28	100,41

56. Hiddenit-Mine, Stony Point (N. Carol.); anal. F. W. Clarke, Am. Journ. **34**, 132 (1887).
 57. Unionville (Penns.); anal. Th. M. Chatard bei F. A. Genth, Am. Phil. Soc. 1. Sept. 1873, 26.
 58. Aus Sericitschiefer vom Kamme zwischen Walowice und Osabita (westl. Tatra); anal. Z. Weyberg, nach N. Jb. Min. etc. 1912, I, 398 (Summe stimmt nicht).

Hierher können wir auch die folgenden Analysen mit hohem Titangehalt stellen:

	59.	60.	61.	62.	63.	64.
Li ₂ O	—	—	—	—	Spur	Spur
Na ₂ O	1,70	1,89	3,49	2,43	2,42	2,41
K ₂ O	9,50	9,23	10,05	9,98	5,89	6,09
MgO	Spur	Spur	0,86	Spur	0,21	Spur
CaO	0,69	0,18	1,06	0,29	0,63	0,53
MnO	—	—	—	—	Spur	Spur
FeO	—	—	—	—	—	0,18
Al ₂ O ₃	30,64	28,35	31,57	33,94	34,32	37,40
Fe ₂ O ₃	2,03	2,60	2,63	0,95	3,18	2,32
SiO ₂	38,85	45,36	42,27	41,27	46,93	46,66
TiO ₂	3,94	2,70	} 2,66	1,67	—	—
ZrO ₂	—	—				
H ₂ O	13,27	9,99	6,07	9,39	5,83	4,98
	100,62	100,30	100,66	99,92	99,41	100,57

59. Von Kasprowa (Tatra), aus Granit; anal. L. Gorazdowski, Pamietnik. Fyzyograf. **15** (1898); nach Ref. Z. Kryst. **33**, 656 (1900). Summe im Ref. falsch.
 60. Von Weitowiec, aus Granit; anal. wie oben.
 61. Von Lomnitz, aus Granit; anal. wie oben.
 62. Aus Gneis von Baniaste; anal. wie oben, enthält sehr wenig Eisen.

63. Von Zweževo (Kroatien); anal. Fr. Tučan, Ber. kroat. naturw. Ges., Agram 19 (1607); nach N. JB. Min. etc. 1910, II, 39.

64. Aus dem Bach Križevac (Kroatien); anal. wie oben.

	65.	66.	67.	68.	69.	70.
δ	—	—	2,84	2,88	—	—
Li ₂ O	—	—	0,12	—	—	—
Na ₂ O	1,57	1,49	2,08	1,01	1,87	1,70
K ₂ O	11,06	10,73	7,89	7,77	9,06	10,18
MgO	0,36	0,10	1,59	3,53	2,72	2,30
CaO	Spur	0,22	0,64	0,86	—	—
MnO	0,58	0,51	0,38	0,16	—	—
FeO	4,25	3,96	0,89	1,07	3,88	6,55
Al ₂ O ₃	33,32	33,96	35,74	33,58	28,30	25,96
Fe ₂ O ₃	—	—	3,65	5,64	1,02	1,76
SiO ₂	45,19	45,34	44,12	44,44	47,69	47,72
TiO ₂	—	—	0,21	0,23	0,11	0,18
F	—	—	0,20	0,46	—	—
H ₂ O	4,48	4,78	2,88	2,04	4,07	3,42
	100,81	101,09	100,39	100,79	98,72	99,77
ab O = F ₂			0,08	0,19		
			100,31	100,60		

65. Graugrün, kompakt, Stoneham (Maine); anal. T. M. Chatard bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. 419, 286 (1910).

66. Mit Dumortierit, Skamania Co. (Washington); anal. T. M. Chatard, wie oben.

67. Graulich, von der Villeneuve Glimmergrube, Ottawa Co. (Canada); anal. J. E. Eggleston, Tr. R. Soc. Canada, 10 (1), Sekt. III, 1904, 57; Z. Kryst. 42, 388 (1907).

68. Bräunlich, von Brassard Township, Berthier Co. (Canada); anal. wie oben.

69. u. 70. Beide vom Rheinwaldhorn; anal. E. A. Wülfing, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 19, 2435 (1886).

	71.	72.	73.
δ	2,879	2,890	2,874
Na ₂ O	3,01	2,00	3,00
K ₂ O	9,47	9,79	10,50
CaO	0,13	Spur	—
FeO	1,14	1,04	1,07
Al ₂ O ₃	34,02	32,45	33,41
Fe ₂ O ₃	2,51	5,74	3,05
SiO ₂	44,52	43,80	45,18
F	Spur	—	Spur
H ₂ O	4,72	4,93	4,22
	99,52	99,75	100,43

71. Syenite Ridge (Pennsylvania); anal. J. Eyerman, Miner. von Pennsylv. II; nach Z. Kryst. 54, 97 (1914).

72. u. 73. Beide von Jakob Swaine's Farm, Easton (Penns.); anal. wie oben.

C. *Muscovite mit beträchtlichem Eisengehalt.*

	74.	75.	76.	77.	78.
Na ₂ O . . .	2,01	2,27	0,78	2,56	1,52
K ₂ O . . .	6,09	6,94	10,74	7,84	10,57
MgO . . .	2,60	1,70	2,97	0,72	Spur
CaO . . .	0,60	0,79	1,25	0,62	0,37
MnO . . .	0,82	0,02	—	0,03	—
FeO . . .	—	—	—	—	1,57
Al ₂ O ₃ . . .	30,30	29,65	23,69	29,90	29,98
Fe ₂ O ₃ . . .	6,87	8,33	6,84	7,87	7,62
SiO ₂ . . .	45,42	45,43	49,34	45,10	42,70
F . . .	1,06	—	—	—	—
H ₂ O . . .	5,01	5,29	4,40	5,51	4,96
	100,78	100,42	100,01	100,15	99,29

74. u. 75. Beide von Vanlup (Schottl.); anal. F. Heddle, Tr. R. Soc. Edinburgh; ref. Z. Kryst. **5**, 626 (1881).

76. Von Syra; anal. H. v. Foullon, J. k. k. geol. R.A. **37**, 1 (1887).

77. Margarodit von Botriphnie (Schottl.) Bannffshire; anal. F. Heddle, wie oben.

78. Griqualand, dicht, anal. van Riesen bei E. Cohen, Naturw. Ver. Neuvorpommern und Rügen 1886, 77 (vgl. Analyse 3).

	79.	80.	81.	82.	83.	84.
δ	2,72	—	—	—	—	—
Li ₂ O	—	—	—	—	0,21	Spur
Na ₂ O	1,44	0,11	0,50	0,3	0,59	1,92
K ₂ O	5,57	9,84	10,28	9,3	8,00	7,31
MgO	0,94	0,34	1,16	2,1	—	—
CaO	0,35	—	—	0,3	—	0,54
MnO	—	0,11	Spur	—	—	—
FeO	2,98	—	—	—	3,90	0,58
Al ₂ O ₃	30,39	31,95	29,81	34,6	32,69	28,70
Fe ₂ O ₃	4,42	6,55	6,10	5,8	4,75	7,24
SiO ₂	46,54	44,23	44,93	43,7	44,19	47,72
TiO ₂	—	—	1,05	—	—	—
F	0,58	—	0,22	—	0,93	—
Glühverl. . .	5,31	6,36	6,26 ¹⁾	4,7	3,85	6,34
	98,52	99,49	100,31	100,8	99,11	100,35
ab O = F ₂ . .			0,09			
			100,22			

79. Sekundärer Muscovit von Epprechtstein (Fichtelgeb.); anal. V. Dürrfeld, Z. Kryst. **46**, 579 (1909).

80. Tanokami-Yama (Japan); anal. T. Wada, Min. v. Japan, 1906, 53; Z. Kryst. **45**, 317 (1908).

81. Aus Quarzschiefer isoliert, Shoosmakers Quarry, Green Spring Valley (Maryland); anal. E. A. Schneider, siehe F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 286 (1910).

¹⁾ Davon 1,38% bis 100; 4,88% über 100.

82. Handelsware, Fundort unbekannt; anal. G. Friedel, Bull. Soc. min. **35**, 476 (1912).

83. Brancheville (Conn.); anal. C. F. Rammelsberg, N. JB. Min. etc. 1885, II, 227.

84. Aus dem Bach Krajcinovica (Kroatien); anal. Fr. Tučan, Ber. kroat. naturw. Ges. Agram, nach N. JB. Min. etc. 1910, II, 39.

	85.	86.	87.	88.	89.	90.
Na ₂ O	0,49	—	0,74	—	—	0,50
K ₂ O	10,36	6,07	10,26	10,90	9,63	11,19
MgO	0,71	0,59	1,30	1,40	0,80	0,75
CaO	0,48	0,43	—	—	—	0,17
FeO	—	—	0,61	—	1,53	—
Al ₂ O ₃	34,12	35,70	30,60	35,17	35,10	29,01
Fe ₂ O ₃	3,45	4,31	4,81	4,62	4,00	5,56
SiO ₂	45,71	47,60	47,13	43,41	46,74	49,04
F	—	4,04	0,64	—	1,05	—
H ₂ O	4,67		4,78	4,50	3,36	4,65
	99,99	98,74	100,87	100,00	102,21	100,87

85. Laurens Distr. (S. Carol.); anal. F. A. Genth, wie oben Analyse 54.

86. Rio de Janeiro; anal. K. v. Hauer in A. Kenngotts Übers. miner. Forsch. 1856/57, 84.

87. Brodbo (Schwed.); anal. C. F. Rammelsberg, Wied. Ann. **9**, 123 (1880).

88. Damourit von Horrsjöberg (Schwed.); anal. J. L. Igelström, Bg.- u. hütt. Z. **25**, 308.

89. Easton (Penns.); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **18**, 809 (1866).

90. Hirschberg (Schles.); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **98**, 250 (1856).

	91.	92.	93.	94.	95.
Na ₂ O	0,59	—	1,00	0,73	3,02
K ₂ O	9,92	11,20	9,79	9,81	7,10
MgO	2,03	0,23	1,16	2,43	2,76
CaO	—	0,90	0,55	0,24	0,17
MnO	—	2,48	—	Spur	—
FeO	1,05	—	—	—	4,32
BaO	—	—	0,35	—	—
Al ₂ O ₃	30,40	32,10	29,70	29,45	31,76
Fe ₂ O ₃	5,11	6,85	6,65	4,42	4,27
SiO ₂	45,97	46,03	42,21	46,99	41,76
TiO ₂	—	—	1,71	1,48	0,55
F	0,74	—	—	0,16	—
H ₂ O	4,50	Spur	6,73	4,59	5,68
	100,31	99,79	99,85	100,30	101,39

91. Royalston (Massach.); anal. C. F. Rammelsberg, Wied. Ann. **9**, 123 (1880).

92. Von ebenda; anal. Th. Petersen bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 517.

93. Aus Granit von Kosieta (östl. Tatra); anal. W. Pawlezes, bei Z. Weyberg, nach N. JB. Min. etc. 1912, I, 398.

94. Von Freiberg, aus Gneis; anal. Schulze bei A. Stelzner, Z. prakt. Geol. 1896, 377.

95. Insel Gorgona; anal. E. Manassé, Min. soc. tosc. Pisa **20**, 19 (1903).

D. Chromhaltige Muscovite (Fuchsite).

Es sind dies die Chromglimmer und Fuchsit genannten Varietäten.

	96.	97.	98.	99.	100.	101.
δ	—	—	—	—	2,93	—
Li ₂ O	—	—	—	0,82	—	0,14
Na ₂ O	0,37	—	0,90	9,16	0,39	0,16
K ₂ O	10,75	10,40	9,76	—	8,88	10,72
MgO	0,71	2,28	3,36	3,13	1,36	2,91
CaO	0,42	—	0,51	0,47	4,46	0,58
MnO	—	—	—	Spur	0,26	—
FeO	—	—	—	1,03	—	0,56
Al ₂ O ₃	34,45	29,71	31,08	34,55	35,51	31,86
Cr ₂ O ₃	3,95	3,51	3,09	2,03	1,26	0,87
Fe ₂ O ₃	1,80	2,03	Spur	—	2,94	—
SiO ₂	47,95	46,17	45,49	42,21	43,72	47,24
F	0,36	—	—	—	—	—
H ₂ O	—	5,42	5,85	6,77	3,68	5,37
	100,76	99,52	100,04	100,17	102,46	100,41

96. Fuchsit vom Zillertal; anal. K. v. Schafhäütl, Ann. Chem. u. Pharm. **46**, 325 (1843).

97. Chromglimmer, Sysstertsk (Ural); anal. A. Damour, Z. Kryst. **7**, 17 (1883).

98. Aird Island am Huronsee; anal. T. J. Cairns bei A. H. Chester, Am. Journ. **33**, 284 (1887); Z. Kryst. **14**, 296 (1888).

99. Stoneham, Maine, graugrün; anal. T. M. Chatard, siehe F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 1910, 286.

100. Smaragdgrün, von Matawatchan, Renfrew Co., Ontario; anal. G. C. Hoffmann, Ann. Rep. Geol. Canada **5**, 72 (1892); Z. Kryst. **23**, 508 (1894).

101. Fuchsit, Lenggenbachbruch, Binnental (Schweiz); anal. G. T. Prior, Min. Mag. **15**, 385 (1911); N. JB. Min. etc. 1912, I, 12.

E. Muscovite mit höherem Kieselsäuregehalt (Phengite).

Bei vielen Muscoviten beobachtet man einen höheren Kieselsäuregehalt, so daß daraus sich schon die Notwendigkeit der Abtrennung von den eigentlichen Muscoviten ergibt. Es sind dies Analysen, welche 50—56%, ja sogar mehr Kieselsäure aufweisen; G. Tschermak rechnet aber auch einzelne Muscovite zum Phengit, welche nur 47—48% SiO₂ enthalten, wenn das Verhältnis Al₂O₃:SiO₂ nicht 1:2 ist, wie bei den Muscoviten, sondern sich ein Überschuß des Kieselsäureanhydrids aus der Formel ergibt.

a) Phengite mit auffallend höherem Gehalt an SiO₂.

	102.	103.	104.	105.	106.
Na ₂ O	—	0,03	—	1,37	0,61
K ₂ O	9,48	12,61	9,52	5,73	9,22
MgO	2,02	0,83	2,43	1,49	0,87
CaO	0,05	—	0,65	0,65	—
MnO	—	2,50	—	—	0,56
FeO	1,12	—	5,76	—	1,08
Al ₂ O ₃	29,98	24,22	23,56	25,28	29,49
Fe ₂ O ₃	2,91	2,09	—	2,30	2,22
SiO ₂	47,84	56,37	52,58	58,90	51,61
TiO ₂	1,72	—	—	—	—
H ₂ O	4,40	2,41	5,94	4,14	3,95
	99,52	101,06	100,44	99,86	99,61

102. Graugrüner Phengit von Freiberg, aus Gneis; anal. Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 63 (1852).
 103. Graugrün mit großem Achsenwinkel, von ebenda; anal. wie oben. Von Heidelberg; anal. A. Knop, N. JB. Min. etc. 1861, 150.
 104. Metasericit von Wildschapbachtal; anal. Zickendrath bei Fr. Sandberger, Z. Kryst. **7**, 411 (1883).
 105. Lepidomorphit vom Witticher Tal; anal. Th. Petersen bei Fr. Sandberger, Z. Kryst. **13**, 414 (1888).
 106. Sericit von Hallgarten; anal. v. d. Marck, Verh. nat. Ver. Bonn **35**, 262 (1878).

	107.	108.	109.	110.	111.
Na ₂ O	1,00	1,51	—	1,22	0,98
K ₂ O	4,41	5,62	10,56	6,66	8,63
MgO	0,83	0,53	0,89	2,12	0,54
CaO	0,52	0,14	0,15	0,28	0,63
MnO	—	—	—	0,41	—
FeO	3,60	—	3,60	2,25	1,91
Al ₂ O ₃	26,23	27,72	26,29	25,78	28,77
Fe ₂ O ₃	3,81	3,07	3,28	5,02	2,63
SiO ₂	54,00	55,80	50,77	51,80	51,83
TiO ₂	1,51	—	0,30	—	—
H ₂ O	4,31	4,03	4,40	4,79	3,77
	100,22	98,42	100,24	100,33	99,69

107. Sericit von Fürstenstein (Bayern); anal. A. Schwager bei C. W. Gumbel, Geogn. Beschreib. d. Fichtelgeb. 1879, 126.
 108. Sericit vom Dürrberg; anal. wie oben.
 109. Von Gahlenz; anal. Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 63 (1862).
 110. Von Neuhohelinde (Sachsen); anal. Rube bei Th. Scheerer, anal. wie oben.
 111. Sericit von der Windgälle (Schweiz); anal. C. Schmidt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **4**, 429 (1886).

b) Muscovite mit höherem Magnesiagehalt.

	112.	113.	114.	115.	116.
Li ₂ O	—	—	—	—	Spur
Na ₂ O	2,49	1,27	1,42	} (4,18)	—
K ₂ O	6,69	6,93	3,39		12,32
MgO	4,86	3,82	8,86		8,90	6,31
CaO	1,04	1,25	0,49	0,45	—
MnO	0,50	0,34	—	—	—
FeO	3,47	2,60	—	—	0,35
Al ₂ O ₃	25,28	27,35	19,80	23,21	25,63
Fe ₂ O ₃	—	—	2,99	3,51	—
SiO ₂	50,60	51,23	57,11	52,81	50,98
H ₂ O	4,31	4,46	6,30	6,94	4,14
	99,24	99,25	100,36	100,00	99,73

112. u. 113. Beide von der Balade Mine (Neu-Caledonien); anal. A. Liversidge, Z. Kryst. **9**, 569 (1884).
 114. Leukophyllit von der Anna-Kapelle bei Wiesmath (Österreich); anal. G. Starkl, J. k. k. geol. R.A. **33**, 646 (1883).
 115. Von Offenbach; anal. wie oben.
 116. Onkosin von Variney (Val d'Aosta); anal. G. Piolti, Atti R. Accad. Torino **44**, 455; N. JB. Min. etc. 1910, II, 359.

Diese Glimmer nehmen eine besondere Stellung ein, da sie wenig Kali und ziemlich viel Magnesia enthalten.

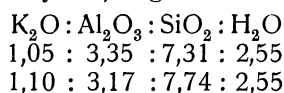
Bei den nun folgenden Analysen ist der prozentuale Gehalt an SiO_2 geringer, aber das Verhältnis $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ zeigt mehr als 2:1.

	117.	118.
δ	2,892	2,7745
Na_2O	0,54	2,31
K_2O	9,07	6,83
MgO	1,56	2,63
CaO	0,23	0,33
FeO	1,69	0,41
Al_2O_3	30,86	29,91
Fe_2O_3	5,70	4,24
SiO_2	45,87	48,76
H_2O	4,60	4,60
	<hr/> 100,12	<hr/> 100,02

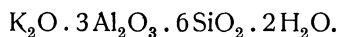
117. Vom Rothenkopff (Zillertal) mit Adular; anal. E. Ludwig bei G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 147 (1879).

118. Von Soboth mit Feldspat; anal. W. Löbisch, Min. Mitt. Beil. zu J. k. k. geol. R.A. 1877, 271.

Die Berechnung der Analysen¹⁾ ergibt:



die Formel ist demnach nicht die Muscovitformel, sondern:



	119.	120.	121.	122.
δ	—	2,80	2,817	2,787
Li_2O	—	—	Spur	Spur
Na_2O	0,50	—	0,12	0,17
K_2O	8,33	9,60	9,29	8,92
MgO	2,12	0,09	3,25	3,29
CaO	0,26	0,15	0,07	0,07
FeO	—	—	0,92	—
Al_2O_3	29,72	32,37	25,62	25,29 ²⁾
Cr_2O_3	—	—	0,18	—
Fe_2O_3	1,40 ³⁾	1,52 ³⁾	0,63	1,59 ³⁾
SiO_2	52,59	50,13	55,35	56,79
TiO_2	—	—	0,18	—
H_2O bei 100 ⁰ . } H_2O über 100 ⁰ }	4,39	1,74 } 5,08 }	4,52	4,72
	<hr/> 99,31	<hr/> 100,68	<hr/> 100,13	<hr/> 100,84

119. Eureka Tunnel Pikes Peak (Color.); anal. W. F. Hillebrand bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 49, 1910, 286.

120. Mit Dumortierit, Skamania Co. (Washington); anal. W. T. Schaller, Z. Kryst. **41**, 31 (1906).

¹⁾ G. Tschermak, l. c.

²⁾ Mit TiO_2 .

³⁾ Mit FeO .

121. Mariposit, Josephine Gold Quarz-Mine, Bear Valley, Mariposa Co. (Calif.); anal. W. F. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 167.

122. Von ebenda; anal. wie oben.

Einen sehr hohen Mangengehalt zeigt folgender Glimmer. Hierbei ist aber zu bemerken, daß ein Glimmer, anscheinend vom selben Fundort, aber anders ausgebildet (er kommt auf Orthoklas vor, während der hier in Betracht kommende große Tafeln bildet), wenig Mangan, aber viel Eisenoxyd enthält (siehe Analyse Nr. 80). Es wäre von Interesse, über das Verhältnis der den beiden Analysen zugrunde liegenden Materialien etwas Näheres zu erfahren.

	123.
Na ₂ O	4,12
K ₂ O	10,09
MgO	0,43
MnO	6,27
Al ₂ O ₃	17,03
Fe ₂ O ₃	4,64
SiO ₂	46,13
TiO ₂	2,77
H ₂ O	2,31
F	6,89
	100,68

123. Von Tanokamiyama (Japan) rötlichbraune, auch graue und farblose bis 15 cm große Tafeln, gibt vor dem Lötrohre rote Färbung; anal. Kodera bei Kotora Jimbo, J. Coll. Sc. Tokyo 11, 213 (1899); Z. Kryst. 34, 221 (1901).

Diese Analyse ist jedenfalls fehlerhaft, da bei einem so hohen Fluorgehalt die Summe 100 weit übersteigen müßte. Lithion wurde nicht bestimmt, trotzdem es nach dem Lötrohrverhalten vorkommt.

Die Bezeichnung Zinnwaldit, welche der Verfasser gibt, wäre nur richtig, wenn wirklich Lithium in merklicher Menge nachgewiesen wäre.

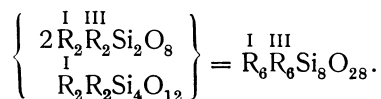
Formel und Konstitution.

C. F. Rammelsberg hat eine Anzahl von Muscovitanalysen berechnet.

	I III R:R ₂ :Si	I R:H	I R:Si
Hirschberg (G. vom Rath)	2,3:1:2,6	1:1,7	3,2:1
Syra (H. v. Foullon)	3,4:1:2,0	1:2	3,1:1
Pargas (G. vom Rath)	2:1:2,7	1:2	3:1
Ava (Takuyama)	2,1:1:2,6	1:3	3:1
Rheinwaldhorn (E. A. Wülfing)	3:1:3	1:1,5	3:1
Pischingbachtal (G. Starkl)	3,4:1:3	1:2,2	3:1
Ofenbach (G. Starkl)	5:1:5,7	1:7,4	3:1
Windgälle (K. Schmidt)	2,5:1:3	1:2	2,9:1
Wildschapbachtal (Zickendraht)	5:1:4	1:3,3	2,9:1
S. Marcel (S. L. Penfield)	6:1:4	1:2,6	3:1
Fürstenstein (A. Schwager)	2,1:1:3,3	1:1,5	2,5:1
Dürrberg (Derselbe)	2,2:1:3,2	1:2,6	2,6:1
Wittichen (Th. Petersen)	2,5:1:3,5	1:3	2,5:1
Heidelberg (A. Knop)	2,5:1:3,7	1:1	2,2:1

C. F. Rammelsberg¹⁾ hatte auf Grund seiner ersten Analysen im Jahre 1866 für einen Teil der Kaliglimmer die Formel $\text{HAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ aufgestellt, fand aber, daß nicht alle Analysen dieser Formel entsprachen, da einige besser sich der Formel $(\text{H}, \text{K})_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{21}$ fügten, oder auch der Formel $(\text{H}, \text{K})_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$.

Später hat C. F. Rammelsberg²⁾ auf Grund der oben angeführten Berechnung diese Glimmer als aus folgenden Silicaten zusammengesetzt befunden:



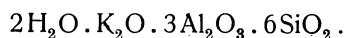
Doch ist hier auch eine gewisse Menge von $\text{RR}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ beigemischt.

Aber selten ist $\text{R}:\text{R}_2$ 2:1, denn diese Proportion ist oft: 3:2 bis 6:2.

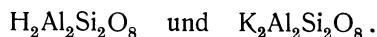
Auch scheint es einen Glimmer $\text{R}_6^{\text{I}}\text{R}_2\text{Si}_4\text{O}_{14}$ zu geben, welcher für sich vorkommt (Offenbach, Wildschapbachtal, S. Marcel), gewöhnlich aber mit $\text{R}_6^{\text{I}}\text{Al}_6\text{Si}_8\text{O}_{28}$ gemengt ist. Das beste Beispiel ist der von S. Marcel, einer Mischung von



G. Tschermak³⁾ berechnet aus Analysen von Handelsglimmer, ausgeführt von E. Ludwig, unter Vernachlässigung von Fluor und Magnesium die Formel:



Die konstituierenden Silicate sind:

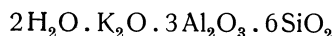


Ein Teil der Muscovite, die Phengite (vgl. Analysen Nr. 105 und Nr. 106), zeigt folgendes Verhältnis:

(nach Abzug von dem entsprechenden MgO und SiO_2):

	H_2O	K_2O	Al_2O_3	SiO_2
Analyse Nr. 115 Rothenkopf	2,55	1,10	3,17	7,74
„ „ 116 Soboth . .	2,55	1,05	3,35	7,74

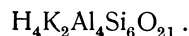
welche mehr SiO_2 als nach der Formel



enthalten.

Aus den Analysen ergibt sich, daß das Verhältnis $\text{K}:\text{H}$ zwischen den Grenzen $\text{H}_5\text{KAl}_4\text{Si}_6\text{O}_{21}$ und $\text{H}_4\text{K}_2\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{21}$ schwankt, und zwar hält es gerade die Mitte.

Der Phengit hat die Formel:



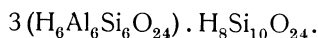
Hier ist das Glied $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ vorhanden, welches den Überschuß an SiO_2 gegenüber dem Muscovit mitbringt.

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **18**, 811 (1866); **19**, 416 (1867).

²⁾ C. F. Rammelsberg, Sitzber. Berliner Ak. 1889, 14. Februar; Min.-Chem. Erg.-Heft I, 1886, 112 und Erg.-Heft II, 1895, 398.

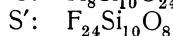
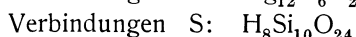
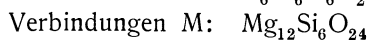
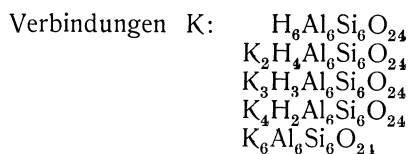
³⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 127 (1879).

Doch bemerkt G. Tschermak bezüglich der Verbindung $H_2Si_2O_5$, daß die Formel unsicher sei, ebenso steht es mit dem entsprechenden Gliede in der Formel des Lepidoliths. Es kann daher auch die Verbindung $5SiO_2 \cdot 2H_2O$ angenommen werden, was zu einer vollständigen Formel des Phengits mit jener des Lepidoliths führt. Die Verbindung wäre dann

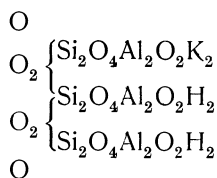


Man kann auch beide Glieder als Molekularverbindungen zusammengekettet betrachten.

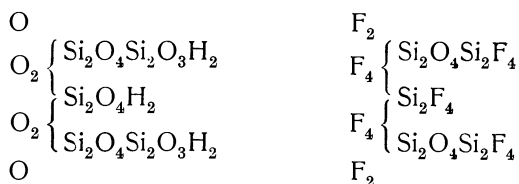
Im allgemeinen sind nach G. Tschermak in der Glimmergruppe dreierlei Verbindungen K, M und S enthalten, deren Formeln sind



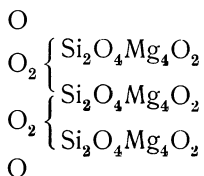
Die Konstitutionsformel für K ist:



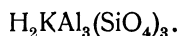
für S und S':



für M:



F. W. Clarke¹⁾ stellte eine Ansicht auf, nach welcher die Glimmer von $Al_4Si_3O_{12}$ ableitbar sind, wenn man ein Al-Atom durch einwertige Alkaliatome ersetzt; Muscovit hat die Formel:

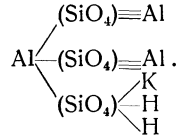


Die Phengite werden durch Gehalt an Si_3O_8 erklärt.

¹⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. **38**, 384 (1889).

Die Magnesiaglimmer werden analog erklärt. Der Eintritt von Fluor erfolgt durch einwertige Gruppen AlF statt R oder besser H. Bezeichnet man die Gruppen SiO_4 und Si_3O_8 mit X, so sind alle Glimmer innerhalb der Grenzformeln: $\text{R}_3\text{X}_3\text{Al}_3$ und $\text{R}_9\text{X}_3\text{Al}$ gelegen (vgl. auch unten).

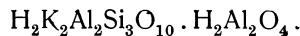
Die Konstitutionsformel für Muscovit ist nach F. W. Clarke:



Die Phengite sind Mischungen zu gleichen Teilen von $\overset{\text{I}}{\text{R}_3\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3}$ und $\text{R}_9\text{Al}_3(\text{Si}_3\text{O}_8)_3$. Der Fluorgehalt bei Phlogopit und Lithionglimmer wird durch die Silicate

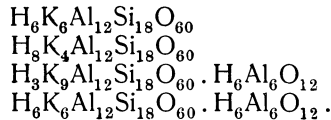
$\text{F}_2 = \text{Al} - (\text{Si}_3\text{O}_8) \equiv \overset{\text{I}}{\text{R}_3}$ oder $\text{F}_2 = \text{Al} - (\text{Si}_3\text{O}_8) \equiv \overset{\text{II}}{\text{RR}}$
erklärt.

St. J. Thugutt¹⁾ geht von seinem S. 414 erwähnten Versuche aus, bei welchem sich aus Kaliumnephelin Kaliglimmer unter Abspaltung von freiem Alkali ergab. Im allgemeinen stimmt die empirische Formel des Kaliglimmers mit jener des Kaliumnephelins überein. Auch aus dem Verhalten gegen Salzsäure schließt er auf gleichartige Konstitution der beiden Mineralien. In beiden ist ein Drittel Tonerde und Alkali anders gebunden als der Rest. Daher kann man die Formel des Kaliglimmers schreiben:



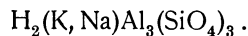
Diese Annahme gestattet, den verschiedenen Kieselsäuregehalt des Kaliglimmers zu erklären. An der Hand der vorhandenen Analysen zeigt er, daß in den meisten Analysen $\text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 2$ ist. In den übrigen Analysen durchläuft die Kieselsäuremenge alle Zwischenstufen, bis die äußerste Aziditätsgrenze 1:3 erreicht ist. Statt des von G. Tschermak im Phengit angenommenen sauren Gliedes $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ nimmt er dieses saure Endglied als $\text{R}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ an. Das basische Endglied ist $2\text{R}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot \text{R}_2\text{Al}_2\text{O}_4$.

Das Molekulargewicht ist jedoch ein höheres und muß die Formel sechsfacht werden, so daß wir folgende Konstitutionsformeln für die Glimmer haben:



Diese Formeln gelten für magnesium- und ferroeisenfreien Glimmer.

P. Groth²⁾ gibt für Muscovit die Formel:



Es ist schwer, die verschiedenen Ansichten zur Entscheidung zu bringen. Ein großer Teil der Glimmer entspricht der Orthosilicatformel, KAlSiO_4 , bei welcher ein Teil des Sauerstoffs durch Fluor vertreten ist. In den Phengiten

¹⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 9, 563 (1895).

²⁾ P. Groth, Tabl. systémat. (Genève 1904), 131.

ist jedoch ein Kieselsäureüberschuß anzunehmen, über dessen Zusammensetzung verschiedene Hypothesen aufstellbar sind. Vielleicht läßt sich die Zusammensetzung durch feste Lösungen erklären.

Die Gebrüder Asch¹⁾ stellen viele Typen auf nach ihrer Hexit- und Pentittheorie und berechnen auch eine Anzahl von Analysen, um die Übereinstimmung zu zeigen. Die Verhältnisse von $R_2O_3 : SiO_2$ schwanken von 1:1 bis 1:6. Einer der Typen entspricht sogar der Formel: $5R_2O_3 \cdot 6SiO_2$.

Hier einige Beispiele:

Typus I:

Muscovit von Oravicza = $MgO \cdot 4K_2O \cdot 2Na_2O \cdot 10Al_2O_3 \cdot 2Fe_2O_3 \cdot 32SiO_2 \cdot 6H_2O$.

Typus II:

Muscovit von Tamsweg = $2K_2O \cdot 3,5MgO \cdot 0,5FeO \cdot 2(6Al_2O_3 \cdot 18SiO_2) \cdot 10H_2O$

Typus III:

Muscovit von Leinster = $7K_2O \cdot MgO \cdot 16Al_2O_3 \cdot 2Fe_2O_3 \cdot 40SiO_2 \cdot 16H_2O$.

Bedauerlicherweise wurden meistens alte Analysen berechnet.

R. Brauns²⁾ hat ebenfalls Betrachtungen über die Konstitution des Muscovits wie auch der Magnesiaglimmer angestellt (siehe ausführlich bei Magnesiaglimmer). Sie gründen sich auf die Umwandlung des Andalusits und Disthens in Muscovit. Er wendet gegen die oben erwähnte Anschauung G. Tschermaks ein, daß das Phengit und Muscovit wegen ihrer chemischen Verschiedenheit nicht isomorph sein könnten und nimmt für die Glimmermineralien Morphotropie an. Alle Glimmer besitzen einen gemeinsamen Molekularkern und können von dem Muscovit abgeleitet werden; er schließt sich einer früher von K. Retgers³⁾ ausgesprochenen Ansicht an.

Um Wiederholungen zu vermeiden, werde hier auf den Artikel „Magnesiaglimmer“ verwiesen.

Physikalische Eigenschaften.

Dichte schwankend, besonders mit dem Eisengehalte 2,76—3,1. Härte 2. Glasglanz. Farbe verschieden, eisenarme sind heller. Blaußgrün, blaßgelb, grau, graugrün, bräunlich, seltener sind violette, olivengrüne oder rötliche Töne. Optische Achsenebene senkrecht zur Symmetrieebene.

Brechungsquotienten. Hier einige Angaben:

Fundort	N_α	N_β	N_γ	Beobachter
Veltlin . .	1,560	1,593	1,609	(G. Linck), ⁴⁾
Mte. Orfano	1,5619	1,5947	1,6027	(C. Viola), ⁵⁾ Na-Licht.
Ostindien .	1,5609	1,5941	1,5997	(F. Kohlrausch), ⁶⁾
Ostindien (?)	1,5566	1,5899	1,5943	(C. Pulfrich), ⁷⁾ Li-Licht,
„	1,5601	1,5936	1,5977	(C. Pulfrich), ⁷⁾ Na-Licht,
„	1,5635	1,5967	1,6005	(C. Pulfrich), ⁷⁾ Thallium-Licht.

¹⁾ D. u. W. Asch, Die Silicate (Berlin 1911), 50 u. 325.

²⁾ R. Brauns, N. Jb. Min. etc. 1894, I, 231 ff.

³⁾ K. Retgers, Z. f. phys. Chem. **6**, 202 (1890).

⁴⁾ G. Linck, Jen. Z. f. Naturw. **33**, 345 (1899).

⁵⁾ C. Viola, Z. Kryst. **32**, 118 (1899).

⁶⁾ F. Kohlrausch, Sitzber. Phys.-med. Ges. (Würzburg 1877).

⁷⁾ C. Pulfrich, Wied. Ann. **30**, 499 (1887). Zugfestigkeit des Glimmers siehe F. Rinne, ZB. Min. etc. 1902, 262.

Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha = 0,0392$; $N_\gamma - N_\beta = 0,0061$; $N_\beta - N_\alpha = 0,0338$.
Optischer Achsenwinkel schwankend $56-76^\circ$, nach J. Silliman.¹⁾

Nach G. Tschermak²⁾ für Muscovit von Bengalen:

Na-Licht $2E = 68^\circ 54'$; Rot $2E = 69^\circ 12'$; grün $2E = 68^\circ 30'$;
blau $2E = 67^\circ 54'$.

Für den Achsenwinkel siehe C. Hintze.³⁾

Bei Temperaturerhöhung wird nach A. Des Cloizeaux⁴⁾ der Achsenwinkel kleiner, so zeigte farbloser Muscovit von New Hampshire:

Temperatur .	$6,6^\circ$	47°	$71,5^\circ$	$95,5^\circ$	121°	$146,5^\circ$	$170,8^\circ$	$185,8^\circ$
Wert von $2E$	$69^\circ 44'$	$69^\circ 32'$	$69^\circ 4'$	$68^\circ 56'$	$68^\circ 38'$	$68^\circ 17'$	$68^\circ 15'$	$68^\circ 5'$

für rotes Licht.

Kein Pleochroismus. Über Pleochroismus von mit Fuchsin angefärbtem Muscovit siehe F. Cornu.⁵⁾

Die Ätzfiguren haben monoklinen Charakter und sind bei schmelzendem Kalihydrat sechsseitig.⁶⁾

Über Absorption ultraroter Strahlen in Muscovit siehe J. Königsberger.⁷⁾

Spezifische Wärme 0,2049, nach J. Joly.⁸⁾

Lumineszenz. Tribolumineszenz konstatierte W. Vernadsky.⁹⁾

Mit Radiumstrahlen keine Wirkung.

Für Röntgenstrahlen nicht sehr durchlässig.¹⁰⁾

Dielektrizitätskonstante. Für diese hatte E. Bouty¹¹⁾ 7,98—8,43 gefunden. E. Mattenklodt fand 7,1 und 7,7. H. Starke¹²⁾ gibt 5,8, dann 5,84 und 6,62 an, und A. Elsass¹³⁾ erhielt die Werte 5,66 und 5,97. Wahrscheinlich handelt es sich um chemisch verschiedene Glimmer, insbesondere um verschiedenen Wassergehalt. E. Mattenklodt¹⁴⁾ erhielt keine Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante von der Feldstärke, auch nicht für die Temperatur. Der Temperaturkoeffizient muß kleiner sein als 0,0000033.

W. H. Schultze¹⁵⁾ untersuchte Muscovite aus Connecticut und aus Bengalen. Genaue Temperaturangaben fehlen, es scheint die Temperatur von 300° nicht überschritten worden zu sein. Das Resultat der Untersuchung war, daß Spaltblättchen bei Temperaturerhöhung etwas leitend werden, nach Erreichung eines Maximalwertes nimmt die Leitfähigkeit wieder ab und bei einer gewissen (?) hohen Temperatur nimmt diese wieder zu. Glimmer ist besserer Isolator als Glas.

¹⁾ J. Silliman, Am. Journ. **10**, 372 (1850).

²⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **2**, 45 (1878).

³⁾ C. Hintze, Mineralogie II, 601.

⁴⁾ A. Des Cloizeaux, Nouvelles Rech. Paris, Institut **18**, 586.

⁵⁾ F. Cornu, Tsch. min. Mit. **25**, 355 (1906).

⁶⁾ A. Baumhauer, Sitzber. Bayr. Ak. 1874, 25; 1875 99; Z. Kryst. **3**, 113 (1879).

⁷⁾ J. Königsberger, Wied. Ann. **61**, 687 (1894).

⁸⁾ J. Joly, Proc. R. Soc. London **41**, 250 (1887).

⁹⁾ W. Vernadsky, N. Jb. Min. etc. 1912, I, 381.

¹⁰⁾ C. Doelter, ebenda 1896, II, 96.

¹¹⁾ E. Bouty, Ann. chim. phys. **21**, 394 (1891).

¹²⁾ H. Starke, Wied. Ann. d. Phys. **60**, 279 (1897).

¹³⁾ A. Elsass, ebenda **44**, 654 (1891).

¹⁴⁾ E. Mattenklodt, Ann. d. Phys. **27**, 359 (1908).

¹⁵⁾ W. H. Schultze, Wied. Ann. **27**, 359 (1889).

J. Curie¹⁾ fand für die Dielektrizitätskonstante, senkrecht zur Spaltfläche 8,0; sie verändert sich mit der Ladungsdauer; auch fand er die Leitfähigkeit bei höherer Temperatur stärker.

C. Doelter prüfte die Leitfähigkeit eines Handelsglimmers bei hoher Temperatur nach der Bd. I, S. 724 angegebenen Methode. Bis 1100° war diese sehr gering. Erst über 1100° wird sie merklicher, daher Glimmer bis zu dieser Temperatur gut als Isolator brauchbar ist. Bei 1200° war die Leitfähigkeit, wenn auch gering, doch schon meßbar.

Über Beziehung der elektrischen Doppelbrechung von Glimmersuspensionen (0,40) und der optischen Doppelbrechung (0,04) siehe J. Chaudier.²⁾

Chemische Eigenschaften. Vor dem Lötrohre nur an dünnen Ecken schmelzbar. Ein eigentlicher Schmelzpunkt ist nicht bestimmbar, da sich Muscovit vor dem Schmelzen zersetzt. Ich³⁾ fand für solchen von N. Hampshire 1260°, für den von Middletown 1290° für den Schmelzpunkt; dieser ist überdies von der speziellen chemischen Zusammensetzung, insbesondere vom Eisengehalt abhängig. Salz- und Schwefelsäure beim Kochen haben wenig Wirkung.

Alkalische Reaktion mit Wasser, aber nur sehr schwach. Nach dem Glühen ist sie sehr schwer wahrnehmbar.⁴⁾

Einwirkung von Wasser auf Kaliglimmer. Biéler-Chatalan⁵⁾ hat einige Versuche mit Muscovit ausgeführt und erhielt folgende Zahlen:

	Gelöste Kalimenge in Prozenten
Destilliertes Wasser	0,48
" " plus Gips	1,02
" " " Torf	1,05
" " " Ammoniumsulfat	1,55
" " " gebranntem Kalk	1,76
" " " einprozentige Citronensäure	1,85
" " " Calciummonophosphat	2,24
Konzentrierte Salzsäure (kalt)	2,90

G. Steiger⁶⁾ untersuchte die Löslichkeit in Wasser bei 70° F. Bei einem durch die Analyse festgestellten Gehalt von 10% Alkalien fanden sich in der Lösung 0,32% Na₂O.

Einwirkung von reinem und kohlenensäurehaltigem Wasser auf Glimmer. A. Johnstone⁷⁾ hat mit einer größeren Anzahl von Glimmern Versuche ausgeführt. Zwei Muscovitstücke von gleicher Beschaffenheit wurden ein Jahr lang, das eine in destilliertem Wasser, das andere in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser gehalten. Beim Herausnehmen zeigte sich, daß die Stücke in Hydromuscovit umgewandelt waren, wobei der Glanz und die Elastizität verloren gegangen waren.

¹⁾ J. Curie, Ann. chim. phys. **17**, 385 (1889); **18**, 303 (1890). Ref. Z. Kryst. **19**, 515 (1891).

²⁾ J. Chaudier, C. R. **149**, 202 (1909).

³⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **22**, 307 (1903).

⁴⁾ A. Kennigott, N. JB. Min. etc. 1867, 306, 311. — Vgl. auch F. W. Clarke, Journ. Am. Chem. Soc. **20**, 739 (1898).

⁵⁾ Biéler-Chatalan, C. R. **150**, 1132 (1910).

⁶⁾ G. Steiger, Am. Journ. Chem. Soc. **21**, 437 (1899); Z. Kryst. **34**, 204 (1901).

⁷⁾ A. Johnstone, Q. J. Geol. Soc. **45**, 363 (1889); Z. Kryst. **20**, 94 (1892).

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	Spur	Spur	Spur	2,70
K ₂ O	9,91	9,62	9,85	7,32
MgO	0,80	0,77	0,83	0,90
Al ₂ O ₃	35,13	34,45	34,86	33,91
Fe ₂ O ₃	3,95	3,84	3,69	2,69
SiO ₂	47,76	46,95	46,33	46,50
H ₂ O	2,43	4,19	4,42	0,82
F	—	—	—	0,31
Cl	—	—	—	4,63
	99,98	99,82	99,98	99,78

1. Zusammensetzung des frischen unveränderten Muscovits.
 2. Zusammensetzung des in destilliertem Wasser behandelten Muscovits.
 3. Zusammensetzung des in kohlenensäurehaltigem Wasser gelegenen Muscovits.
 4. Zusammensetzung eines Margarodits.
- Merkwürdigerweise war nichts in Lösung gegangen.

Synthese.

Die künstliche Darstellung des Muscovits gelang mir¹⁾ durch Einwirkung von Fluoriden auf Kaliumaluminiumsilicate oder durch die Einwirkung von Kieselfluorkalium auf kieselsaure Tonerde.

1. Das Silicat Al₂O₃·SiO₂ wurde mit großem Überschuß von Fluorkalium und Kaliumsiliciumfluorid bei dunkler Rotglut erhitzt. Bei allen Glimmersynthesen ist eine sehr hohe Temperatur zu vermeiden. Ich erhielt sehr lichte Kristalle, zweiachsig mit großem Achsenwinkel, mit hoher Spaltbarkeit nach einer Richtung; sie sind pleochroitisch, wenn Färbung wahrnehmbar.

2. Die Mischung K₂O·Al₂O₃·2SiO₂ wurde mit Fluorkalium geschmolzen. Neben deutlichen Glimmerblättchen sieht man ein mit dem Skapolith (Mariaolith)? eine gewisse Ähnlichkeit besitzendes Mineral.

3. Dieselbe Mischung mit Fluorkalium, Fluornatrium und der halben Menge Kieselfluorkalium geschmolzen. Auch hier zeigte sich wieder zweiachsiger Glimmer. Die theoretische Zusammensetzung des Silicats ist: K₂O·Al₂O₃·2SiO₂. Kieselsäure 38%, Tonerde 32,5% und Kali 29,5%, während die direkte Analyse ergab:

SiO ₂	36,72
Al ₂ O ₃	37,35
K ₂ O	24,09
F	0,451

Es lag aber ein Gemenge von Glimmer mit einem nephelin- oder skapolithartigen Mineral vor.

4. Es wurde K₂Al₂Si₂O₈ + 2(Al₂Si₂O₇) in Fluorkalium unter Einleitung von Wasserdampf geschmolzen, wobei sich einige Glimmerkristalle ergaben.

5. Ferner wurden kalium- und magnesiumhaltige Glimmer dargestellt, indem ein Gemenge von K₂Al₂Si₂O₈ mit der gleichen Menge von Mg₂SiO₄ in einem kleinen Überschuß von Fluormagnesium und mit etwas KF geschmolzen wurden. Es ergaben sich sehr schöne Glimmerkristalle zweiachsig, Achsenwinkel 15—20°. Daneben bildete sich Olivin.

¹⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 10, 76 (1888).

6. Eisenreicher Kaliglimmer (entspricht immer magnesiumfreiem Biotit).

Es wurde eine Mischung entsprechend der Zusammensetzung: $K_2Al_2Si_2O_6 \cdot Fe_2SiO_4$ hergestellt und mit der gleichen Menge einer Mischung von gleichen Teilen Fluornatrium, Fluormagnesium zur dunklen Rotglut geschmolzen.

Die erhaltene dunkelbraune Masse bestand aus einem Aggregat von tobackbraunen, stark glänzenden, rundlichen, oft auch sechsseitig begrenzten Glimmerblättchen. Unter dem Mikroskope zeigten sie Pleochroismus, sowie die charakteristische Spaltbarkeit.

Der Winkel der optischen Achsen war zirka 0° . Doppelbrechung negativ.

Es wurde auch der Versuch gemacht, lithiumhaltige Glimmer darzustellen (siehe unten).

Glimmerbildung durch Umwandlung von Aluminiumsilicaten im Schmelzfluß.

Andalusit (von Selrain, Tirol) wurde mit Kaliumfluorsilicat und Fluoraluminium gemengt, und zwar war das Verhältnis der drei Komponenten 4:3:1. Das Gemenge wurde nur kurze Zeit stärker erhitzt, dann durch 80 Stunden im Platingeß bei beginnender Rotglut erhalten.

Es ergab sich eine vollkommen kristalline Schmelze, welche durch Auswaschen mit siedendem Wasser von überschüssigen Fluoriden getrennt wurde. Der erhaltene Glimmer zeigte eine ölgrüne Farbe, oft auch einen silberweißen und tafelartigen Kristallhabitus; die Umrisse waren hexagonal; es ließen sich Linien beobachten, welche an die Schlaglinien erinnern. Der Winkel der optischen Achsen betrug zirka 25° . Doppelbrechung negativ. Höchst vollkommene Spaltbarkeit. Dichte 2,950. Härte 3.

Andere Versuche gelangen weniger gut. Am besten gelang noch ein Versuch, bei welchem Fluoraluminium und Kaliumfluorsilicat mit $K_2Al_2Si_2O_6$ im Verhältnisse 1:1:2 zusammengeschmolzen worden waren.

Bei den Versuchen mit der der Zusammensetzung $K_3Al_2Si_2O_8$ entsprechenden Mischung muß nämlich eine ziemlich hohe Temperatur verwendet werden, was der Glimmerbildung nicht förderlich ist.

Dieser Versuch zeigt die auch in der Natur häufig beobachtete Umwandlung von Andalusit in Glimmer, wenn sie wohl auch da durch Lösungen zustande kommen dürfte.

Ebenso hat St. J. Thugutt die Reaktion in anderem Sinne durchgeführt, indem er bei Behandlung von Kalinephelin mit Wasser bei $196-233^\circ$ Kaliglimmer erhielt (S. 434).

Später gelang es G. Friedel, aus einem Muscovit (siehe Analyse Nr. 82) einen Kaliumnephelin darzustellen, wie dies bei dieser Verbindung angegeben wurde (siehe S. 411).

Zufällige Bildung von Muscovit. Verschiedene Glimmer wurden in Schlacken gefunden, doch handelt es sich meistens um biotitähnliche Produkte (siehe diesen unten).

Genesis. Muscovit kommt in Eruptivgesteinen besonders in granitischen Gesteinen vor, dagegen ist er das vorwiegende Glimmermineral in kristallinen Schiefen, wie auch in den Phylliten, in umgewandelten Sedimenten; letztere führen meistens den chemisch nicht besonders charakterisierten Sericit.

Auch auf Erzgängen kommt der Muscovit häufig vor, wie ja als Umwandlungsprodukt vieler Silicate, wie bereits erwähnt. Demnach scheint der Glimmer selten aus Schmelzfluß zu entstehen, obgleich die Synthese unter Zuhilfenahme von Fluoriden, wie wir sahen, leicht gelingt. Aber auch diese

Synthese zeigt, daß sich Muscovit nur bei Gegenwart von Kristallisatoren und nur bei einer verhältnismäßig nicht hohen Temperatur bilden kann (vgl. S. 438).

Für die so häufige Bildung aus Sedimenten oder für die erwähnte pseudomorphe Umbildung aus anderen Silicaten fehlt es an experimentellen Belegen. Die Umwandlung des Andalusits in Kaliglimmer, welche häufig beobachtet wird, gelang mir im Schmelzfluß, sie dürfte aber in der Natur eher bei niedriger Temperatur vor sich gehen. Wahrscheinlich dürften aber auch hier fluorhaltige Lösungen eingewirkt haben. J. Lemberg¹⁾ versuchte ohne Erfolg eine Umwandlung durch Natriumsilicat.

Das so häufige Vorkommen von Kaliglimmer in umgewandelten Sedimenten, wie in Phylliten läßt sich nicht näher erklären, da wir ja bezüglich der Prozesse, welche zur Bildung von Schiefergesteinen aus Sedimenten führten, nur auf allgemeine Vermutungen angewiesen sind.

Umwandlung.

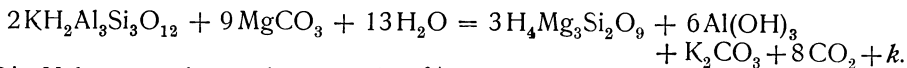
Kaliglimmer neigt wenig zur Umwandlung, da er sehr stabil ist. Im Gegensatz dazu steht die Tendenz vieler Silicate, sich in Glimmer umzuwandeln.

Insbesondere der Kaliglimmer ist selten umgewandelt, während dies häufiger bei Magnesiaglimmer vorkommt. Damit steht auch die geringere Zersetzbarkeit des Kaliglimmers durch Säuren im Zusammenhang. In der älteren Literatur fehlt bei Beschreibung von Umwandlungen oft die nähere Bezeichnung des „Glimmers“, so daß sich nicht immer entnehmen läßt, auf welche Art von Glimmer sich diese Umwandlung bezieht.

Umwandlungen von Leucit sind von größerem Interesse; in petrographischen Werken werden solche angegeben (siehe unten).

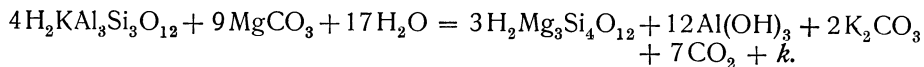
Als besonders hervorzuheben ist die Hydratation, bei welcher Kalium durch Wasserstoff ersetzt wird; eine Formel läßt sich, weil noch andere Veränderungen damit Hand in Hand gehen, nicht geben. Eine wichtige Umwandlung ist die in Serpentin und in Talk, also in wasserhaltige Magnesiasilicate. Ch. R. van Hise²⁾ hat für beide Vorgänge folgende Formeln gegeben.

1. Umwandlung in Serpentin:



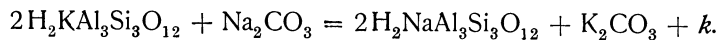
Die Volumvermehrung beträgt 16,56 %.

2. In Talk:



Die Volumverminderung beträgt in diesem Falle 25,23 %.

Ferner sind zu erwähnen die Umwandlung in andere Glimmer. Hier ist hervorzuheben die in Paragonit, für welche Ch. R. van Hise folgende Formel gab:



Die Volumverminderung beträgt 2,67 %.

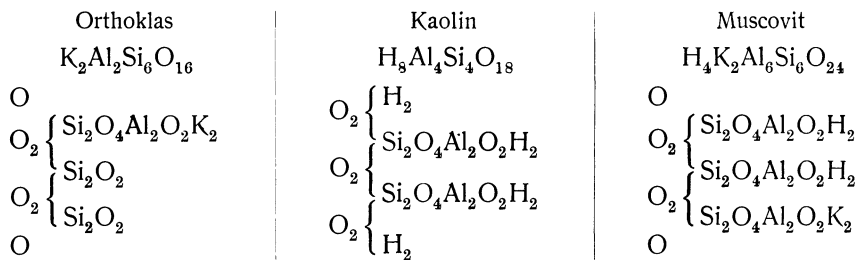
¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 665 (1888).

²⁾ Ch. R. van Hise, Metam. (Washington 1904), 336.

Künstliche Umwandlung. Da der Glimmer, wie erwähnt, sehr stabil ist, so ist er auch zu Versuchen für Umwandlungsprozesse selten angewandt worden. Trotzdem gelang es Ch. und G. Friedel¹⁾ bei der Temperatur von 500—550° unter hohem Druck Glimmer zu zersetzen und andere Silicate zu erhalten, als sie wäßrige Lösungen von Kaliumsilicat, Natronhydrat mit Chlornatriumlösung, sowie Natronhydrat und Natriumsulfatlösung einwirken ließen. Insbesondere stellten sie den Orthoklas und Leucit aus Nephelin, dann Sodalith sowie das Noseanhydrat auf diese Weise her.

Ebenso erhält man durch Einwirkung von Kalkhydrat und Wasser Anorthit (siehe diese Mineralien).

Zusammenhang mit Orthoklas und Kaolin. G. Tschermak²⁾ hat auch Konstitutionsformeln für die Umwandlung des Orthoklas in Muscovit und aus Kaolin gegeben:



Anhang zum Glimmer.

Baddeckit.

Ein etwas zersetzter, stark eisenhaltiger Glimmer, welcher diesen Namen erhalten hat, möge hier eingereiht werden.

Analyse.

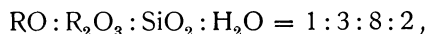
δ	3,252
Na ₂ O	0,22
K ₂ O	3,47
MgO	2,65
CaO	1,17
Al ₂ O ₃	13,85
Fe ₂ O ₃	25,82
SiO ₂	48,96
H ₂ O	3,78
	99,92

Von Baddeck, N. Scotia, Victoria Co.; anal. G. C. Hoffmann, Rep. Geol. S. of Canada 1896, 9; Z. Kryst. **32**, 597 (1900).

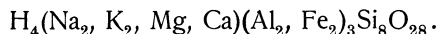
¹⁾ Ch. und G. Friedel, Bull. Soc. min. **13**, 129 (1890).

²⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 152 (1879).

Der hohe Gehalt an Eisenoxyd und der geringe Gehalt an Tonerde weisen auf Ersetzung von Al_2O_3 durch Fe_2O_3 . Das Verhältnis ist:



daher die Formel:



Verfasser betrachtet das Mineral als Hydromuscovit.

Eigenschaften. Kupferrot, perlmutterartiger Glanz.

Strich ziegelrot. Schmilzt bei $4,5^\circ$ der Schmelzskala zu einer magnetischen Schlacke. In konzentrierter Salzsäure unter Gelatinieren löslich.

Vorkommen. Kleine Schuppen in sehr plastischem Ton.

Bariumhaltiger Alkaliglimmer (Öllacherit).

	1.	2.	3.	4.
δ	2,884–2,904	—	—	2,83
Na_2O	1,42	1,42	1,73	—
K_2O	7,61	7,61	7,47	7,54
MgO	4,85	2,90	2,87	3,03
CaO	1,03	0,23	0,80	1,81
SrO	0,09	—	—	—
BaO	4,65	5,91	5,82	5,76
MnO	0,12	0,31	—	—
FeO	1,74	—	—	2,31
Al_2O_3	30,18	32,79	32,40	26,05
Fe_2O_3	0,91	1,85	2,40	—
SiO_2	42,59	43,07	42,90	49,44
H_2O	4,43	4,26	3,02	4,24
	99,93*)	100,35	99,41	100,18

1. Von Pfitsch (Tirol); anal. L. Öllacher in A. Kenngotts Übers. miner. Forsch. 1858, 67. *) (0,31% CuO).

2. Von Pfitsch (Tirol); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 14, 763 (1862); Min.-Chem. Suppl. I, 1886, 122.

3. Von Pfitsch (Tirol); anal. derselbe, Monatsber. Berl. Ak. 1889, 67.

4. Vom Habachtal; anal. F. Bergmann bei Fr. Sandberger, N. JB. Min. etc. 1875, 625.¹⁾

Ein früher hier eingereichter bariumhaltiger Magnesiaglimmer von Scheelingen gehört zu den Magnesiaglimmern (anal. von A. Knop) Z. Kryst. 12, 588 (1887).

Formel. C. F. Rammelsberg gibt folgende Atomverhältnisse:

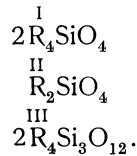
		I	I	II	III	
		R : Si	R : R	: R ₂	: Si	K, Na : H
Pfitsch ²⁾	Nr. 3	4,0 : 1	2,1 : 0,5	1 : 2,2		1 : 2
Pfitsch	Nr. 2	4,0 : 1	1,6 : 0,5	1 : 2,1		1 : 2
Habachtal	Nr. 4	3,0 : 1	2,3 : 0,5	1 : 3		1 : 3

Mit Unrecht stellt C. F. Rammelsberg den bariumhaltigen Magnesiaglimmer auch hierher.

¹⁾ Siehe das Vorkommen bei E. Weinschenk, Z. Kryst. 26, 481 (1896).

²⁾ Falsch ist der Fundort Sterzing. C. F. Rammelsberg, II. Erg.-Heft, 420.

Die beiden ersten Analysen geben: $\overset{\text{I}}{\text{R}} : \overset{\text{II}}{\text{R}} : \overset{\text{III}}{\text{R}_2} = 2 : 0,5 : 1$.
 C. F. Rammelsberg¹⁾ schreibt die Formel:



Für die Analyse 4 nimmt er eine besondere Formel an.

Man wird diese Glimmer auf die Formel $\overset{\text{I}}{\text{R}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8}$, vielleicht mit einem Überschuß von R_2SiO_4 zurückführen können, wenn $\text{R} = \text{Ba}, \text{Mg}, \text{Ca}$ ist.

Glimmerartige Zersetzungsprodukte verschiedener Mineralien.

Kataspillit.

Gehört vielleicht hierher.

Analyse.	Na ₂ O	5,25
	K ₂ O	6,90
	MgO	8,20
	CaO	7,43
	Al ₂ O ₃	28,95
	SiO ₂	40,05
	Glühverl.	3,22
		100,00

Im Biotitschiefer von Långban, Wermland; anal. L. J. Igelström, Öfv. af Ak. (Stockholm 1867), 14.

Vielleicht eine Cordieritpseudomorphose.

Eigenschaften. Vor dem Lötrohre leicht schmelzbar, durch Salzsäure zersetzbar unter Abscheidung flockiger Kieselsäure. Härte 2—3.

Aschgrau, perlmutterglänzend.

Mikarell.

Zweifelhaftes Mineral.

Analyse.	K ₂ O	11,2
	Al ₂ O ₃	23,6
	MnO	1,6
	CaO	0,8
	Fe ₂ O ₃	8,6
	SiO ₂	54,6
	H ₂ O ,	1,2
		101,6

Stolpen (Sachsen); anal. Ficus, Schweiggers Journ. **26**, 280 (1819).

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 1896, 121.

Killinit.

Wahrscheinlich pseudomorph nach Spodumen.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
Li ₂ O	0,46	0,32	—	0,04
Na ₂ O	—	0,78	0,35	0,44
K ₂ O	4,94	7,24	9,64	7,68
MgO	—	0,48	—	—
CaO	1,45	0,77	—	0,17
MnO	—	0,04	0,64	0,72
FeO	3,27	2,33	0,33	0,42
CoO	—	0,04	—	—
Al ₂ O ₃	33,24	32,52	34,72	32,36
Fe ₂ O ₃	—	—	0,54	0,79
SiO ₂	52,89	46,80	48,93	53,47
H ₂ O	3,67	7,66	5,04	4,07
	99,92	98,98 ¹⁾	100,19	100,16

1. Von Killiney Hill bei Dublin; anal. C. W. Mallet nach C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1853, 148.

2. Von Chesterfield, Hampshire Co. (Mass.); anal. A. Julien, N. York Acad. Sc. 1879, I, 318.

3. Von Branchville (Connect.); anal. F. P. Dewey bei G. J. Brush u. E. S. Dana, Z. Kryst. 5, 210 (1881).

4. Von ebenda; anal. S. L. Penfield, wie oben.

Eine Formel läßt sich wegen der abweichenden Zusammensetzung der verschiedenen untersuchten Vorkommen nicht geben. Nach G. J. Brush und E. S. Dana erklären sich die Abweichungen durch Verunreinigungen, da die Hauptmasse, welche einem Glimmer entspricht, noch durch Kieselsäure verunreinigt ist. Der Lithiumgehalt deutet nach meiner Ansicht auf Verunreinigung durch Spodumen.

C. F. Rammelsberg stellt den Killinit zu Pinit.²⁾

Eigenschaften. Nach den letztgenannten amerikanischen Autoren: 2,623–2,652. Härte 3–4. Grünlichgrau oder olivengrün. Fettig.

Vor dem Lötrohre unter Erglühen ziemlich schwer zu weißem Email schmelzbar. Durch Salzsäure nicht zersetzbar. Gibt im geschlossenen Rohre Wasser. Ziemlich vollkommen spaltbar nach einer Richtung.

Kommt im Granit mit Spodumen, Granat, Turmalin vor; ist wohl ein Zersetzungsprodukt von Spodumen.

¹⁾ Dazu 1,14% organische Substanz.

²⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 657.

Kryptokristallin.		Hygrophillit.				
Analysen.	1.	2.	3.	4.	5.	
δ	2,670	2,415	—	—	2,65	
Na ₂ O	1,36	0,64	0,18	1,32	} 6,25	
K ₂ O	5,67	5,33	4,60	4,08		
MgO	1,72	0,29	0,52	2,37	0,33	
CaO	1,15	0,22	0,20	0,84	0,95	
FeO	3,26	1,68	0,68	2,76	3,17	
MnO	—	0,12	—	—	—	
Al ₂ O ₃	32,06	26,68	34,82	32,82	31,72	
Fe ₂ O ₃	—	—	2,57	—	0,28	
SiO ₂	48,42	56,64	47,02	48,60	48,56	
H ₂ O	9,02	9,13	8,35	8,83	9,28	
	102,66	100,73	98,94	101,62	100,54	

1. Katharina-Schacht bei Wettin; anal. A. Laspeyres, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1873, 147.
2. Reuschbach (Pfalz); anal. A. Schwager bei C.W. Gumbel, N. JB. Min. etc. 1878, 385.
3. Nil St. Vincent (Belgien); anal. A. Renard, Bull. Ac. Belgique 1881, II, Nr. 9.
4. Zersetzungsprodukt des Oligoklas, Wildschapbachtal (Baden); anal. Killing bei Fr. Sandberger, Erzgänge (Wiesbaden 1882); Z. Kryst. 7, 411 (1884).
5. Aus Cordierit-Feldspat gebildet, von Unter-Lhotka, Kunstadt (Mähren); anal. J. Kovář, Z. f. chem. Ind. 1899; nach Ref. Z. Kryst. 34, 706 (1901)

Eigenschaften. Dichte sehr verschieden angegeben, wie aus den bei den Analysen gegebenen Zahlen hervorgeht.

Im Kölbchen zerknistert das Mineral und gibt Wasser.

Vor dem Lötrohre unschwer zu blasigem Email schmelzend. Stark hygroskopisch. Das lufttrockene Pulver kann bis 17% seines Gewichtes Wasserdampf adsorbieren.

In konzentrierter Salzsäure, wie auch in kochender Kalilauge langsam, aber völlig löslich.¹⁾

Gongylit.

Ein Umwandlungsprodukt²⁾ von Skapolith (oder vielleicht von Cordierit), wird häufig den Glimmern angereicht.³⁾

Na ₂ O	0,45
K ₂ O	4,46
MgO	5,90
CaO	0,77
MnO	0,32
Al ₂ O ₃	21,80
Fe ₂ O ₃	4,80
SiO ₂	55,22
H ₂ O	5,77
	99,49

Aus Talkschiefer von Kuusamo (Finnl.); anal. Thorfeld, Acta Soc. fenn. 3, 815.

Eigenschaften. Dichte 2,7. Härte 4—5. Abgerundete Kristalle. Farbe gelblich bis gelblichbraun.

¹⁾ Siehe über die Eigenschaften A. Laspeyres, l. c.

²⁾ F. J. Wijk, Z. Kryst. 7, 189 (1884).

³⁾ Siehe P. Groth, Tabl. systém. (Genève 1904).

Alurgit.

Glimmerartiges Mineral, monoklin.

δ	2,835–2,849
Na ₂ O	0,34
K ₂ O	11,20
MgO	6,02
MnO	0,18
Al ₂ O ₃	21,19
Mn ₂ O ₃	0,87
Fe ₂ O ₃	1,22
SiO ₂	53,22
H ₂ O	5,75
	99,99

Aus den Mangangruben von St. Marcel (Piemont); anal. S. L. Penfield, Am. Journ. 46, 288 (1893); Z. Kryst. 25, 277 (1896).

Formel. Nach S. L. Penfield ist diese: $HR_2(AlOH)AlSi_4O_{12}$, wobei R=K, Na und (MgOH) ist. Al kann durch Mn und Fe vertreten sein.

Eigenschaften. Braunkupferrot, durch Mangan gefärbt.

Basisch spaltbar. Auf Spaltflächen perlmuttartig Glanz. Spaltblättchen sind biegsam und elastisch. Sechsstrahlige Schlagfigur. Zweiachsig $2E = 56,5-57^0$. Mit Schwefelsäure und konzentrierter Flußsäure Ätzfiguren.

Pinit.

Pinit ist ein glimmerähnliches Zersetzungsprodukt des Cordierits, welches in Pseudomorphosen nach diesem Mineral auftritt. Je nachdem die Umwandlung des Cordierits eine vollständige ist, oder nicht, tritt Magnesia in kleineren oder größeren Mengen auf, dasselbe gilt für Eisenoxydul. Bei vollständiger Zersetzung haben wir im wesentlichen ein wasserhaltiges Kaliumaluminiumsilicat, welches daher hier zu behandeln ist. Da jedoch eine Trennung von den eisen- und magnesiumreicheren nicht gut durchführbar ist, so wurde nur bei der Einteilung auf eine Trennung dieser verschiedenen Pinite Bedacht genommen, im übrigen aber sämtliche Pinite und verwandte Mineralien, wie Oosit hier angeführt.

Analysenzusammenstellung.*Eisen- und magnesiumarme Pinite.*

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
δ	—	—	—	—	—	2,8
Na ₂ O	0,15	1,78	0,74	—	—	Spur
K ₂ O	7,23	9,05	11,40	9,14	13,37	8,00
MgO	1,55	—	Spur	1,41	Spur	0,16
CaO	1,24	0,92	0,28	0,51	—	0,24
FeO	1,85	—	—	—	—	0,50
Al ₂ O ₃	31,17	31,80	36,47	32,29	38,11	38,89
Fe ₂ O ₃	—	3,92	—	3,49	—	—
SiO ₂	47,51	47,50	47,28	38,92	47,31	45,90
H ₂ O	9,02	5,03	4,39	4,27	1,05	5,20
Verlust	—	—	—	—	—	1,11
	99,72	100,00	100,56	100,03	99,84	101,00

1. Von Elbingerode (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1860, 269.
2. Von St. Pardoux (Auvergne); anal. C. de Marignac, Bibl. univers. Genève 4, 147 (1874).
3. Von Madison Co. (N. Carolina); anal. Ch. L. Reese bei F. P. Dunnington, Ch. N. 1884, 1301.
4. Von St. Pardoux (Auvergne); anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 656.
5. Von Madison Co. (N. Carolina); anal. C. H. Slaytor bei F. P. Dunnington, wie oben.
6. Aus Porphyry, vielleicht pseudomorph nach Nephelin, von Breag (Cornw.); anal. J. N. Collins, Min. Mag. 10, 8 (1891); Z. Kryst. 24, 202 (1895).

Eisenreiche Pinite.

	7.	8.	9.	10.
δ	2,91	—	—	2,77
Na ₂ O	0,95	0,95	0,64	0,91
K ₂ O	10,37	7,89	0,19	4,47
MgO	6,61	2,86	0,74	0,57
CaO	0,92	—	2,30	1,51
MnO	0,10	—	—	—
FeO	—	—	6,48	6,80
Al ₂ O ₃	28,50	31,64	29,30	18,05
Fe ₂ O ₃	5,64	6,57	—	—
SiO ₂	41,22	44,70	45,95	61,90
H ₂ O	5,67	5,39	14,83	5,79
	99,98	100,00	100,43	100,00

7. Von Aberdeenshire, spargelgrün, im Gneis; anal. F. Heddle, Min. Mag. 5, 17 (1882).
8. Von Chamounix (Sav.); anal. Ch. de Marignac, Bibl. univ. Geneve 4, 157 (1847).
9. Im Cordieritgneis von Bodenmais (Fichtelgeb.); anal. C. W. Gumbel, Geogn. Beschr. Bayerns 2, 242 (1868).
10. Aus Quarzporphyry vom Kapplertal (Baden); anal. Nessler bei Fr. Sandberger, Geogn. Beschr. d. Umgegend von Baden (Karlsruhe 1861), 25.

	11.	12.	13.	14.
Na ₂ O	0,72	—	0,40	4,36
K ₂ O	8,60	—	6,52	4,12
MgO	6,71	5,40	1,02	1,84
CaO	—	0,61	0,49	—
MnO	—	—	—	0,01
FeO	7,99	8,64	—	14,85
Al ₂ O ₃	31,06	38,60	27,65	28,70
Fe ₂ O ₃	—	—	8,71	—
SiO ₂	40,92	35,72	46,83	41,50
H ₂ O	3,22	10,96	7,80	4,99
	99,22	99,93	99,42	100,37

11. Aus hornfelsähnlichem Schiefer von Kameoka, Prov. Tumba (Japan); anal. T. Tamura bei Y. Kikuchi, J. Imp. Univ. Tokyo 3, 313 (1890); nach Ref. Z. Kryst. 20, 502 (1892).
12. Von Hanging Rock (N. S. Wales), aus Serpentin; anal. A. Liversidge, Z. Kryst. 8, 90 (1884).
13. Vom Schneeberg; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 656.
14. Aus Granit von Heidelberg; anal. A. Knop, N. JB. Min. etc. 1861, 148.

Formel. Wie aus der sehr schwankenden Zusammensetzung, welche die Analysen ergeben, hervorgeht, kann Pinit keine homogene chemische Ver-

bindung sein. C. F. Rammelsberg hat die Atomverhältnisse einer Anzahl Analysen berechnet:

		I	III	
		R	R ₂	Si : H ₂ O
Nr. 10	Kapplertal . . .	0,5	1	4,5 : 1,4
Nr. 7	Aberdeenshire . .	1,5	1	2,7 : 1,2
Nr. 13	Schneeberg . . .	0,34	1	2,8 : 1,3
	Penig	0,6	1	2,4 : 0,6
Nr. 14	Heidelberg . . .	0,4	1	1,8 : 0,7
Nr. 6	Breag	0,4	1	2 : 0,8

Eigenschaften. Weich, milde. Dichte 2,7—2,9.

Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar. Von Säuren schwer zersetzbar.

Oosit.

Varietät des Pinitis.

	1.
Na ₂ O	1,14
K ₂ O	4,94
MgO	0,22
Al ₂ O ₃	22,89
Fe ₂ O ₃	4,54
SiO ₂	58,69
H ₂ O	8,30 ¹⁾
	<hr/> 100,72

1. Oosit vom Oostal bei Geroldsau (Baden); anal. Nessler bei Fr. Sandberger, Geol. Beschr. von Baden (Karlsruhe 1861), 32.

Eigenschaften. Pseudomorphose aus Quarzporphyr, nach einem unbestimmten Mineral, dem Pinit nahestehend; weiß, sehr weich. Leicht schmelzbar.

Pinitoid.

Zersetzungsprodukt von Cordierit und von Feldspat.

Kryptokristallin.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	2,788	—	—	—	2,81
Na ₂ O	1,50	4,36	0,08	5,30	2,15
K ₂ O	5,86	4,12	4,13	5,40	10,13
MgO	0,49	1,84	0,41	0,85	1,15
CaO	—	—	—	—	1,44
MnO	—	0,01	—	—	—
FeO	8,94	10,64	2,92	—	—
Al ₂ O ₃	32,65	28,70	35,95	34,75	29,96
Fe ₂ O ₃	—	4,70	—	—	3,16
SiO ₂	47,77	41,50	50,82	49,08	45,24
P ₂ O ₅	—	—	—	—	0,32
H ₂ O	4,19	4,99	5,68	5,35	6,24
	<hr/> 101,40	<hr/> 100,86	<hr/> 99,99	<hr/> 100,73	<hr/> 99,79

1. Pseudomorphose nach Feldspat, in zersetztem Porphyr von Chemnitz; anal. A. Knop, N. JB. Min. etc. 1859, 560.

2. Pseudomorphose nach Cordierit im Ganggranit Heidelberg; anal. A. Knop, ebenda, 1861, 148.

¹⁾ Von dem Wasser entweichen 3,2% bei 100°.

3. Pseudomorphose nach Feldspat von Weinheim a. d. Bergstraße; anal. E. Cohen, Z. Kryst. 7, 405 (1883).
4. Umwandlungsprodukt des Kalifeldspats von Triebenreuth, im Porphyr; anal. L. v. Ammon bei C. W. Gumbel, Geogn. Beschr. Fichtelgeb. 1879, 182.
5. Umwandlungsprodukt des Oligoklas vom Gleichinger Fels, Fichtelgeb.; anal. A. Hilger, N. JB. Min. etc. 1879, 129.

Die Zusammensetzung ist, wie aus den Analysen hervorgeht, sehr verschieden, so daß eine einheitliche Formel nicht angängig ist, wahrscheinlich ist je nach dem Umwandlungsgrade die Zusammensetzung verschieden.

Eigenschaften. Härte 2—3. Graulichgrün bis ölgrün.

Lithiumkalium-Aluminiumglimmer (Lepidolith).

Synonyma: Lithionit.

Monoklin, wie Muscovit. Achsenverhältnis nicht bestimmt.

Die lithiumhaltigen Glimmer sind in Wirklichkeit, wie bereits S. 417 bemerkt, keine eigentlichen reinen Lithiumglimmer, sondern Lithium-Kaliumglimmer. Sie zerfallen in solche, welche wenig oder fast kein Eisen enthalten, zu welchen der Lepidolith gehört, und in eisenhaltige, welche als Zinnwaldit bezeichnet werden. Beide Abteilungen sind auch optisch verschieden.

Analysenzusammenstellung der Lepidolithe.

Da bei den verschiedenen Vorkommen keine wesentlichen chemischen Unterschiede existieren, so ist hier die Anordnung eine geographische. Die älteren Analysen wurden weggelassen, weil ihre Alkalienbestimmung fehlerhaft war und namentlich der Lithiumgehalt damals nicht exakt bestimmbar war, so daß der Lithiumgehalt zu niedrig ausgefallen war. Besonders E. Ludwig hat sich um die genaue Bestimmung des Lithiums Verdienste erworben.

<i>Europa.</i>						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
δ	—	—	—	2,83	—	—
Li ₂ O	5,38	1,23	5,88	5,9	4,22	1,43
Na ₂ O	0,35	1,46	—	— ²⁾	1,51	1,58
K ₂ O	13,85	10,59	10,78	11,4	9,87	10,51
MgO	—	1,42	—	—	0,97	0,96
CaO	—	—	—	—	1,25	0,63
MnO	0,85	0,88 ¹⁾	Spur	Spur	Spur	1,01
FeO	0,84	—	0,05	—	2,92	0,59
(CuO)	—	—	—	—	—	0,19
Al ₂ O ₃	25,27	28,07	27,80	26,2	24,68	26,43
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	—	1,01
SiO ₂	49,26	50,43	50,98	51,0	46,90	50,11
TiO ₂	—	—	—	—	—	0,20
(SnO ₂)	0,06	—	—	—	—	0,33
F	3,68	4,86	7,88	6,2	6,60	1,36
H ₂ O	1,76	—	0,96	2,2	2,98	1,91
(P ₂ O ₅)	—	—	0,05	—	—	—
	103,30	98,94	104,38	102,9	101,90	98,25
ab O = F ₂			3,32	2,6	2,77	
			101,06	100,3	99,13	

¹⁾ Mn₂O₃.

²⁾ Mit Cs₂O und Rb₂O.

1. Von Schüttenhofen (Böhmen); anal. R. Scharizer, Z. Kryst. **13**, 467 (1888). Berechnung siehe S. 453.
 2. Von Rozena (Mähren); anal. O. Reuter bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 521. Weitere Analysen unter Angabe der Grenzwerte siehe C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft I, 1886, 115.
 3. Von ebenda; anal. F. Berwerth, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. **27**, 345 (1877).
 4. Von Brassac (Tarn); anal. H. Arsandaux, Bull. Soc. min. **24**, 431 (1901).
 5. Aus Granit vom großen Waldstein (Fichtelgeb.); anal. V. Dürrfeld, Z. Kryst. **46**, 573 (1909). Angeblich „Zinnwaldit“.
 Spuren von As, Sb, Pb, Co, B.
 6. Aus Gneis von Tröstau bei Wunsiedel; anal. Th. Böttger bei Fr. Sandberger, N. JB. Min. etc., 1892, II, 37.

Asien.

δ	7.	8.	9.	10.
	—	—	2,883	—
Li ₂ O	4,88	5,65	4,60	2,19
Na ₂ O	0,32	0,54	1,55	—
K ₂ O	11,08	11,39	10,90	—
MgO	—	—	0,05	—
CaO	—	—	0,37	—
MnO	5,36	5,38	2,77	0,94
Al ₂ O ₃	21,23	22,20	17,76	21,15
Fe ₂ O ₃	—	—	3,25	3,59
SiO ₂	50,26	50,96	53,34	52,91
F	8,58	8,71	7,78	—
H ₂ O	—	—	0,65	5,97
			103,02	
ab O = F ₂			3,28	
			99,74	

7. u. 8. Von Juschakowa (Ural). Beide Zahlenreihen sind die Grenzwerte; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft I, 1886, 115.
 9. Von Tanokama Yama (Japan); anal. F. A. Genth, Am. Journ. **44**, 381 (1892); Z. Kryst. **23**, 598 (1894).
 10. Zersetzter stark wasserhaltiger Lepidolith von ebenda; anal. wie oben.

Die nächste Analyse zeigt einen Lepidolith mit merklichem Gehalt an Rubidium und Cäsium.

	11.
Li ₂ O	5,31
Na ₂ O	1,91
K ₂ O	9,84
Rb ₂ O + Cs ₂ O	2,64
MgO	0,20
CaO	0,25
Al ₂ O ₃	25,25
Fe ₂ O ₃	0,05
SiO ₂	50,80
F	5,22
H ₂ O	0,71
	102,18
ab O = F ₂	2,2
	99,98

11. Mit Turmalin, rubidiumhaltigem Beryll in Gängen, welche die Biotitgneise durchsetzen, vom Urgutschantal (Transbaikalien); anal. Bjelussow bei S. Kusnezow, Bull. Acad. St. Pétersbourg, 1910, 711; nach N. JB. Min. etc. 1912, I, 423.

	<i>Amerika.</i>				
	12.	13.	14.	15.	16.
Li ₂ O . . .	3,98	4,09	5,08	4,20	4,90
Na ₂ O . . .	0,41	0,79	—	2,11	1,06
K ₂ O . . .	10,71	10,89	12,34	11,38	11,01
MgO . . .	—	—	—	—	0,02
CaO . . .	—	—	—	—	0,16
MnO . . .	—	—	Spur	Spur	0,20
FeO . . .	—	—	—	0,23	—
Al ₂ O ₃ . . .	28,30	28,43	28,19	24,99	25,96
Fe ₂ O ₃ . . .	—	—	—	0,30	0,31
SiO ₂ . . .	52,61	52,61	50,39	50,92	51,52
F	5,19	5,60	5,15	6,29	5,80
H ₂ O . . .	—	—	2,36	1,96	0,95
	<hr/>		103,51	102,38	101,89
ab O = F ₂	—		—	2,64	2,44
	<hr/>		99,74	99,45	

12. u. 13. Von Paris (Maine); anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft I, 1886, 215. Beide Zahlenreihen sind die Grenzwerte.

14. Von ebenda; anal. F. Berwerth, l. c. (vgl. Analyse 3).

15. Von Mt. Mica, Paris; anal. R. B. Riggs bei F. W. Clarke, Am. Journ. **32**, 356 (1886).

16. Von Black Mountain, Rumford (Maryl.); anal. wie oben.

	17.	18.	19.	20.	21.
Li ₂ O . . .	4,49	4,34	4,98	3,87	4,03
Na ₂ O . . .	0,74	2,17	1,43	0,13	} 13,40
K ₂ O . . .	12,21	8,03	10,51	8,82	
Rb ₂ O . . .	—	2,44	1,29	3,73	
Cs ₂ O . . .	—	0,72	0,45	0,08	
MgO . . .	0,07	—	0,01	0,02	—
CaO . . .	0,10	—	0,12	0,13	—
MnO . . .	0,08	0,55	0,17	0,07	0,23
FeO . . .	0,09	0,07	0,07	0,24	0,45
Al ₂ O ₃ . . .	28,30	27,30	25,26	28,80	25,40
Fe ₂ O ₃ . . .	0,29	0,31	0,20	0,40	0,87
SiO ₂ . . .	48,80	49,62	51,11	49,52	50,17
F	4,96	5,45	6,57	5,18	5,05
H ₂ O . . .	1,73	1,52	0,94	1,72	2,02
	<hr/>		101,86	102,71	101,62
ab O = F ₂	2,12	2,29	2,76	2,18	2,13
	<hr/>		99,74	100,53	99,49

17. Von Hebron (Maine), purpurfarbig; anal. R. B. Riggs bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 42; Am. Journ. **32**, 356 (1886).

18. Von Auburn (Maine); anal. wie oben.

19. Von ebenda, körnige Var.; anal. wie oben.

20. Von Norway (Maine), weiß; wie oben.

21. Von ebenda, bräunlich, feinkörnig; anal. wie oben.

	22.	23.	24.	25.	26.
Li ₂ O . . .	5,12	4,63	2,39	4,31	4,27
Na ₂ O . . .	2,28	2,39	1,59	1,94	1,41
K ₂ O . . .	10,60	10,69	10,37	10,65	10,30
MgO . . .	—	—	—	—	Spur
CaO . . .	—	—	Spur	Spur	0,10
MnO . . .	—	—	0,50	0,05	0,07
FeO . . .	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	22,70	23,97	28,71	25,62	26,78
Mn ₂ O ₃ . . .	1,34	1,29	—	—	—
Fe ₂ O ₃ . . .	0,80	0,82	0,11	0,12	0,60
SiO ₂ . . .	51,12	50,95	50,34	51,25	50,85
(P ₂ O ₅) . . .	0,04	0,04	—	—	—
F	6,38	6,11	5,02	7,06	6,71
H ₂ O bis 105°	2,05	1,91	—	—	—
H ₂ O über 105°			3,15	1,60	1,74
	102,43	102,80	102,18	102,60	102,83
ab O = F ₂ .	2,69	2,57	2,11	2,97	2,82
	99,74	100,23	100,07	99,63	100,01

22. Purpurrot, von Pala, Tourmalin-Queen Mine, S. Diego Co. (Californien); anal. W. T. Schaller, nach F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 287 (1910).

23. Bläulich-purpurrot, von ebenda; anal. wie oben.

24. Purpurrot von Pala; anal. wie oben.

25. Weiß von Pala; anal. wie oben.

26. Mesa Grande; anal. wie oben.

Afrika.

	27.	28.	29.
δ	2,7995	2,8037	2,9724
Li ₂ O	4,71	5,42	3,78
Na ₂ O	0,82	0,78	0,96
K ₂ O	10,14	10,11	9,11
MgO	0,09	0,17	0,13
MnO	0,58	0,24	1,74
FeO	—	—	9,65
Al ₂ O ₃	17,70	17,65	20,80
Fe ₂ O ₃	0,68	0,51	0,97
SiO ₂ ²	55,97	57,25	45,88
F	7,12	6,28	5,12
H ₂ O	2,24	1,38	1,48
	100,05	99,79	99,62

27.—29. Von Antsongombato, Madagaskar; anal. L. Duparc, M. Wunder und R. Sabot, Mém. soc. phys. et hist. nat. Genève, **36**, Heft 3, 283 (1910); N. JB. Min. etc. 1911, II, 356. Analyse 29 gehört vielleicht zum Zinnwaldit.

Hier noch eine Analyse, welche etwas von den übrigen abweicht.

	30.
δ	2,858
Li_2O	5,44
Na_2O	1,34
K_2O	10,73
MgO	0,36
MnO	4,19
Al_2O_3	21,16
Fe_2O_3	2,52
SiO_2	47,89
F	7,41
H_2O	1,90
	102,94
ab $\text{O} = \text{F}_2$	3,12
	99,82

30. Aus Granitgang Wakefield, Township, Ottawa (Quebek, Canada); anal. R. A. Johnston bei G. C. Hoffmann, Am. Journ. (4) 11, 149 (1901); Z. Kryst. 37, 72 (1903).

Diese Analyse ist durch ungewöhnlich hohen Mangengehalt ausgezeichnet.

Formel. C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnete folgende Verhältnisse:

Fundort	$\overset{I}{\text{H}}, \overset{I}{\text{R}} : \text{Al}_2 : \text{Si}$	$\overset{I}{\text{R}} : \text{Si}$	F : Si
Schüttenhofen, Analyse 1	3,5 : 1 : 3,1	2,9 : 1	1 : 2,7
Paris, Analyse 12 u. 13	2,2 : 1 : 3,1	2,7 : 1	1 : 3
" " 14	3,0 : 1 : 3,0	2,7 : 1	1 : 3,0
" " 15	3,3 : 1 : 3,4	2,7 : 1	1 : 2,6
Rumford, Analyse 16	2,8 : 1 : 3,3	2,9 : 1	1 : 2,8
Hebron, Analyse 17	2,8 : 1 : 2,9	3,0 : 1	1 : 3,5
Auburn, " 18	2,9 : 1 : 3,0	3,0 : 1	1 : 2,8
" " 19	2,9 : 1 : 3,3	2,7 : 1	1 : 2,5
Norway, " 20	2,6 : 1 : 2,0	3,0 : 1	1 : 3,0
" " 21	3,1 : 1 : 3,3	2,8 : 1	1 : 3,2
Rozena, " 3	2,0 : 1 : 3,2	2,7 : 1	1 : 2,0
Juschakowa, Analyse 7	2,4 : 1 : 3,4	2,5 : 1	1 : 1,8
Tanokama Yama, Analyse 9	2,6 : 1 : 4,0	2,2 : 1	1 : 2,2
Polyolithionit,	11,5 : 1 : 7,4	2,36 : 1	1 : 0

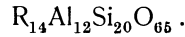
Analyse	$\text{H} : \text{R}_2$	Analyse	$\text{H} : \text{R}_2$
1	1 : 3,0	17	1 : 3,0
" 11	1 : 4,7	" 18	1 : 3,6
" 14	1 : 2,1	" 19	1 : 6,0
" 15	1 : 2,7	" 20	1 : 2,7
" 16	1 : 5,6	" 21	1 : 2,5

Er stellte die Formel auf:

$$\left\{ \begin{array}{l} 21 \text{R}_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{21}, \\ \text{R}_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{F}_{42}, \end{array} \right.$$

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. II. Erg.-Heft, 1895, 400.

Die Lithionglimmer von Rozena und Juschakowa sind kieselsäurereicher:



Wenn

$$F : Si = 1 : 2,$$

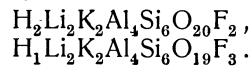
so hat man:

$$\left\{ \begin{array}{l} 6R_{14}Al_{12}Si_{20}O_{65}, \\ R_7Al_6Si_{10}F_{65}. \end{array} \right.$$

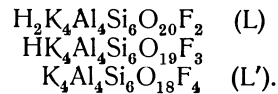
G. Tschermak¹⁾ rechnet aus den Analysen F. Berwerths folgende Verhältnisse:

	$H_2O : Li_2O : K_2O : Al_2O_3 : SiO_2 : F$
Paris . . .	1,31 : 1,69 : 1,31 : 2,74 : 8,40 : 2,62
Rozena . . .	0,54 : 2,05 : 1,15 : 2,70 : 8,49 : 4,15.

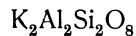
Es ergeben sich für Analyse 3 und 12 die Formeln:



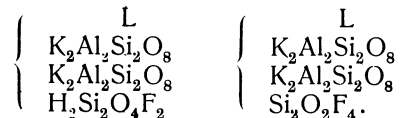
Die Berechnung stimmt gut überein mit den Analysendaten. Vereinigt man die isomorphen Elemente K und Li und zieht letzteres zu Kalium, so hat man die Verbindungen:



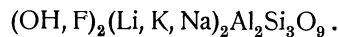
Man kann diese Verbindungen als Molekülverbindungen ansehen, und dann spielt die schon vom Muscovit bekannte Verbindung:



die Hauptrolle. Auch kann man die Formeln schreiben:

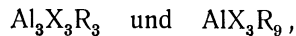


C. Hintze²⁾ schreibt die Formel des Lepidoliths nach P. Groth:

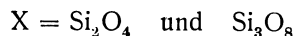


F. W. Clarke³⁾ hat andere Formeln gegeben, welche bereits bei Muscovit S. 434 erwähnt wurden.

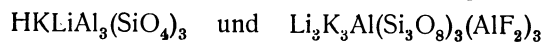
Wie alle Glimmer fallen auch die Lithionglimmer in die Grenzen, welche durch die Formeln:



wobei



ist, gegeben sind. Der Lepidolith ist eine Mischung speziell von:



zu gleichen Molekeln. Die Konstitutionsformeln siehe bei Muscovit (S. 434).

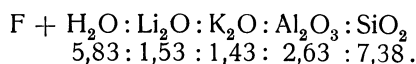
¹⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 141 (1879).

²⁾ C. Hintze, Mineralogie II, 515.

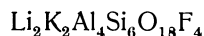
³⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. **38**, 384 (1889).

D. u. W. Asch¹⁾ nehmen neun verschiedene Glimmer an mit wechselndem Verhältnis $R_2O:SiO_2$ (vgl. S. 435).

V. Dürrfeld berechnet:



Die Zusammensetzung läßt sich auf das G. Tschermaksche Silicat



zurückführen.

Synthese. Wie wir bei der Synthese des Muscovits gesehen haben, gelingt die Darstellung eines Lithiumglimmers viel schwerer als die eines Kaliglimmers. Die Synthese des Zinnwaldits gelang (vgl. S. 462), dagegen wurde die Synthese des Lepidoliths nicht versucht.²⁾

Bei dem Schmelzen des Lithionits von Rozena bildeten sich Leucite, wahrscheinlich ein Kalium-Lithiumleucit, dann ein nephelinähnliches Produkt.

Dasselbe Mineral, mit Borsäure umgeschmolzen, ergab teilweise Leucit, teilweise Glas.³⁾

Chemisch-physikalische Eigenschaften.

Dichte 2,8—2,9. Härte 2.

Farbe weiß, pfirsichfarben, purpurrot. Die rote Färbung soll von Manganbeimengung herrühren. Graue und grünliche Färbungen, wie auch bläuliche sind selten. Perlmuttgerlanz.

Ebene der optischen Achsen meistens senkrecht zu (010); seltener, wie bei dem von Schüttenhofen in dieser Symmetrieebene.

Negative, starke Doppelbrechung. Winkel der spitzen Bisectrix zu der Normalen auf der Basis 15° . Brechungsquotienten nach R. Scharizer⁴⁾ $N_\beta = 1,5975$, $N_\gamma = 1,6047$ (Schüttenhofen).⁴⁾

Winkel der optischen Achsen sehr schwankend.

Schüttenhofen	$83^\circ 16'$ (rotes Licht)	$84^\circ 1'$ (Na-Licht) ⁵⁾
Sibirien	$72^\circ 42'$ " "	$73^\circ 2'$ " "
Wolkenburg	$57^\circ 13'$ " "	$57^\circ 10'$ " "
Penig	$59^\circ 24'$ und $32—36^\circ$ ²⁾	
Haddam	$77^\circ 10'$ (rotes Licht)	$76^\circ 34'$ " " ⁶⁾

Spezifische Wärme 0,2097 (J. Joly).⁷⁾

Vor dem Lötrohre sehr leicht unter Rotfärbung der Flamme zu weißem Email schmelzbar.

Von Säuren nur nach dem Schmelzen angreifbar.

Schwache deutliche alkalische Reaktion.⁸⁾ Nach G. Steiger⁹⁾ löst destilliertes Wasser in Lepidolith von Marix $0,18\%$ Na_2O .

¹⁾ D. u. W. Asch, Die Silicate (Berlin 1911).

²⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **10**, 82 (1888).

³⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 2.

⁴⁾ R. Scharizer, Z. Kryst. **12**, 5 (1887) und **13**, 464 (1888).

⁵⁾ M. Bauer, Pogg. Ann. **138**, 364 (1869).

⁶⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **2**, 47 (1878).

⁷⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1887).

⁸⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 312.

⁹⁾ G. Steiger, Journ. Am. Chem. Soc. **21**, 437 (1899); Z. Kryst. **44**, 205 (1901).

Neuerdings wurden an dem Vorkommen aus Madagaskar neue Bestimmungen von L. Duparc, M. Wunder und L. Sabot¹⁾ ausgeführt.

Brechungsquotienten	N_α	N_β	N_γ
Antsongobato	1,5562	1,5522	1,5388, 1,5370,
Antaboko	1,5621	1,5570	1,6521,
Dunkler Glimmer von da	1,6521	1,6476	1,5880.

Optischer Achsenwinkel

Antsongobato	$2V = 74^\circ 38'$ (Li-Licht)	$74^\circ 23'$ (Na-Licht)	$74^\circ 05'$ (Tl-Licht),
"	$2E = 74^\circ 38'$ " "	$74^\circ 23'$ " "	$74^\circ 05'$ " "
Antaboko	$2E = 74^\circ 34'$ " "	$74^\circ 00'$ " "	$73^\circ 16'$ " "
Dunkler Gl. von ebenda	$2V = 31^\circ 02'$		
Dunklere Platte, von ebenda	$2E = 57^\circ 17'$	$2V = 33^\circ 50'$.	

V. Dürrfeld²⁾ fand an dem von ihm analysierten Zinnwaldit (vgl. S. 494) $2E = 47^\circ 10'$ (Na-Licht) und $47^\circ 10'$ für Li-Licht.

Luminescenz. Lepidolith zeigt nach E. Engelhardt³⁾ schwache braunrote Luminescenz mit ultravioletten Strahlen. Nach W. Vernadsky⁴⁾ schwache Triboluminescenz.

Die Mittellinie liegt genau senkrecht zur Spaltrichtung.

Seltene Bestandteile. Rubidium und Cäsium kommen in vielen Lepidolithen vor, sind aber meistens nicht quantitativ bestimmt worden (siehe Analysen 16, 17 und 18). A. v. Schrötter⁵⁾ wies in Lepidolith von Rozena außer diesen Elementen auch Thallium nach.

L. W. Page fand nach J. W. Mallet⁶⁾ im Lepidolith von Chutin Nagpur (Bengalen), 0,070 Rb₂O.

Polyolithionith.

Analysen.

	1.	2.
Li ₂ O	9,04	8,24
Na ₂ O	7,63	1,61
K ₂ O	5,37	11,05
FeO	0,93	—
MnO	—	0,31
Al ₂ O ₃	12,57	10,24
Fe ₂ O ₃	—	4,02
SiO ₂	59,25	58,68
F	7,32	8,16
	102,11	102,31
ab O=F ₂	3,08	3,44
	99,03	98,87

¹⁾ L. Duparc, M. Wunder u. L. Sabot, l. c.

²⁾ V. Dürrfeld, Z. Kryst. **46**, 573 (1909).

³⁾ E. Engelhardt, Inaug.-Diss. Univ. Jena 1912, 24.

⁴⁾ W. Vernadsky, N. JB. Min. etc. 1912, I, 381.

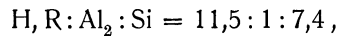
⁵⁾ A. v. Schrötter, Sitzber. Wiener Ak. **48**, 730; **50**, 268.

⁶⁾ J. W. Mallet, Ch. N. **44**, 208 (1881); Z. Kryst. **9**, 631 (1884).

1. Von Kangerdluarsuk (Grönl.); anal. J. Lorenzen, Z. Kryst. **9**, 252 (1884), optisch dem Zinnwaldit nahestehend.
2. Von ebenda; anal. Chr. Winter bei G. Flink, O. Böggild etc. Medd. om Grönl. 1899, 24; Z. Kryst. **34**, 667 (1901).

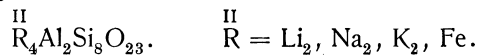
Chemisch weicht dieser Glimmer vom Lepidolith, wie vom Zinnwaldit bedeutend ab, da er einen sehr hohen Kieselsäuregehalt und viel mehr Lithium und Natrium als Kalium enthält. Entsprechend ist der Tonerdegehalt unverhältnismäßig gering. Eine Einreihung ist daher schwierig.

C. F. Rammelsberg berechnet das Verhältnis:

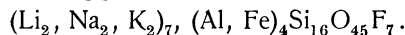


während es für die Lepidolithe = 2,5:1:3 ungefähr ist. Es ist daher vom chemischen Standpunkte aus das Mineral nicht gut zu den Lepidolithen zu stellen.

Formel nach J. Lorenzen:



Nach G. Flink, O. Böggild und Chr. Winter ist die **Formel** ¹⁾:



Dichte 2,701. Härte 2,5. Farbe: gelblich oder lichtgrün. Doppelbrechung negativ. Vor dem Lötrohre leicht schmelzbar.

Irvingit.

Eine wenig abweichende Varietät des Lepidoliths ist der Irvingit, für den ein neuer Name eigentlich überflüssig ist.

Analyse.

Li ₂ O	4,46
Na ₂ O	5,14
K ₂ O	9,12
MnO	0,09
CaO	0,20
MgO	Spur
FeO	0,53
Al ₂ O ₃	18,38
Fe ₂ O ₃	0,32
SiO ₂	57,22
F	4,58
TiO ₂	0,14
H ₂ O bei 110 ^o	1,66
	101,84
ab O = F ₂	1,93
	99,91

Von Wausau, Wisconsin; anal. V. Lenher bei S. Weidman, Am. Journ. **23**, 451 (1907); N. JB. Min. etc. 1909, I, 190.

Diese Lithioglittervarietät nähert sich im Kieselsäuregehalt dem Polyolithionit, enthält aber weniger Lithium.

Eine Formel wurde nicht berechnet.

Eigenschaften. Farbe grauweiß bis gelb, auch rötlichweiß. Zäh, elastisch,

¹⁾ Richtiger ist O_{41,5}, da die äquivalente Menge Sauerstoff abzuziehen ist.

leicht schmelzbar. Winkel der optischen Achsen größer als bei Lepidolith und Zinnwaldit.

Kommt mit Quarz, Alkalifeldspat, Krokydolith, Riebeckit, Akmit, Percivalit und Lepidomelan vor.

Lithiumkaliumeisenglimmer, Zinnwaldit.

Monoklin, Achsenverhältnis ähnlich Biotit.

Synonym: Eisen-Lepidolith.

Varietäten: Rabenglimmer, Kryophillit.

Analysezusammenstellung.

Die Einteilung erfolgt derart, daß die eisenreichen von den eisenarmen getrennt werden; zu letzteren gehört der Kryophillit.

A. Eisenreiche.	1.	2.	3.	4.
Li ₂ O	3,36	3,28	4,06	4,33
Na ₂ O	0,54	0,42	1,55	—
K ₂ O	10,58	10,46	10,88	9,62
MgO	0,18	—	0,20	—
CaO	—	—	0,56	—
MnO	1,57	1,75	—	1,53
FeO	10,12	11,61	10,10	12,57
Al ₂ O ₃	21,83	22,50	20,23	20,35
Fe ₂ O ₃	1,35	0,66	1,00	—
SiO ₂	46,86	45,87	45,35	47,01
F	8,11	7,94	7,08	1,43
H ₂ O	0,60	0,91	3,10	1,53
Cl	—	—	—	0,40
	105,10	105,40	104,11	98,77

1.—3. Sämtliche von Zinnwald. 1. Anal. C. F. Rammelsberg, Mittel zweier Analysen, Min.-Chem. II. Suppl. 1895, 418; 2. anal. F. Berwerth, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 346; 3. anal. Schöpfer bei C. F. Rammelsberg, wie oben.

4. Von Altenberg; anal. Stein, Journ. prakt. Chem. **28**, 295 (1883).

B. Eisenarme Zinnwaldite (Kryophillite).

	5.	6.	7.	8.	9.
Li ₂ O	1,14	4,06	4,93	4,83	5,03
Na ₂ O	0,72	—	0,92	0,95	0,60
K ₂ O	10,48	13,15	10,66	10,65	10,54
MgO	—	0,76	0,03	0,17	Spur
CaO	0,45	—	0,12	Spur	Spur
MnO	1,20	0,31	0,24	0,06	0,32
FeO	—	7,98	6,35	7,66	6,08
Al ₂ O ₃	27,20	16,77	16,89	16,22	16,39
Fe ₂ O ₃	5,20	1,97	2,63	2,21	4,11
SiO ₂	50,88	53,46	51,96	51,46	52,17
F	4,15	2,50	6,78	7,44	7,02
H ₂ O	—	—	1,22	1,06	1,43
	101,42	100,96	102,73	102,71	103,69
ab O = F ₂			2,86	3,11	2,95
			99,87	99,60	100,74

5. Von Breag (Cornwall); anal. S. Haughton bei J. H. Collins, Miner. (Cornwall 1876), 62.

6. Kryophillit von Cape Ann bei Rockport (Massach.); anal. J. P. Cooke, Am. Journ. 43, 217 (1867).

7.—9. Von ebenda; anal. R. B. Riggs bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 42 u. N. 419, 288 (1910). 7. Schwarzgrün, glänzend; 8. grün, wahrscheinlich etwas angegriffen; 9. chloritähnlich, körnig.

	10.
δ	—
Li ₂ O	3,73
Na ₂ O	1,73
K ₂ O	9,20
MgO	—
CaO	0,24
MnO	1,38
FeO	6,35
Al ₂ O ₃	24,50
Fe ₂ O ₃	0,50
SiO ₂	46,80
SnO ₂	—
TiO ₂	—
F	8,63
H ₂ O ¹⁾	0,88
	103,94
ab O = F ₂	3,63
	100,31

10. York-Bezirk, Alaska; anal. W. T. Schaller, Z. Kryst. 44, 1 (1907). Mittelglied zwischen Zinnwaldit und Lepidolith.

Die folgende Analyse nimmt wegen ihres etwas niedrigeren Lithiumgehalts und wegen ihres sehr hohen Eisengehalts eine Ausnahmestellung ein. Sie wurde ausgeführt, um die Fr. Sandbergersche Erzführungstheorie des Glimmers zu prüfen. Es ist nicht angegeben, ob dieser Glimmer in dem optischen Verhalten zum Zinnwaldit gehört, chemisch müßte er sich diesem anreihen.

	11.
Li ₂ O	2,03
Na ₂ O	1,01
K ₂ O	8,64
MgO	1,19
CaO	0,48
FeO	18,69
Al ₂ O ₃	20,96
Fe ₂ O ₃	2,87
SiO ₂	37,29
TiO ₂	1,62
H ₂ O	3,31
F	—
(SnO ₂)	0,32
Unlöslich	10,60
	99,01

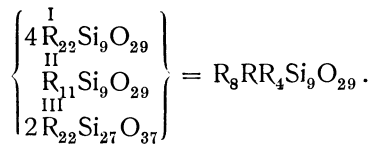
¹⁾ Glühverlust.

11. Aus Wilzschauer Granit (Freiberg); anal. H. Schulze bei A. W. Stelzner, Z. prakt. Geol. 1896, 377.

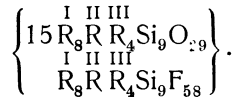
Formel. C. F. Rammelsberg berechnet für die Analysen folgende Atomverhältnisse:

	I	II	III	
	H, R	R	: R ₂	: Si
Analyse 1.	2,25	: 0,75	: 1	: 3,5
"	2	: 0,8	: 1	: 3,4
"	3	: 0,75	: 1	: 3,67
"	7	: 0,5	: 1	: 4,65
"	8	: 0,5	: 1	: 4,7
"	9	: 0,6	: 1	: 4,9
				F : Si

Seine Formel ist:



Nimmt man F:Si = 1:2,5, so hat man:

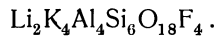


G. Tschermak¹⁾ berechnete die Analyse 2 und nimmt das Silicat des Lepidoliths an, sowie ein Eisensilicat.

Das Kalium-Lithiumsilicat (L') hat folgende Zusammensetzung:

Li ₂ O	4,07
K ₂ O	12,81
Al ₂ O ₃	28,07
SiO ₂	49,06
F	10,35
	104,36

daher:



Das Eisensilicat ist Fe₁₂Si₆O₂₄, welches enthält:

FeO	70,59
SiO ₂	29,41
	100,00

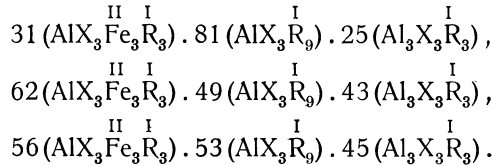
Man hat für jene Analyse 80,75 % des ersten Silicats und 19,25 % des Eisensilicats anzunehmen.

F. W. Clarke²⁾ nimmt für den Kryophillit nach der Analyse R. B. Riggs

¹⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 141 (1879).

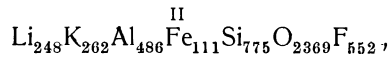
²⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. **38**, 384 (1889).

und für die Analysen F. Berwerths und C. F. Rammelsbergs folgende Mischungen an:

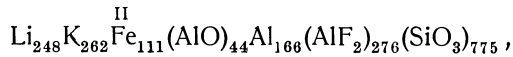


X bedeutet die Atomgruppen SiO_2 und Si_3O_8 ; R = Li, K, Na.

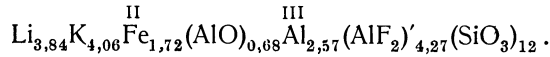
W. T. Schaller¹⁾ berechnet aus seiner Analyse:



oder als Metasilicat:

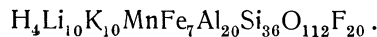


oder:

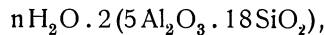


Nach Schluß des Manuskripts erschien noch eine Arbeit von D. Asch u. W. Asch über die Konstitution des Zinnwaldits.²⁾

Die Analysen, aus welchen F. W. Clarke seine Formeln berechnete, führen nach ihnen zu ein und derselben Formel, nämlich:

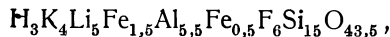


Man kann aus der Alumokieselsäure



wenn man einen Teil des Wasserstoffs durch Basisatome und einen Teil der O-Atome durch Fluor ersetzt, eine Konstitutionsformel ableiten.

Auf Grund der Analysen von R. B. Riggs (7—9) stellen sie die Formel auf:



welche von einer Alumokieselsäure



abzuleiten wäre.

Chemisch-physikalische Eigenschaften.

Seltene Bestandteile: A. v. Schrötter³⁾ konstatierte Cäsium und Rubidium, auch Thallium im Glimmer von Zinnwald. Fr. Sandberger⁴⁾ konstatierte im Zinnwaldit Sn, dann As, Cu, Bi und mitunter auch U.

Dichte nach dem Eisengehalt wechselnd 2,9—3,21. Härte 2—3. Farbe sehr verschieden von grauweiß und hellgelb bis dunkelbraun, dunkelgrün; auch schwarz beim Rabenglimmer. Glanz perlmuttartig. Der Kryophillit ist dunkelgrün.

¹⁾ W. T. Schaller, Am. Journ. **46**, 573 (1909); Z. Kryst. **44**, 7 (1907).

²⁾ D. Asch u. W. Asch, Z. Kryst. **54**, 584 (1915).

³⁾ A. v. Schrötter, Sitzber. Wiener Ak. **48**, 734; Journ. prakt. Chem. **85**, 460 (1862).

⁴⁾ F. Sandberger, Erzgänge (Wiesbaden 1882), 1. Heft.

Ebene der optischen Achsen die Symmetrieebene.

$$2E = 50^{\circ}36' \text{ (rotes Licht); } 50^{\circ}25' \text{ (Na-Licht); } 50^{\circ}5' \text{ (Ti-Licht)}$$

Neigung von

$$\alpha : c = 1^{\circ}18' \quad " \quad " \quad 1^{\circ}4' \quad " \quad " \quad 0^{\circ}57' \quad " \quad "$$

Die Werte wurden von G. Tschermak¹⁾ an Zinnwaldit von Zinnwald bestimmt. Bei Kryophyllit von Rockport fand er $2E = 56^{\circ}$; der Rabenglimmer zeigt einen Wert von fast 0.

Der Wert schwankt mit dem Eisengehalt von 10 bis über 60° .

H. Baumhauer²⁾ konstatierte das Vorhandensein von Ätzfiguren, welche von denen des Muscovits verschieden sind und asymmetrischen Charakter haben.

Vor dem Lötrohre zu schwarzem, magnetischem Glas unter Rotfärbung der Flamme.

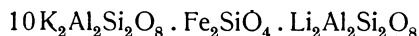
Säuren greifen ihn an. Nach A. Kenngott zeigt das Pulver alkalische Reaktion.

Synthese.

Ich³⁾ erhielt einen dem Zinnwaldit entsprechenden Glimmer³⁾ durch Zusammenschmelzen von Andalusit mit Fluoraluminium und Kieselfluorkalium unter Zusatz von Lithiumcarbonat im Verhältnisse: 4:2:3:1 bei dunkler Rotglut.

Die Farbe des erhaltenen Glimmers war lichtgelb bis lichtgrün; die Kristalle sind nach der Basis ausgebildet. Metallartiger Perlmutterglanz. Deutliche Spaltbarkeit. Dichte 2,79; Härte 2,5. Der Glimmer ist zweiachsig, mit größerem Achsenwinkel. Doppelbrechung negativ. Pleochroismus.

Ferner habe ich diesen Glimmer aus seinen Bestandteilen dargestellt. Es wurde die Mischung:



mit NaF zusammengeschmolzen.

Die erhaltenen Glimmerkristalle sind schwärzlich grün, großer Achsenwinkel. Daneben bildete sich ein nicht näher bestimmbares, vielleicht tetragonales Mineral.

Zinnwaldit ergab bei der Umschmelzung ein kalinephelinartiges Produkt, daneben Leucit in charakteristischen Kristallen; daneben hatte sich etwas Glas gebildet.⁴⁾

Genesis. Der Zinnwaldit ist ein Mineral der topas- und zinnerzführenden granitischen Gesteine (Greisen). Auch in Alkaligraniten kommt er vor. Wir haben offenbar ein Mineral vor uns, welches entweder sich in der Weise bildet, wie es die Synthesen zeigen, oder aber in manchen Fällen als pneumatolytisches Mineral.

Protolithionit.

Die Stellung dieses lithionhaltigen Glimmers ist zweifelhaft. Er wird vielfach den Biotiten zugerechnet, enthält aber wenig Magnesia; ich halte es

¹⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. 2, 39 (1878).

²⁾ H. Baumhauer, N. JB. Min. etc. 1876, 1. — Vgl. auch J. Wiik, Z. Kryst. 7, 187 (1883).

³⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 10, 79 (1888).

⁴⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 2.

für richtiger, ihn wegen seines Lithiumgehalts hier anzureihen. C. F. Rammelsberg stellte ihn zum Lithion-Eisenglimmer.

δ	2,98
Li ₂ O	3,39
Na ₂ O	0,71
MgO	0,97
CaO	0,78
FeO	12,42
Al ₂ O ₃	23,56
Fe ₂ O ₃	6,10
SiO ₂	39,04
TiO ₂	0,57
SnO ₂	0,22
N ₂ O	3,25
	99,52

Aus Turmalingranit von Eibenstock (Sachsen); anal. M. Schröder, Erl. geol. Karte Sekt. Eibenstock, 1884, 6. Optisch einachsigt.

K. Dalmer stellt ihn zu den Biotiten; er ist eine Mischung RAISiO₄ mit (Mg, Fe)₂SiO₄.

Leucit.

Synonyma: Amphigen (Amphigène), weißer Granat.
Regulär.

Analysezusammenstellung.

Die Einteilung folgt dem Natriumgehalte, so daß zuerst die natronfreien Leucite oder die sehr armen an Natrium, dann die mit merklichem Gehalt dieses Elementes angeführt werden.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O . . .	0,41	Spur	0,32	0,57	0,43	0,60
K ₂ O . . .	21,48	19,81	19,40	20,59	20,04	20,79
CaO . . .	—	0,42	0,83	—	0,32	—
Al ₂ O ₃ . .	22,85	22,12	23,65	23,22	23,26	24,08
(Fe ₂ O ₃) . .	—	0,59	—	—	—	—
SiO ₂ . . .	54,91	55,78	55,18	56,10	56,25	55,28
	99,65	98,72	99,38	100,48	100,30	100,75

1. Colli Cimini bei Viterbo; anal. H. Schulze, N. JB. Min. etc. 1880, II, 114.
2. Aus Lava vom Mte. Somma; anal. G. Freda, Gazz. chim. It. **13**, 498.
3. Acqua acetosa; anal. F. Berwerth, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1876, 67.
4. u. 5. Vesuv, aus Lava von 1811; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **96**, 142 (1859).
6. Vesuv, aufgewachsen; anal. derselbe, Min.-Chem. 1. Suppl. 1886, 151.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Na ₂ O . . .	Spur	0,33	0,71	0,93	1,21	1,41
K ₂ O . . .	20,52	21,08	19,83	18,61	19,83	18,90
(MgO) . . .	—	—	0,25	—	—	—
CaO . . .	—	—	0,99	0,91	0,43	0,20
Al ₂ O ₃ . . .	24,02	22,15	22,14	22,96	23,70	23,38
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	—	1,74	—	—	—
SiO ₂ . . .	55,37	55,16	54,54	57,24	55,21	56,04
H ₂ O . . .	—	1,04	1,33	—	—	0,32
	99,91	99,76	101,53	100,65	100,38	100,25

7. Monte S. Angelo bei Neapel; anal. L. Ricciardi, Gazz. chim. It. 1882, 130.

8. Rocca Monfina; anal. E. Scacchi in C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 151 (1886).

9. Marand, Persien; anal. V. Steinecke, Z. Naturw. **60**, 4 (1887); Z. Kryst. **17**, 110 (1890).

10. Vesuv, aus Lava 1858; anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **11**, 497 (1859).

11. Vom Vesuv, aufgewachsener Kristall; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **147**, 272 (1872).

12. Vesuv; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 537 (1876).

	13.	14.	15.	16.	17.	18.
δ	—	—	—	2,44	—	2,469
Na ₂ O . . .	1,23	1,50	1,75	0,70	1,25	1,31
K ₂ O . . .	15,18	19,53	17,12	18,86	19,54	20,34
(MgO) . . .	—	—	—	Spur	—	—
CaO . . .	1,80	0,26	Spur	0,10	0,16	0,11
Al ₂ O ₃ . . .	25,10	23,38	22,44	22,24	23,69	22,84
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	—	—	0,68	—	—
SiO ₂ . . .	54,94	55,58	57,28	54,46	55,40	55,25
H ₂ O . . .	2,13	—	1,41	2,29	0,24	—
	100,38	100,25	100,00	99,33	100,28	99,85

13. Vom Mte. Vulture; anal. L. Ricciardi, Gazz. chim. It. **17**, 216 (1887).

14. Vom Vesuv, Kristall; anal. G. vom Rath, wie Analyse Nr. 11.

15. Rocca Monfina; anal. G. Bischof, Chem. Geol. **2**, 479 (Bonn 1862).

16. Aus Missourit isoliert; anal. M. H. Wood u. L. V. Pirsson, Am. Journ. **2**, 318 (1896); Z. Kryst. **30**, 394 (1899).

17. Vom Vesuv; anal. G. Steiger bei F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4] **4**, 117 (1900).

18. Vesuv; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **112**, I, 370 (1903).

	19.	20.	21.	22.
δ	—	—	—	2,469
Na ₂ O . . .	1,10	1,34	1,090	1,31
K ₂ O . . .	17,76	18,31	19,495	20,34
CaO . . .	0,60	0,60	1,287	0,11
Al ₂ O ₃ . . .	22,50	23,30	23,727	22,84
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	—	Spur	—
SiO ₂ . . .	58,20	56,50	54,421	55,25
	100,16	100,05	100,020	99,85

19. u. 20. Beide aus Lava vom Mte. Somma. 19. Aus Lava von der Strada di Pompei. 20. Von Portici; anal. E. Casoria, Ann. R. Scuola Super. d'Agricoltura, 1904, Sept.; Z. Kryst. **42**, 88 (1907).

21. Aus der Lava des Schlosses Melfi (Mte. Vulture, Italien); anal. E. Casoria, ebenda **4**, 1 (1903); Z. Kryst. **41**, 275 (1906).

22. Vom Vesuv; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **112**, I, 1 (1903); vgl. S. 479.

Leucite mit merklichem Natriumgehalt.

	23.	24.	25.	26.	27.
Na ₂ O	1,98	2,15	2,539	2,80	2,95
K ₂ O	17,43	17,54	19,159	16,20	13,65
CaO	Spur	Spur	0,840	—	1,68
FeO	—	—	—	—	2,33
Al ₂ O ₃	24,35	23,99	21,63	25,30	22,92
(Fe ₂ O ₃)	—	—	Spur	—	—
SiO ₂	56,45	56,32	55,882	56,50	56,61
	100,21	100,00	100,05	100,80	100,14

23. Rocca Monfina; anal. G. Bischof, wie Analyse Nr. 15.

24. Von ebenda; anal. wie oben.

25. Aus Vesuvlava von 1895, Atrio del Cavallo; anal. E. Casoria, Ann. R. Sc. Agric. Portici **4**, 1 (1903); Z. Kryst. **41**, 278 (1906).

26. Vom Vesuv, sublimiert; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **147**, 272 (1872).

27. Von Meiches (Hessen); anal. A. Knop, N. JB. Min. etc. 1865, 685.

Leucit mit sehr hohem Natriumgehalt.

	28.	29.	30.	31.	32.
δ	—	—	—	2,48	—
Na ₂ O	6,40	3,77	3,90	6,43	6,04
K ₂ O	13,26	15,21	16,52	8,73	12,45
(MgO)	—	—	—	—	—
CaO	0,23	0,04	—	2,91	0,20
Al ₂ O ₃	23,07	22,99	24,23	24,83	22,85
(Fe ₂ O ₃)	0,48	—	—	—	0,14
SiO ₂	56,22	56,49	54,36	56,14	57,84
H ₂ O	—	1,48	0,64	—	0,59
	99,66	99,98	99,65	99,04	100,11

28. u. 30. Von Rieden; anal. G. Bischof, Chem. Geol. (Bonn 1864), II, 478.

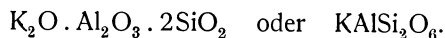
29. Vom Vesuv; anal. G. Bischof, Chem. Geol. (Bonn 1864), II, 479.

31. Pompeji; anal. F. Fouqué, N. JB. Min. etc. 1875, 395.

32. Vom Vesuv; anal. G. Bischof, wie Analyse 29.

Formel.

Die Leucite, welche rein sind und nur wenig Natrium enthalten, führen zu der Formel, welche durch das Verhältnis K₂O:Al₂O₃:SiO₂ = 1:1:2 ausgedrückt wird, also:



Demnach ist der Leucit ein Metasilicat.

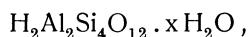
Der Natriumgehalt, welcher bei einer Anzahl von Leuciten ziemlich bedeutend ist, läßt die Beimengung eines analogen Metasilicats NaAlSi₂O₆ vermuten. Dieses Silicat kommt im Jadeit und im Glaukophan mehr oder

weniger rein vor. Es ist nicht anzunehmen, daß etwa das Nephelinsilicat $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ oder das Albitsilicat $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ beigemengt sei, weil solche Leucite mit höherem Natriumgehalt eine Verminderung, bzw. bei Annahme des letztgenannten Silicates eine Erhöhung des Kieselsäuregehaltes zeigen müßten, was durch die Analysen nicht bestätigt wird, daher die Wahrscheinlichkeit, daß es sich um eine Beimengung von $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ handelt, groß ist. Ein solcher Natriumleucit kommt in der Natur allerdings nicht vor und ist ein Natriumleucit nur künstlich dargestellt worden, auch hat J. Lemberg¹⁾ durch Natrium Kalium ersetzen können.

Ferner ist es gelungen, Kalium durch Beryllium zu ersetzen (siehe S. 473).

Konstitution.

Nach St. J. Thugutt²⁾ ist der Leucit nach seinem Verhalten gegenüber alkalischen Lösungen (siehe darüber S. 479), da eine Abspaltung von Basen oder von Kieselsäure nicht stattfindet, das Kaliumsalz einer beständigen komplexen Tonkieselsäure

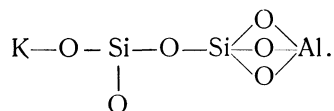


welche seiner Ansicht nach vielleicht im Anauxit (oder im Smegmatit, welcher nach meiner Ansicht jedoch ein Gemenge ist), im freien Zustande vorkommen soll.

Dagegen hatte J. Lemberg³⁾ sich den Leucit, wie auch den Analcim als aus zwei Endgliedern, einem basischen und einem sauren, zusammengesetzt gedacht, nämlich $\text{R}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ und $\text{R}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, deren Verhältnis 1 : 1 sein soll. Es lassen sich nämlich Leucite und Analcime mit anderem Kieselsäuregehalt darstellen; er bezieht sich auf die Leucite, welche aus Nephelin und Sanidin bestehen, welche er aber merkwürdigerweise nicht als Pseudomorphosen betrachtet. Ferner vermutet er einen Zusammenhang zwischen Andesin und Analcim, welche Ansicht jedoch von St. J. Thugutt bekämpft wird.

Von ganz anderen Gesichtspunkten geht G. Tschermak⁴⁾ aus. Er isolierte durch Behandlung mit Salzsäure bei Zimmertemperatur die Kieselsäure des Leucits; der Wassergehalt stimmt nicht mit der Metakieselsäure. Die pulverige Säure wird von kochender Sodalösung langsam gelöst. Mit der Hälfte der erforderlichen Menge von NaOH versetzt, löst sich nur die Hälfte der Säure, der Rückstand hat die Zusammensetzung H_2SiO_3 , demnach hat man eine höhere zusammengesetzte polymere Säure anzunehmen: $\text{H}_8\text{Si}_4\text{O}_{12}$. Es ist dies die Leucitsäure (vgl. Bd. II, 1, S. 37).

Die Konstitutionsformel ist nach G. Tschermak



¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 539 u. 612 (1876).

²⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 602 (1895).

³⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 991 (1885).

⁴⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **112**, II, 371 (1903).

Chemische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Schmelzpunkt nach A. Brun 1410 bis 1430°; nach C. Doelter 1305–1325°, nach E. Kittl 1320–1370°, siehe Bd. I, S. 658, 659.

Salzsäure zersetzt den Leucit unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure. Das Leucitpulver reagiert alkalisch nach A. Kenngott.¹⁾ Mit Kobaltsolution erhitzt, färbt sich der Leucit blau.

Einwirkung von Essigsäure. Diese Säure extrahiert aus Leucit bei gewöhnlicher Temperatur, nach Versuchen von E. Casoria,²⁾ 1,26% Leucitpulver, sechs Tage lang in Berührung mit von CO₂ gesättigtem Wasser, gab 0,23% K₂O an das Wasser ab.

Destilliertes Wasser mit einigen Tropfen alkoholischen Phenolphthaleins versetzt, zeigt mit Leucitpulver nach F. W. Clarke³⁾ alkalische Reaktion.

G. Steiger⁴⁾ hat auch die Löslichkeit in Wasser untersucht; Leucit vom Vesuv, welcher einen Totalgehalt von 21,39% an Alkalien enthielt, enthielt in der Lösung nur 0,06% Na₂O; die Temperatur betrug 70° F.

F. W. Clarke und G. Steiger⁵⁾ haben, wie bei einigen anderen Silicaten die Einwirkung von Chlorammonium auf Leucit versucht. Sie erhitzten das Mineral mit Chlorammonium und erhielten für den Rückstand folgende Zahlen (2); unter (1) ist die Zusammensetzung des frischen Leucits angegeben.

	1.	2.
NH ₃	—	7,35
Na ₂ O	1,25	0,25
K ₂ O	19,54	0,50
CaO	0,16	Spur
Al ₂ O ₃	23,69	26,44
SiO ₂	55,40	60,63
H ₂ O	0,24	5,17
	100,28	100,34

Physikalische Eigenschaften.

Dichte etwas schwankend, woran zum Teil auch die häufigen Verunreinigungen Schuld sind, 2,45–2,5.

Folgende Bestimmungen liegen, außer einer Anzahl älterer, welche weggelassen wurden, vor:

C. F. Rammelsberg, ⁶⁾ aus Lava von 1811	2,480
Derselbe, aus Lava von 1845	2,468–2,484
G. vom Rath, ⁷⁾ aus einem Kalksteinblock vom Vesuv	2,479
V. Goldschmidt ⁸⁾	2,464

¹⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 305 u. 432.

²⁾ E. Casoria, Ann. R. Scuola d'Agricolt. Portici 1904, 6; Z. Kryst. **42**, 88 (1907).

³⁾ G. Steiger, Journ. Am. Chem. Soc. **21**, 437 (1899); Z. Kryst. **34**, 204 (1901).

⁴⁾ F. W. Clarke, Journ. Am. Chem. Soc. **20**, 739 (1898); Z. Kryst. **32**, 608 (1900).

⁵⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4], **9**, 117 (1900); Z. Kryst. **36**, 63 (1902).

⁶⁾ C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **97**, 142 (1856).

⁷⁾ G. vom Rath, Pogg. Ann. Erg.-Bd. **6**, 198 (1873).

⁸⁾ V. Goldschmidt, Ann. d. k. k. naturh. Hofmus. **1**, 127 (1886).

L. Ricciardi, ¹⁾ aus Lava vom Mte. S. Angelo . . .	2,48
G. Tschermak, ²⁾ Leucit vom Vesuv aus Vesuvlava . . .	2,469
J. A. Douglas, ³⁾ für Vesuvleucit	2,480
Derselbe, nach dem Schmelzen	2,410

Weitere Bestimmungen siehe bei den Analysen.

Härte 5,5—6.

Sehr unvollkommen spaltbar nach (110). Bruch muschelrig.

Glasglanz, auf Bruchflächen Fettglanz. Farbe weiß, grauweiß, aschgrau. Durchsichtig, manchmal wasserhell. Zersetzte Leucite wenig durchscheinend, porzellanartig.

Doppelbrechung schwach. Brechungsquotienten $N_x = 1,508$, $N_y = 1,509$ für Na-Licht nach A. Des Cloizeaux.⁴⁾ K. Zimányi⁵⁾ beobachtete an vesuvianischen Kristallen $N = 1,5086$.

Optisch positiv. Ausnahmsweise zeigt der Leucit von Aqua acetosa nach G. Tschermak⁶⁾ negativen Charakter.

Optische Dimorphie. Nach seinem optischen Verhalten ist Leucit dimorph. Bei gewöhnlicher Temperatur ist der Leucit anisotrop, nicht regulär, sondern anscheinend quadratisch, da polysynthetische Zwillingsstreifung auftritt. Man bezeichnet, wegen der Schwierigkeit, zu bestimmen, welchem Kristallsystem die optischen Erscheinungen entsprechen, am besten den Leucit als pseudoregulär.

C. Klein⁷⁾ zeigte, daß bei beginnender Rotglut Leucit auch optisch regulär, also isotrop wird. Darüber haben auch S. L. Penfield,⁸⁾ O. Mügge und andere Untersuchungen angestellt, wobei die Umwandlungstemperatur mit 560° bestimmt ist. F. Rinne und R. Kolb⁹⁾ haben diese Umwandlung genauer verfolgt, indem sie einen eigenen Erhitzungsapparat benutzten, welcher auch für die Umwandlungserscheinungen bei Quarz verwendet wurde (siehe Bd. II 1, S. 1). Untersucht wurde gelblichweißer Leucit aus Campagnatuff. Bei 684° fing die Doppelbrechung an abzunehmen. Isotropie trat bei 714° ein, eine scharfe Temperaturgrenze fand sich überhaupt nicht vor, sondern es machte sich eine Verschleppung von etwa 30° geltend. Offenbar ist die Umwandlungsgeschwindigkeit keine große. F. Rinne führt dieses Intervall auf feste Lösung zurück, doch dürfte es richtiger sein, dies durch geringe Umwandlungsgeschwindigkeit, also Hysterese, zu deuten. F. Rinne und R. Kolb bestimmten bei 21° die Dispersion der Brechungsquotienten und fanden für die Linien a bis G' für $N = 1,5046$ bis $1,5188$. Beim Erwärmen verkleinern sich die Brechungsquotienten zunächst wenig, von 585° an wird der Abfall sehr bedeutend.

¹⁾ L. Ricciardi, Gazz. chim. It. 1882, 163.

²⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 112, 370 (1903).

³⁾ J. A. Douglas, Quart. Journ. geol. Soc. 63, 145 (1903); Z. Kryst. 46, 634 (1909).

⁴⁾ A. Des Cloizeaux, Minér. 1874, 34.

⁵⁾ K. Zimányi, Z. Kryst. 22, 338 (1894).

⁶⁾ G. Tschermak, Min. Mitt. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 67.

⁷⁾ C. Klein, N. JB. Min. etc. 1884, II, 50.

⁸⁾ S. L. Penfield, ibid. 1884, II, 224; siehe auch O. Mügge, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 14, 279 (1901).

⁹⁾ F. Rinne u. R. Kolb, N. JB. Min. etc. 1910, II, 154.

Hier die Zusammenstellung der Daten:

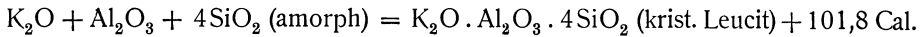
Linie	α -Leucit bei 21°	β -Leucit bei 750°
	<i>N</i>	<i>N</i>
<i>a</i>	1,5046	1,4903
<i>B</i>	1,5054	1,4912
<i>C</i>	1,5061	1,4921
<i>α</i>	1,5072	1,4931
<i>D₂</i>	1,5088	1,4947
<i>b₂</i>	1,5124	1,4985
<i>c</i>	1,5139	1,5002
<i>F</i>	1,5146	1,5009
<i>d</i>	1,5162	1,5023
<i>G'</i>	1,5188	1,5053
Dispersion <i>G'—a</i>	0,0142	0,0150

Bezüglich des Einflusses der Abkühlungsbedingungen auf die Umwandlung siehe auch L. Colomba.¹⁾ Ein allseitiger Druck von 6000 Atm. hatte keinen Einfluß.

Spezifische Wärme nach J. Joly²⁾ 0,1912, nach G. Tammann³⁾ 0,178 für 100°.

Die Kristallisationswärme nach G. Tammann³⁾ ist 26 cal. pro 1 g; die Lösungswärme nach derselben Quelle 507 cal. für kristallisierten Leucit, 533 cal. für amorphes $KAlSi_2O_6$.

Die Bildungswärme wurde von O. Mulert⁴⁾ bestimmt; zu diesem Zwecke bestimmte er die Lösungswärme in 20% iger Flußsäure. Die Lösungswärme pro Gramm beträgt 0,5187, pro Mol 226,8 Cal. Die Bildungswärme wird folgendermaßen berechnet:



Kristallisationsgeschwindigkeit nach C. Doelter⁵⁾ gering; die Kurve Kristallisationsgeschwindigkeit-Unterkühlung ist sehr flach.

Das Kristallisationsvermögen ist gering; Leucit erstarrt bei rascher Abkühlung ganz glasig.

Über Ätzfiguren siehe H. Baumhauer.⁶⁾

Luminescenz. J. Schincaglia⁷⁾ untersuchte Leucit auf Fluorescenz. Ich fand mit Radiumstrahlen keine Luminescenz.

Auch Triboluminescenz wird für Leucit von W. Vernadsky⁸⁾ nicht erwähnt.

Für Röntgenstrahlen ist Leucit weniger durchlässig wie Feldspat und gleich wie Muscovit.⁹⁾

¹⁾ L. Colomba, Rev. di Min. ital. **40**, 38 (1914); Z. Kryst. **42**, 85 u. 54, 390 (1914).
²⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1887).
³⁾ A. Bogojawlensky u. G. Tammann in G. Tammann, Kristallisieren und Schmelzen (Leipzig 1903), 57.
⁴⁾ O. Mulert, Z. anorg. Chem. **75**, 235 (1912).
⁵⁾ C. Doelter, ZB. Min. etc. 1903, 612.
⁶⁾ H. Baumhauer, Result. d. Ätzmethode 1894, 88.
⁷⁾ J. Schincaglia, nach Z. Kryst. **34**, 311 (1901).
⁸⁾ W. Vernadsky, N. JB. Min. etc. 1912, I, 381.
⁹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1896, II, 90.

Synthese.

A. **Aus Schmelzfluß.** Reinen gut kristallisierten Leucit erhielt P. Hautefeuille,¹⁾ indem er ein Gemenge von Kieselsäure, Kaliumaluminat und Kaliumvanadat bei 800—900° durch lange Zeit schmolz. Der Versuch dauerte 25 Tage. Es bildeten sich Ikositetraeder, deren dreikantige Ecken einen Winkel von 33°33' zeigen, während die vierzähligen Ecken 48°33' bei der Messung ergaben; manche sind nach allen Richtungen ausgebildet, während einige nach einer Symmetrieachse verlängert sind. Dichte der Kristalle 2,47. Die optischen Eigenschaften sind die der natürlichen Kristalle. In Salzsäure löslich.

St. Meunier²⁾ hat bei hoher Temperatur Chlorsilicium auf mit Ätzkali imprägnierten Aluminiumdraht einwirken lassen und erhielt bräunliche Ikositetraeder. Die Kristalle hatten folgende Zusammensetzung:

K ₂ O	(20,63)
Al ₂ O ₃	13,55
SiO ₂	55,83

St. Meunier fand sie isotrop, doch fanden F. Fouqué u. A. Michel-Lévy,³⁾ daß sie sich wie quadratische Kristalle verhielten; sie zeigten jedoch nicht die Zwillingsbildung der natürlichen Kristalle, auch ist ihre Doppelbrechung stärker als die der letzteren. Da sie aus tetragonalen Pyramiden mit Basis bestehen, so sind sie diesen Autoren zufolge nicht ganz dem natürlichen Leucit gleichzustellen.

Ich erhielt Leucit bei folgenden Versuchen⁴⁾:

Al₂SiO₅ wurde mit Fluornatrium bei Weißglut geschmolzen, wobei sich schöne große Kristalle bildeten, welche unter dem Mikroskope achtseitigen Durchschnitt und die Streifensysteme, wie sie die natürlichen Kristalle zeigen, aufwiesen. Es ist ein Natronleucit. Daneben bildete sich Nephelin. Beim Zusammenschmelzen einer Mischung von K₂O . Al₂O₃ . 2SiO₂ mit KF und NaF erhielt ich teils Kaliumnephelin, teils Kaliumglimmer, während bei einem anderen Versuche sich charakteristischer Leucit bildete. Die Mischung K₂Al₂Si₂O₈ mit KF und K₂SiF₆ ergibt gewöhnlich Muscovit (vgl. S. 438). Bei einem Versuche jedoch, bei welchem das Verhältnis der Stoffe 10:1:1/2 war, mußte, um den Schmelzfluß zu erreichen, die Temperatur zur Weißglut getrieben werden, und infolgedessen bildete sich kein Muscovit, sondern Leucit.

Umwandlung von Glimmer in Leucit. Beim Schmelzen von sibirischem Glimmer erhielt ich neben Glas und nephelinartigen Kristallen auch charakteristische Leucite.

Dasselbe Resultat ergab sich mit Lithionglimmer, daneben bildete sich ein nephelinähnliches Produkt.

Leucit läßt sich aber auch durch Zusammenschmelzen dieser Bestandteile kristallisiert erhalten, wie ich bei vielen Versuchen konstatierte (vgl. S. 471).

P. Hautefeuille hat auch durch Schmelzen von Kaliumglimmer mit Kaliumvanadat und längerem Erhitzen des Gemenges bei 800° Leucitkristalle

¹⁾ P. Hautefeuille, C. R. **90**, 313 (1880); Ann. École norm. sup. 2. Série 1880, 4.

²⁾ St. Meunier, C. R. **90**, 109 (1880).

³⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synthèse min. et roches (Paris 1881), 153.

⁴⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, II, 17.

erhalten. Unter denselben Bedingungen ergab Magnesiaglimmer einen unreinen Leucit.

P. Hautefeuille¹⁾ hat diese früheren Versuche später wieder aufgenommen. Er stellte Leucit durch Schmelzen von K_2O , Al_2O_3 , SiO_2 im Verhältnis 1 : 1 : 2 in einem Überschuß von neutralem Kaliumvanadat bei 600—800° dar; auch hier erhielt er wieder Ikositetraeder.

A. Duboin²⁾ erhielt wasserhelle glänzende Leucitkristalle (Ikositetraeder), als er Kieselsäure oder Kieselfluorkalium mit Tonerde bei Gegenwart eines Überschusses von Fluorkalium zusammenschmolz: sie zeigten die Zwillingsstreifung. Die Zusammensetzung war folgende:

K_2O	. . . . .	21,2
Al_2O_3	. . . . .	23,6
SiO_2	. . . . .	55,1
		99,9

Daneben bildete sich ein Kaliophilit (Kaliumnephelin) und ein Kaliumkryolith (vgl. S. 412).

Aus den Versuchen von A. Duboin und meinen geht hervor, daß dieselbe Mischung sowohl einerseits Leucit und Kaliumnephelin, als auch andererseits Kaliumglimmer ergeben kann. Während bei den Versuchen von A. Duboin²⁾ und den S. 470 erwähnten, von mir ausgeführten, sich Leucit neben Kaliumnephelin bildete, ergaben andere Versuche Glimmer (vgl. S. 438). Offenbar spielt die Temperatur hier die Hauptrolle; obzwar bei A. Duboins Versuchen nichts über die Temperatur mitgeteilt ist, so dürfte sie höher gewesen sein als bei meinen Glimmerversuchen. Bei diesen war die Temperatur nicht sehr hoch, so daß sich Glimmer bilden konnte. Den Kaliumkryolith hatte ich nicht erhalten, da bei meinen Versuchen offenbar die Fluorverbindung in das Silicat (Glimmer) eingegangen war. Außer der Temperatur dürften für die verschiedenen Resultate noch die Versuchsdauer, sowie die Fluormenge maßgebend sein.

Bildung von Leucit in künstlichen Gesteinen. F. Fouqué u. A. Michel-Lévy³⁾ haben zuerst Leucitgesteine dargestellt, und zwar gelang am besten die Kombination mit Augit. Die erhaltenen Kristalle sind meist nicht gut ausgebildet, indem sich eher weißliche Sphärolithe bildeten; nur bei langsamer Abkühlung durch lange Zeit bildeten sich deutliche Einzelkristalle. Leucit wurde auch erhalten, als sie ein Gemenge von Mikroklin und dunklem Glimmer erhitzten.

Wie ferner aus von mir ausgeführten Versuchen⁴⁾ hervorgeht, kann man Leucit ohne Zuhilfenahme eines Schmelzmittels aus seinen Bestandteilen erhalten; doch gelingt die Kristallisation viel besser, wenn durch Zusatz eines anderen Silicats (wie eben Augit) die Viskosität der Schmelze erniedrigt wird und wahrscheinlich ist der von P. Hautefeuille angewandte Zusatz von Vanadat von derselben Wirkung. Leucit hat eben eine geringe Kristallisationsgeschwindigkeit. Sowohl bei meinen Versuchen, als auch bei jenen von F. Fouqué u. A. Michel-Lévy bildeten sich in den künstlichen Leuciten

¹⁾ P. Hautefeuille u. A. Perrey, C. R. **107**, 786 (1888).

²⁾ A. Duboin, Bull. Soc. min. **15**, 191 (1898).

³⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synthèse min. et roches (Paris 1881), 153.

⁴⁾ C. Doelter, Petrogenesis (Braunschweig 1906), 92.

entweder kranzförmig oder radial verteilte Einschlüsse von Glas, wie sie für die natürlichen Kristalle charakteristisch sind.

Bei der Darstellung künstlicher Gesteine erhielten K. Petrasch¹⁾ sowie K. Schmutz²⁾ und G. Medanich³⁾ neben anderen Silicaten auch den Leucit.

K. Neugebauer erhielt schöne Leucitkristalle aus einer Augit-Leucitschmelze.

Verhältnis von Leucit zu Orthoklas. Durch Versuche von K. Bauer⁴⁾ K. Schmutz, K. Petrasch, ferner von J. Lenarđić,⁵⁾ welche in meinem Laboratorium ausgeführt wurden, hat es sich gezeigt, daß im Schmelzfluß die Umsetzung von Leucit in Orthoklas möglich ist, namentlich wenn Leucit mit Wolframsäure geschmolzen wird, entsteht leichter Orthoklas.

Synthese auf nassem Wege. Diese wurde von Ch. u. G. Friedel⁶⁾ durchgeführt, und zwar nach derselben Methode, nach welcher sie Nephelin und Sodalith dargestellt hatten (siehe S. 222 u. 241).

Auch hier war das Ausgangsprodukt der Muscovit. Es wurde Kaliglimmer mit der Hälfte seines Gewichtes geglühter Kieselsäure und 0,7% seines Gewichtes Kali in einer verschlossenen Eisenröhre mit Wasser bei 500° erhitzt. Der Versuch dauerte zwei Tage. Nach Öffnung der Röhre fanden sich darin Nephelinkristalle, Orthoklaskristalle und quadratische Kristalle, optisch negativ, sehr schwach doppelbrechend. Die Kristallkombination war die des Prismas mit der Pyramide, manche zeigten kompliziertere Formen; es kamen auch Zwillingsbildungen vor. Dichte 2,5. Die Kristalle sind vor dem Lötrohr unschmelzbar, und lösen sich in Salzsäure, unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure.

Aus den Zwillingsbildungen und den Kristallwinkeln, sowie aus den eben mitgeteilten Eigenschaften schließen Ch. u. G. Friedel auf Leucit.

Ferner erhielten Ch. u. G. Friedel Leucitkristalle, als sie ein Gemenge Kieselsäure, Tonerde und Ätzkali, welches der Zusammensetzung des Leucits entsprach, erhitzen; der Versuch dauerte 16 Stunden, nach dieser Zeit war das Wasser nicht mehr alkalisch.

Spätere Untersuchungen⁷⁾ ergaben, daß die durch Jodmethylen isolierten Kristalle folgende Zusammensetzung hatten:

K ₂ O	21,31
Al ₂ O ₃	22,30
SiO ₂	54,77
	98,38

Dadurch ist die Bestimmung als Leucit erwiesen.

Darstellung von Leuciten, welche in der Natur nicht existieren. P. Hautefeuille⁸⁾ stellt einen Leucit von der Zusammensetzung K₂Fe₂Si₂O₆, also einen Kalium-Eisenoxyd-Leucit dar. Es wurde dieselbe Methode angewandt, welche S. 470 beschrieben wurde, mit dem Unterschiede, daß Tonerde durch Eisen-

¹⁾ K. Petrasch, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 17, 498 (1903).

²⁾ K. Schmutz, N. JB. Min. etc. 1897, II, 124.

³⁾ G. Medanich, ibid. 1903, II, 20.

⁴⁾ K. Bauer, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 12, 535 (1899).

⁵⁾ J. Lenarđić, ZB. Min. etc. 1903, 750.

⁶⁾ Ch. u. G. Friedel, Bull. Soc. min. 13, 129 (1890).

⁷⁾ Ch. u. G. Friedel, ibid. 182.

⁸⁾ P. Hautefeuille, C. R. 90, 378 (1880). — Siehe auch F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synthèse d. min. et roches (Paris 1881), 151.

oxyd ersetzt war; noch günstiger ist es, wenn man dem Gemenge ein Prozent Kieselfluorkalium hinzufügt, nachdem die Mischung geschmolzen war. Tonerde darf nicht anwesend sein. (Offenbar ist die Avidität der Tonerde viel stärker als die des Eisenoxyds.) Die gebildeten Kristalle waren Ikositetraeder; die Farbe war grünlichgelb. Die Kristalle sind sehr stark doppelbrechend, im Gegensatz zu dem Aluminiumleucit.

Lithiumleucit. P. Hautefeuille und mit ihm F. Fouqué u. A. Michel-Lévy¹⁾ glauben, daß ein Lithiumleucit unter folgenden Bedingungen entsteht. Man erhält ihn, wenn man ein Gemenge von Kieselsäure und Tonerde in einem Überschuß von Lithiumvanadat oder Lithiumwolframat schmilzt. Das Silicat kristallisiert in Oktaedern, die Doppelbrechung ist schwach, Dichte 2,41. Gegen Säuren verhält er sich wie Kaliumfeldspat und ebenso bezüglich seiner Härte. Dieses Silicat entspricht einem Sauerstoffverhältnis 1:3:12. Es bildet sich auch ein ähnliches Produkt bei Anwendung eines Sauerstoffverhältnisses 1:3:10; hier ist die Doppelbrechung stärker.

Ob hier wirklich eine dem Spodumen dimorphe Substanz vorliegt, ist noch zweifelhaft. Wie wir sahen, ist die Verbindung $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ trimorph.

Dagegen gelang es mir bei der Umschmelzung von Lithiumkaliumglimmer einen Leucit darzustellen, welcher beide Metalle enthält, daher eine isomorphe Mischung der Silicate $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ und KAlSi_2O_6 ist. Es dürfte daher das Spodumensilicat $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ wohl auch in der Leucitform kristallisieren können.

Natriumleucit. Die Verbindung $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ haben wir im Jadeit, im Glaukophan, in kleineren Mengen auch im Ägirin kennen gelernt. Verschiedene Umwandlungsprodukte wurden als solche eines mit den obigen Silicaten im Verhältnisse der Polymorphie stehenden Natronleucits gedeutet. Wie schon früher S. 466 bemerkt, ist jedoch die Existenz eines Leucits, welcher vorherrschend Natrium gegenüber Kalium enthält, nicht erwiesen. Ich habe einen solchen Leucit dargestellt, indem ich Al_2SiO_5 mit Fluornatrium zusammenschmolz (vgl. S. 470).

Thalliumleucit. G. Steiger wandelte natürlichen Leucit in Thalliumleucit um (vgl. S. 480), ebenso wird unten von der Umwandlung durch Salmiak berichtet werden.

Einen Berylliumleucit stellten P. Hautefeuille u. A. Perrey²⁾ durch Zusammenschmelzen von Kali, Beryllerde und Kieselsäure in einem Überschuß von neutralem Kalivanadat bei neutraler Reaktion des Schmelzgemenges dar. Er soll die Formel $\text{K}_2\text{BeSi}_2\text{O}_6$ haben.

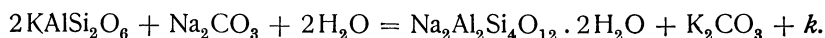
Umwandlung des Leucits.

Leucit ist sehr häufig Umwandlungen unterworfen; so wandelt er sich in Analcim um, ferner in Kaolin-ähnliche Massen; besonders interessant sind Leucite, welche sich in ein Gemenge von Kalifeldspat und Muscovit umwandeln. Endlich ist auch eine merkwürdige Spaltung von Leucit in Nephelin und Orthoklas beobachtet. Diese werden auch als Pseudoleucite betrachtet, und man hat angenommen, daß sie durch die Zersetzung eines Natronleucits entstanden sind. Ein solcher kommt in der Natur unzersetzt nicht vor.

¹⁾ Vgl. F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, *Synthèse d. min. et roches* (Paris 1881) 152.

²⁾ P. Hautefeuille u. A. Perrey, *C. R.* **107**, 786 (1888).

Ch. R. van Hise¹⁾ hat für einige Umwandlungsprozesse Formeln gegeben:
Umwandlung in Analcim.



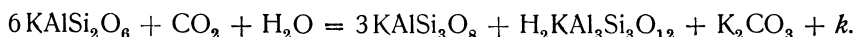
Wenn man das Carbonat vernachlässigt, so ist die Volumvermehrung 10,74%.

Umwandlung in Orthoklas und Kaolin.



Die Volumverminderung des Orthoklases im Vergleich zu Leucit beträgt 38,57%, während für Orthoklas und Kaolin sich eine Volumverminderung von 10,58% gegenüber dem Leucit ergibt.

Umwandlung in Orthoklas und Muscovit.



Gegenüber dem Volumen des Orthoklases und Muscovits, verglichen mit dem Volumen des Leucits, ergibt sich bei der Umwandlung, wenn das Kaliumcarbonat in der Lösung angenommen wird, eine Verminderung von 12,43%.

Analysen umgewandelter Leucite.

Umwandlung in Analcim.

	1.	2.	3.	4.
δ	—	—	—	2,259
Na_2O	11,09	11,94	8,76	12,30
K_2O	1,07	0,64	1,98	0,79
MgO	Spur	—	—	—
CaO	1,50	0,28	0,66	0,36
Al_2O_3	23,21	25,07	26,25	23,12
Fe_2O_3	0,80	—	—	0,60
SiO_2	53,45	53,39	53,32	54,72
H_2O	9,14	9,26	9,03	8,25 ²⁾
	100,26	100,58	100,00	100,14

1. Kaiserstuhl; anal. A. Cathrein in A. Knop, Der Kaiserstuhl 1892, 110.

2. Rocca Monfina (Italien); anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 445.

3. Harte Körner in zerreiblicher weicher Masse, ebenda.

4. Hauptmasse von Oberwiesenthal aus Leucitophyr; anal. A. Sauer, Z. Dtsch. geol. Ges. 37, 453 (1885).

Geringe Veränderung zeigen folgende Analysen:

	5.	6.	7.	8.	9.
δ	2,44	—	—	—	—
Na_2O	0,25	1,75	2,15	3,90	6,40
K_2O	19,31	17,12	17,54	16,52	13,26
CaO	0,25	—	—	—	0,23
Al_2O_3	23,15	22,44	23,99	24,23	23,07
Fe_2O_3	—	—	—	—	0,48
SiO_2	56,36	57,28	56,32	54,36	56,22
H_2O	0,74	1,41	—	0,64	—
	100,06	100,00	100,00	99,65	99,66

¹⁾ Ch. R. van Hise, Metamorphisme, 266.

²⁾ Glühverlust.

5. Rocca Monfina, weiche wachsglänzende Kristalle; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 443.
 6. Desgleichen, äußere Masse; anal. G. Bischof, Chem. Geol. 2, 479.
 7. Desgleichen, innere Masse; anal. wie oben.
 8. u. 9. Von Rieden (Laacher See), Kristalle außen verwittert; anal. G. Bischof, wie oben S. 478.

Weitere Zeolithbildungen aus Leucit untersuchte E. Casoria:

	10.	11.	12.
Na ₂ O	7,08	10,80	11,02
K ₂ O	2,55	2,32	0,64
MgO	1,69	2,77	1,17
CaO	5,45	5,38	3,50
Al ₂ O ₃	} 27,90	20,96	} 26,09
Fe ₂ O ₃		3,08	
SiO ₂	51,38	50,00	51,93
Glühv.	3,87	4,65	5,58
	<hr/> 99,92	<hr/> 99,96	<hr/> 99,93

10. Durch Seewasser veränderter Leucit, aus Lava von Calastro durch Schlämmen isoliert; anal. E. Casoria, Ann. R. Scuola d'Agric. Portici, 1904, Sept., nach Referat. Z. Kryst. 42, 88 (1907).

11. u. 12. Ebenso aus Lava von Granatello, Umgebung von Portici; anal. wie oben. In allen diesen Fällen handelte es sich um eine weiße zeolithartige Substanz; es dürfte sich um teilweise Analcimbildung handeln, wie bei den Versuchen von J. Lemberg (siehe S. 479).

Kaolinbildung.

Der S. 464 erwähnte Leucit (Analyse Nr. 19) ist in Kaolin umgewandelt.

	13.
Na ₂ O	3,48
K ₂ O	13,80
CaO	0,90
Al ₂ O ₃	23,90
SiO ₂	55,80
Glühverl.	12,03
	<hr/> 99,91

13. Aus Lava aus dem Untergrund von Pompeji; anal. E. Casoria, Ann. R. Scuola d'Agric. Portici 1904, 6; Z. Kryst. 42, 89 (1907).

Umwandlung in Kalifeldspat und Muscovit.

	14.	15.	16.	17.	18.	19.
Na ₂ O	15,19	3,03	1,02	0,31	0,52	9,28
K ₂ O	5,07	13,87	14,26	15,02	13,53	2,78
MgO	—	0,21	0,35	0,24	1,22	1,62
CaO	1,32	0,43	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	29,07	19,71	24,44	24,85	22,11	20,71
Fe ₂ O ₃	3,74	0,32	Spur	—	1,98	5,54
SiO ₂	40,40	62,84	60,71	58,96	60,46	58,60
H ₂ O	4,40	—	1,003	1,41	1,22	1,75
	<hr/> 99,19	<hr/> 100,41	<hr/> 101,783	<hr/> 100,79	<hr/> 101,04	<hr/> 100,28

14. Aus Leucitophyr von Oberwiesental (Sächs. Erzgeb.), in Salzsäure löslicher Teil (32,79% auf 100%); anal. A. Sauer, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 457 (1885). Summe unrichtig.

15. Der in Salzsäure unlösliche Teil (67,03%); anal. wie oben.

16. Kleine Pseudomorphosen vom Böhmisches-Wiesentaler Friedhof; anal. wie oben S. 458.

17. Große Pseudomorphosen von Gaherts Grundstück; anal. wie oben S. 462.

18. Große Pseudomorphosen von ebenda; anal. C. Bergemann, Journ. prakt. Chem. **80**, 418 (1860).

19. Große Pseudomorphosen von ebendaher, anal. Carius in R. Blums Pseudomorphosen **3**, 75 (Stuttgart 1863).

Die Pseudomorphosen bestehen nach Berechnung von A. Sauer zu $\frac{3}{4}$ aus Kalifeldspat, zu $\frac{1}{4}$ aus Kaliglimmer. A. Sauer hat auch das mit Salzsäure ausgezogene Pulver noch mit Schwefelsäure digeriert; in Lösung ging A, während der 72,75% betragende Rückstand die Zusammensetzung B hat.

	A	B
Na ₂ O	0,90	0,11
K ₂ O	9,53	16,97
Al ₂ O ₃	38,69	20,17
SiO ₂	(45,71)	63,40
H ₂ O	5,17	—
	100,00	100,65

Umwandlung in ein Gemenge von Nephelin und Sanidin (Pseudoleucit).

Diese Umwandlungsprodukte werden oft als „Pseudoleucite“ angeführt und auch auf einen ursprünglichen, in der Natur im unversehrten Zustand nicht bekannten Natron-Leucit zurückgeführt.

	20.	21.	22.	23.	24.
Li ₂ O	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Na ₂ O	6,38	1,22	7,60	16,79	2,00
K ₂ O	1,92	8,42	10,34	5,06	13,78
MgO	0,08	0,20	0,28	0,21	0,33
CaO	0,38	0,27	0,65	0,86	0,44
SrO	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Al ₂ O ₃	13,27	11,99	25,26	34,90	19,21
Fe ₂ O ₃					
SiO ₂	16,03	(39,03)	(55,06)	42,18	63,84
Glühverl. . . .	(1,78)	—	1,78	—	—
	39,84	61,13	100,97	100,00	99,60

Durch direkte Wägung 38,82 61,18 100,00

20. Löslicher Teil in Salzsäure.

21. Unlöslicher Teil.

22. Gesamtzusammensetzung.

23. Umrechnung des löslichen Teils auf 100°.

24. Umrechnung des unlöslichen Teils auf 100°.

Sämtliche Analysen stammen aus einem porphyrischen Ganggesteine des Nephelinsyenits der Magnet Cove-Region, Arkansas; anal. J. Fr. Williams, Ann. Rep. Geol. Surv. of Arkansas for 1890, II (1891); Z. Kryst. **22**, 425 (1894). Summe im Ref. unrichtig.

Die Umwandlung vollzieht sich nach der Formel:



Eine weitere Analyse eines Pseudoleucits ergab:

	25.
Na ₂ O	7,08
K ₂ O	8,49
MgO	0,21
CaO	0,43
Al ₂ O ₃	23,66
Fe ₂ O ₃	1,59
SiO ₂	58,15
Cl	Spur
H ₂ O	1,35
	100,96

25. Pseudoleucit von Ogilvie Range, Spotted Fawn Creek (Yukon-Territ.); anal. C. W. Knight, Am. Journ. **21**, 286 (1906); N. JB. Min. etc. 1907, I, 203.

Die Pseudomorphosen lassen Orthoklas, Skapolith, Nephelin, Biotit und ein wenig Plagioklas erkennen.

Berechnet man allen Orthoklas aus dem K₂O-Gehalte, so ergibt sich 50,04% Orthoklas, 32,38% Nephelin und 2,22% Anorthit.

T. T. Read u. C. W. Knight¹⁾ versuchten die umgekehrte Reaktion bei hoher Temperatur zustande zu bringen, indem sie das Feldspat-Nephelingelege erhitzten; es ergab sich jedoch kein Leucit, wohl aber bildete sich Glas.

Weitere Analysen sind folgende:

	26.	27.
Na ₂ O	4,95	9,55
K ₂ O	10,63	6,09
MgO	—	Spur
CaO	1,46	1,22
Al ₂ O ₃	21,93	23,88
Fe ₂ O ₃	0,67	3,12
SiO ₂	56,26	55,91
H ₂ O	4,16	1,46
	100,06	101,23

26. Pseudoleucit aus Borolanit von Cnoc-na Sroine-Massiv (Schottland); anal. J. Shand, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **22**, 441 (1906).

27. Pseudoleucit von der Serra da Tinguá nach H. Rosenbusch, zitiert nach J. Shand wie oben.

Umwandlung in Kaliophililit (Kaliumnephelin).

F. Zambonini beobachtete die Umwandlung in Kaliophililit in einem Kalkauswürfling vom Vesuv. Die Bildung des letzteren geht nach der Formel vor sich:



Die frei gewordene Kieselsäure wirkt auf den dolomitischen Kalkstein ein und bildet Augit.

Folgende Analyse eines zersetzten Leucits wird von F. Zambonini²⁾ als Pseudomorphose von Kaliophililit nach Leucit gedeutet.

¹⁾ T. T. Read u. C. W. Knight, Am. Journ. **21**, 294 (1906).

²⁾ F. Zambonini, Miner. Vesuv. Napoli 1910, 135.

	28.
δ	2,608
Alkalien	(18,1)
MgO	0,7
CaO	5,6
Al ₂ O ₃	34,5
SiO ₂	41,1
	<hr/> 100,00

28. Aus Kalksteinauswürfling vom Mte. Somma; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. 147, 264 (1872).

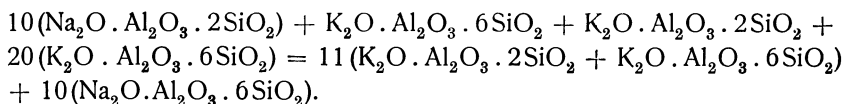
Umwandlung in Calciumcancrinit. Eine Analyse von G. Freda wird als Umwandlung in diesem Sinne von F. Zambonini gedeutet.

	29.
Na ₂ O	Spur
K ₂ O	5,60
MgO	3,96
CaO	26,83
Al ₂ O ₃	20,18
Fe ₂ O ₃	Spur
SiO ₂	38,40
CO ₂	4,27
	<hr/> 99,24

29. Vom Vesuv; anal. G. Freda, Rendiconti R. Accad. Napoli 1883, 261; siehe F. Zambonini, Miner. Vesuv. Napoli 1910, 135.

Weitere Umwandlungen werden von F. Zambonini erwähnt: in Sanidin und Hauyn, auch in Sanidin und Nephelin. A. Lacroix¹⁾ nennt solche in Plagioklas, speziell in Anorthit vom Vesuv, ferner in Davyn und Mikrosommit.

J. Lemberg²⁾ erklärt die Bildung von Nephelin aus Leucit dadurch, daß das basische Endglied des Leucits, welches er annimmt, sich mit einem Natrium-silicat nach folgender Gleichung zu Nephelin umsetzt:



Nephelin plus Orthoklas gleich Leucit plus Albit. Er meint, daß Leucit plus Albit sich bei niedrigem Druck, dagegen Orthoklas plus Nephelin bei hohem Druck bilden, was jedoch sehr hypothetisch sein dürfte. Ebenso sollen Leucit plus Olivin, Orthoklas plus Magnesia-Glimmer ergeben.

Versuche, welche ich ausführte,³⁾ zeigten, daß Lithionit geschmolzen eine Schmelze gibt, in welcher Leucite beobachtet werden, daneben bildet sich ein dem Nephelin ähnliches Gebilde. Lithionit, mit Borsäure geschmolzen, ergab Leucit neben Glas. Ebenso ergab die Umschmelzung von Kaliglimmer Leucit.⁴⁾

¹⁾ A. Lacroix, Nouv. Arch. du Muséum d'Hist. nat. Paris 9, 4 (1907).

²⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 40, 636 (1888).

³⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, 1, 2.

⁴⁾ C. Doelter, ibid. 17.

Eine Reihe von Versuchen, welche ich ausführte, gibt Aufschluß über wechselseitige Einwirkung von Glimmer, Leucit, Nephelin und Feldspaten, siehe unter Synthese (S. 470).

Künstliche Umwandlung des Leucits. J. Lemberg¹⁾ hat mittelst Lösungen von Natriumcarbonat oder von Chlornatrium den Leucit, in Analcim umgewandelt. Da die Versuche bereits bei Analcim angeführt wurden, so möge auf das dort Mitgeteilte verwiesen werden (S. 361 ff.).

Leucit wurde im Kristallwasser geschmolzen und in kristallisiertes $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ eingetragen und dann im Digestor durch 100 Stunden bei $190-200^\circ$ erhitzt.²⁾

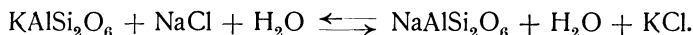
Das erhaltene Produkt hatte folgende Zusammensetzung:

	1.
Na_2O	21,03
Al_2O_3	29,60
SiO_2	40,52
H_2O	7,49
	98,64

Leucit bildet sich aus Analcim bei Behandlung mit KOH-Lauge, welche KCl enthielt (vgl. S. 360 bei A. Himmelbauer).

Man kann also durch NaCl Leucit in Analcim und diesen wiederum mit KCl in Leucit umwandeln. Auf diese Reaktionen ist die von A. Meyerhoffer entwickelte Theorie der reziproken Salzpaare anwendbar.³⁾

Die Formel des Prozesses ist:



Nach St. J. Thugutt⁴⁾ verläuft die Reaktion (nach rechts) sowohl bei gewöhnlicher Temperatur als auch bei 200° und sowohl in verdünnten, als auch konzentrierten Lösungen. Der Komplex RAISi_2O_6 ist sehr stabil. St. J. Thugutt hat dies durch folgenden Versuch gezeigt:

Leucit vom Vesuv (Analyse Nr. 2) wurde mit 500 ccm 1% iger Kalilauge 94 Stunden lang bei $206-206^\circ$ behandelt. Unter (2a) sind die Rückstände, unter (3) die berechnete Zusammensetzung eines Leucits, unter (4) die in Lösung gegangenen Stoffe angeführt.

	2.	2a.	3.	4.
K_2O	20,80	21,31	21,58	—
Al_2O_3	23,40	23,47	23,40	0,1045
SiO_2	54,45	54,98	55,02	0,2455
H_2O	0,96	0,24	—	—
	100,71 ⁵⁾	100,00	100,00	

Leucit ist demnach in verdünnter Kalilauge nicht ganz unlöslich, doch wird er nicht dabei zersetzt. Erst 30% ige Alkalilauge zersetzt den Leucit, wobei als Neubildung ein wasserreiches, dem Nephelin nahe kommendes Silicat sich bildet.

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 537 (1876).

²⁾ Derselbe, ebenda **37**, 962 (1888).

³⁾ C. Doelter, Phys.-chem. Min. (Leipzig 1905), 205.

⁴⁾ St. J. Thugutt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **9**, 602 (1895).

⁵⁾ Außerdem 0,10% CaO; 0,25% Na_2O ; 0,75% unlöslich.

St. J. Thugutt¹⁾ hat 5 g Vesuvleucit (5) mittels einer Lösung von Chlornatrium (3,756 g) und Natriumcarbonat (1,256 g) in 500 ccm Wasser 170 Stunden bei 193—201° behandelt und ein amorphes Produkt (6) erhalten, welches der Formel $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ entsprach.

	5.	6.
Na_2O	0,25	13,86
K_2O	20,80	0,23
CaO	0,10	—
Al_2O_3	23,40	23,40
SiO_2	54,45	53,96
H_2O	0,96	8,55
Rückstand	0,75	—
	100,71	100,00

Ferner hat derselbe Autor Analcim von der Seisser Alpe mit einer Lösung von Chlorkalium und Kalicarbonat in Wasser teilweise in Leucit übergeführt (siehe bei Analcim, S. 364).

H. Lotz²⁾ hat, wie bei Nephelin und Augit, auch bei Leucit die Einwirkung eines Gemenges von 80% mit Wasserdampf beladener Luft, 19% CO_2 und 1% SO_2 versucht (vgl. die Methode S. 227).

Angewandt wurde Leucit vom Vesuv (Analyse Nr. 4), die in Lösung gegangenen Stoffe sind:

	5.
Na_2O	0,0264
K_2O	0,0608
CaO	0,0192
Al_2O_3	0,0896
SiO_2	0,0048

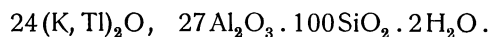
Hier ist also Zersetzung eingetreten.

G. Steiger³⁾ behandelte unreinen Leucit mit Thalliumnitrat. Die Resultate der Erhitzung bei 250—290° sind folgende:

K_2O	1,26
Tl_2O	42,77
Al_2O_3	16,32
SiO_2	36,00
H_2O	0,30
	99,65

Davon entweichen 0,10% bei 100°.

Aus der Analyse wurde die Formel berechnet:



Es würde also ein analcimartiges Mineral vorliegen, wenn man den kleinen Wassergehalt in die Formel einbezieht, doch kann auch Leucit vorliegen, da der Wassergehalt sekundär sein kann.

¹⁾ St. J. Thugutt, Mineral-chem. Studien. Dorpat 1891, 100.

²⁾ H. Lotz, Inaug.-Diss. (Gießen 1912); N. JB. Min. etc. 1913, II, 182.

³⁾ G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. 262, 75 (1895); Z. Kryst. 43, 385 (1907).

Genesis.

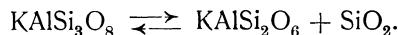
Leucit erscheint besonders in den Laven, namentlich in den rezenten und solchen der Tertiärzeit häufig. Doch hängt seine Bildung nicht vom Alter ab, da er wahrscheinlich in älteren Laven sich umgewandelt hat.

Früher glaubte man, daß er in solchen, wie überhaupt in den sog. Tiefengesteinen nicht vorkommt, man hat ihn jedoch wiederholt angetroffen, namentlich in Eläolithsyeniten, im Leucitsyenit, Missouriit und im Borolanit; es scheint, daß er infolge seiner leichten Zersetzbarkeit oft als Pseudoleucit auftritt.

Immerhin dürfte er sich in Tiefengesteinen leicht im Magma in Orthoklas einerseits, in Kaliglimmer andererseits, in letzterem Falle bei Gegenwart von Fluoriden umsetzen. Es dürfte daher seine Seltenheit in Tiefengesteinen damit zusammenhängen, daß bei Gegenwart von Kristallisatoren sich leichter Orthoklas und Glimmer ausscheiden, während bei deren Abwesenheit sich eher Leucit ausscheidet. Dies zeigen meine S. 470 erwähnten Versuche.

H. Bäckström¹⁾ hat auf Lipari einschlägige Beobachtungen gemacht, welche die Wechselbeziehungen zwischen Leucit, Glimmer und auch Orthoklas zeigen (siehe auch meinen Versuch S. 470). Auch A. Lacroix²⁾ hat derartige Beobachtungen gemacht. Interessant ist es ferner, daß nach P. Iddings Leucitgesteine von Absaroka dieselbe Zusammensetzung haben, wie glimmerreiche Minetten. Bei der Bildung von Glimmer wirkt Druck begünstigend, da die Fluoride, welche zu dessen Bildung notwendig sind, nur unter Druck wirken. Daher findet man in den Laven den Kaliglimmer nicht, offenbar scheidet sich aus dem Magma Leucit, selten Orthoklas aus.

Was die Beziehungen zwischen Leucit und Orthoklas anbelangt, so dürfte in der Tiefe, wie viele Beobachtungen zeigen, sich leichter Orthoklas bilden, letzterer dagegen viel seltener in den Laven, weil Orthoklas nur in Gegenwart von Kristallisatoren entsteht, während sich Leucit auch ohne diese bildet. In der Orthoklasschmelze bildet sich Leucit nach der Formel:



SiO_2 erstarrt glasig. Durch Impfen einer Orthoklasschmelze kann Leucit entstehen. Leucit kann sich wieder in Orthoklas und Kaliumnephelin zerlegen:



Es wurde der Versuche von Ch. u. G. Friedel Erwähnung getan, bei welchen die Genannten aus gefällter Tonerde, Kieselsäure und Ätzkali in Wasser bei 500° Leucit erhielten. Bei ähnlichen Versuchen hatte E. Baur keinen Leucit, wohl aber Orthoklas erhalten. Aus den Versuchsbedingungen ergibt sich, daß die letzteren eine verdünntere Lösung angewandt hatten als E. Baur, wahrscheinlich auch eine höhere Temperatur. Bei Versuchen der Zersetzung des Glimmers erhielten die Genannten einmal Leucit aber meistens Orthoklas, was noch nicht aufgeklärt ist.

Im allgemeinen scheint die Stabilität des Orthoklases unter Druck größer zu sein als die des Leucits. In Gegenwart von Fluoriden entsteht, falls durch Druck diese am Entweichen verhindert werden, statt Leucit, Kaliglimmer.

¹⁾ H. Bäckström, Geol. För. Förh. **18**, 155 (1896).

²⁾ A. Lacroix, Les Enclaves des Roches (Paris 1898), 637. — Vgl. C. Doelter, Petrogenesis (Braunschweig 1906), 93.

Kalifeldspat.

Von C. Doelter (Wien).

Man unterscheidet vom chemischen Standpunkt den Kalifeldspat KAlSi_3O_8 , welcher nur wenig Natrium enthält, und die natriumhaltigen Kalifeldspate, welche merkliche Mengen von Natrium enthalten, von welchen angenommen wird, daß sie das isomorphe Natriumsilicat $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, das Albitsilicat enthalten. Manche dieser enthalten mehr Natrium als Kalium und kann das Verhältnis Na:K sogar in manchen 9:1 erreichen. Solche Feldspate wurden Natronorthoklase genannt. Das reine Silicat $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ kommt monoklin selbständig in der Natur nicht vor, es gibt daher keinen ganz reinen Natronorthoklas.¹⁾ W. T. Schaller²⁾ hat den Vorschlag gemacht, den Natronorthoklas „Barbierit“ zu nennen. Es ist auch die Möglichkeit vorhanden, daß das Natriumaluminiumsilicat dem Kaliumaluminiumsilicat nicht immer isomorph, sondern auch mechanisch in Zwillinglamellierung enthalten sei. W. C. Brögger nannte solche Feldspate, welche submikroskopische feinste Verwachsungen beider Silicate sind, Kryptoperthite, während man diejenigen Feldspate, welche aus erkennbaren Verwachsungen beider Silicate bestehen, als Perthite bezeichnet hat.

Dimorphie der Silicate $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ und KAlSi_3O_8 . Die stabile Form des ersten Silicats ist die triklone, die des zweiten die monokline. Die zweite Kristallart von $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ist der monokline Natronorthoklas (Barbierit); die zweite Art des Kaliumfeldspats KAlSi_3O_8 wurde als Mikroclin bezeichnet. Indessen ergab es sich, daß der Mikroclin, welcher dasselbe spezifische Gewicht besitzt wie der monokline Orthoklas, eigentlich nicht als eine wirkliche heteromorphe Kristallart des monoklinen Orthoklases angesehen werden kann, da die meisten Forscher heute der Ansicht sind, daß ein durchgreifender Unterschied in kristallographischer Hinsicht nicht vorhanden ist, daher von einer eigentlichen Dimorphie nicht gesprochen werden kann. Es handelt sich um einen fein lamellierten Orthoklas.

Wenn wir absehen von der Frage, ob der sog. Natronorthoklas oder Anorthoklas monoklin oder triklin ist, so haben wir unter der Annahme, der Orthoklas sei wirklich monoklin (er wird häufig als pseudomonoklin bezeichnet), eine Isodimorphie zwischen $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ und KAlSi_3O_8 anzunehmen, wenn auch die labilen Formen beider nicht bekannt sind. Nur wenn man der Ansicht ist, Orthoklas sei nicht monoklin, sondern pseudomonoklin, also eigentlich triklin, hätten wir eine isomorphe Reihe.

Je nach der Stellung zu der Frage der Kristallsysteme hätten wir es also mit einer isomorphen oder einer isodimorphen Mischungsreihe zu tun.

Die Mischungsreihe $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ und KAlSi_3O_8 ist nun nur dort lückenhaft, wo das Kalium in geringen Mengen vertreten ist, dagegen bis zu dem Verhältnis 30—100 KAlSi_3O_8 vorhanden. Da dann wieder Albite mit merklichem Gehalt an Kali vorhanden sind, so kann man sagen, daß die Mischungsreihe Kalifeldspat—Natronfeldspat, was die Mischungsreihe anbelangt, sogar bei den natürlichen Vorkommen ziemlich vollständig, wenn auch nicht ganz lückenlos ist. Es liegt hier ein ähnlicher Fall vor wie bei den Olivinen, wo

¹⁾ W. T. Schaller, Bull. Soc. min. **33**, 320 (1910); Z. Kryst. **56**, 346 (1912).

²⁾ Siehe Ph. Barbier u. A. Prost, Bull. Soc. chim. **3**, 894 (1908).

besonders die mit vorherrschendem MgO-Gehalt in der Natur die häufigsten sind, während bei den Feldspäten die mit vorwiegendem Kali die häufigeren sind. Es fehlen also in der Natur bei den Feldspäten jene nicht, welche zwischen 10—30 % KAlSi_3O_8 enthalten, aber sie sind seltener.

Die Frage, ob eine isomorphe Reihe oder eine isodimorphe vorliege, ist keine rein chemische, weil es sich doch wesentlich darum handelt, ob die beiden Grundsilicate im selben System kristallisieren oder nicht. Aufschluß darüber kann die Struktur der Mischkristalle geben. Nun sind einerseits die Mischkristalle homogen, andererseits gibt es auch lamellare Verwachsungen, wie wir sie in Perthiten haben. Es gibt also Verwachsungen von Orthoklas mit Albit, was nicht für Isomorphie, sondern für Isodimorphie sprechen würde. J. H. L. Vogt faßt diese Feldspäte als eutektische auf. Nach H. Rosenbusch und E. A. Wülfing¹⁾ gibt es alle denkbaren Übergänge zwischen mikroskopischer lamellarer Verwachsung und isomorpher Mischung, wie auch alle Übergänge von mikroskopischer Verwachsung zur makroskopischen.

Ausführlich wurde diese Frage von J. H. L. Vogt erörtert. Was aber die Entstehung der perthitischen Verwachsung anbelangt, so ist E. A. Wülfing²⁾ welcher dem Mikroklin eine eigene Stellung gibt, der Ansicht, daß Verwachsung von Mikroklin mit Albit nicht immer eine ursprüngliche, sondern entstanden ist durch einen späteren Zerfall eines Kalinatronfeldspats in Kalifeldspat und Natronfeldspat. Dieser Ansicht schließen sich Fr. Becke³⁾ und andere an. Nach J. H. L. Vogt⁴⁾ hat sie in der festen Phase stattgefunden. Er vergleicht sie mit Umänderungen der Metalle, welche physikalische Chemiker oft untersucht haben. Es ist nach ihm eine Entmischung.

P. Groth bezeichnet das Verhältnis von Orthoklas zu Mikroklin als Polysymmetrie, diese zeigen nach ihm auch monokliner und rhombischer Pyroxen.

A. Mallard und A. Michel-Lévy haben die Vermutung ausgesprochen, daß der monokline Kalifeldspat, der Orthoklas, aus feinsten Lamellen von triklinen Lamellen von Mikroklin (sowie auch Albitlamellen) aufgebaut sei. Auch Fr. Becke, C. Hintze und W. C. Brögger sind dieser Ansicht. Demnach wäre Orthoklas ein Kryptomikroklin. Bei einer chemischen Einteilung der Mineralien liegt kein Grund vor, Orthoklas und Mikroklin gesondert zu betrachten und wurden daher die Mikroklinanalysen stets an die entsprechenden Orthoklase angereiht.

Die Kalifeldspäte können mit den Natronfeldspäten isomorphe homogene Mischungen bilden, doch kommen auch Schichtkristalle vor, während andererseits Verwachsungen beider möglich sind. Was den fast konstant vorkommenden Calciumgehalt der Kalifeldspäte anbelangt, so können wir ihn durch isodimorphe Beimengung von Anorthitsilicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ erklären, oder durch innige Verwachsung von Orthoklas mit einem Kalknatronfeldspat, doch wäre auch die Möglichkeit vorhanden, daß CaO in fester Lösung vorhanden ist. Das Verhältnis Ca:Na ist meistens 1:20, selten steigt es auf 1:6.

Das System $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ — KAlSi_3O_8 . Wie wir soeben sahen, läßt sich die Frage, ob hier Isodimorphie oder Isomorphie vorliegt, nicht entscheiden, da die Möglichkeit besteht, daß auch der Orthoklas nur pseudomonoklin sei.

¹⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. d. Min. (Stuttgart 1905), I, 323.

²⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. d. Min. (Stuttgart 1905), I, 324.

³⁾ Fr. Becke, N. Jb. Min. etc. 1904, I, 351. Referat über O. Wenglein.

⁴⁾ J. H. L. Vogt, Tsch. min. Mit. 24, 537 (1905); ebenda 519.

Wäre Isodimorphie vorhanden, so würde ein Eutektikum vorliegen müssen und als ein solches ist auch die Verwachsung von Kalifeldspat mit Natronfeldspat gedeutet worden. Jedoch wird diese wieder als eine sekundäre, später entstandene angesehen. J. H. L. Vogt sieht gewisse intermediäre Mischungen beider Feldspate als „eutektische Feldspate“ an. W. C. Brögger hat nach J. H. L. Vogt dargetan, daß der Natronorthoklas (Perthit) eine innige Verwachsung von Orthoklas (Mikroklin) mit Albit sei, diese Verwachsung ist zum Teil mikroskopisch, zum Teil submikroskopisch (kryptoperthitisch). Dieser Kryptoperthit ist nach J. H. L. Vogt ein eutektischer Feldspat. Derselbe hat ungefähr die Zusammensetzung 42% Orthoklas, 58% Albit.

Über diese Frage muß auch die Schmelzkurve des Systems KAlSi_3O_8 — $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ einigen Aufschluß geben. Leider ist diese noch nicht vollständig bekannt.

Auch J. A. Douglas hat diese Frage erörtert, wobei er zu dem Resultat kam, daß das eutektische Verhältnis Orthoklas:Albit = 40:60 ist. Nach J. H. L. Vogt¹⁾ wären die Grenzen der Mischbarkeit einerseits 72:28%, wobei jedoch die fast stets beigemengte dritte Komponente $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (Anorthitsilicat) zu der Albitkomponente zugerechnet werden muß, andererseits 10:88%. Der eutektische Punkt liegt nach diesem Autor ziemlich genau in der Mitte zwischen beiden Punkten *l* und *g* in der von J. H. L. Vogt gegebenen Dreieckszeichnung, in welcher die Mischungen eingezeichnet sind.²⁾

Welchem der Schmelzkurventypen, die H. W. Bakhuis-Roozeboom

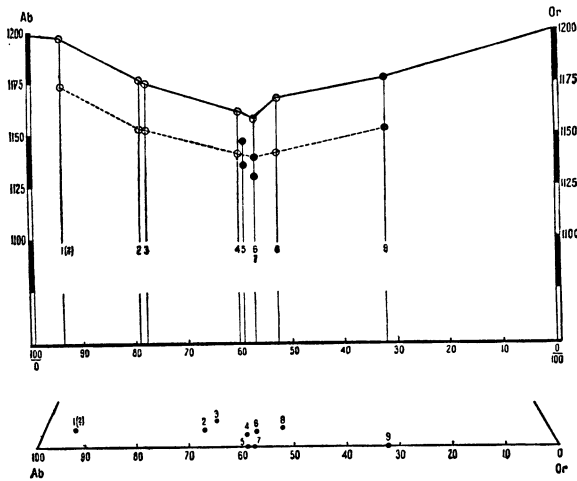


Fig. 8. Schmelzpunktskurve Kalifeldspat-Natronfeldspat.

- bedeutet An-haltige Feldspate.
- bedeutet An-freie Feldspate.

nun eine Anzahl von Natronkalifeldspaten und Kalinatronfeldspaten bezüglich ihrer Schmelzpunkte in meinem Laboratorium untersucht, um die von J. H. L. Vogt theoretisch aufgestellte Schmelzpunktskurve praktisch zu bestimmen. Er wandte

¹⁾ J. H. L. Vogt, Tsch. min. Mit. **24**, 437 (1905).

²⁾ Derselbe, ebenda 536 (Fig. 18).

aufgestellt hat, entspricht nun die Kurve unseres Systems? Es muß zu diesem Zwecke unterschieden werden, ob ein eutektischer Punkt vorhanden ist oder nicht. In ersterem Falle würde man sich für Typus V, welcher für isodimorphe Mischungen charakteristisch ist, zu entscheiden haben. Theoretisch ließe sich die Frage, ob der Typus V oder Typus III vorliegt, auch, wie E. Dittler sagt, in der Ermittlung der Erstarrungspunkte nach der thermischen Methode lösen, jedoch scheidet dies an praktischen Schwierigkeiten. E. Dittler hat

die Methode des Heizmikroskopes an, da eine andere nicht durchführbar war. In Fig. 8 ist die von E. Dittler¹⁾ gefundene Schmelzpunktskurve abgedruckt. Die gestrichelte Linie bedeutet den Beginn des Schmelzprozesses, welcher gewöhnlich mit dem Beginn der Erstarrung zusammenfällt. Dabei muß jedoch die allerdings immer, wenn auch in kleinen Mengen vorhandene dritte Komponente, das Silicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, berücksichtigt werden. Im Diagramm wurde dieser Gehalt zum Albitsilicat geschlagen; unter demselben wurde die Grundlinie der Dreiecksprojektion aufgetragen.

Das Resultat der Dittlerschen Untersuchung deutet eher auf Typus III, als wie J. H. L. Vogt vermutete, auf Typus V; dagegen bestätigt die Untersuchung das Vorhandensein eines Minimums in der Kurve, das ungefähr zwischen 56—60 % $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ und 43—40 % KAlSi_3O_8 liegt. Die Feldspate zwischen den Grenzmischkristallen 72:28 und 12:88 in dem Verhältnis KAlSi_3O_8 : $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ zeigen auch bei vollständigem Mangel der Anorthitkomponente Schmelzdifferenzen bis zu 40°, so daß eine Mischungslücke, wenn sie existierte, viel kleiner angenommen werden müßte.

Diese Untersuchung macht es wahrscheinlich, daß die Mischungsreihe ziemlich vollständig ist. Sichergestellt könnte diese wahrscheinliche Anschauung durch Darstellung der in der Natur nicht vertretenen Natronkalifeldspate werden. Die erhaltene Kurve spricht eher für Isomorphie als für Isodimorphie.

System KAlSi_3O_8 — $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$. Eine weitere Frage, welche übrigens schon berührt wurde, ist die der Rolle von $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, des Anorthitsilicats. Da, wie bekannt (vgl. unten bei den Calciumsilicaten), die beiden Silicate $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ und $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ vollkommen isomorph sind und eine vollständige Mischungsreihe bilden, so dürfen wir auch annehmen, daß der Calciumgehalt der Orthoklase, welcher stets sehr klein ist und nur selten 2% oder mehr beträgt (nur bei zersetzten und unreinen Orthoklasen ist dies der Fall), einer isomorphen oder isodimorphen Beimengung des Anorthitsilicats zuzuschreiben ist, wobei auch zu beachten ist, daß der Kalkgehalt meist nur dort auftritt, wo ein merklicher Na_2O -Gehalt nachgewiesen ist.

In manchen Fällen scheint es sich um Verwachsungen von Orthoklas mit Oligoklas zu handeln.

Was nun die Frage des Kaligehaltes der Anorthite anbelangt, welche noch bei diesem Silicat zu erörtern sein wird, so sei jetzt schon bemerkt, daß die Tendenz des Silicats $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ zur Aufnahme von KAlSi_3O_8 sicher ist, daß aber, wie aus den Analysen hervorgeht, die Mischbarkeit eine sehr beschränkte ist, so daß die Lücke, welche bei den Mischungen $\text{NaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ — KAlSi_3O_8 sehr klein ist, während sie bei KAlSi_3O_8 — $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ im Gegensatz dazu sehr groß ist, und daß die Mischbarkeit eine sehr beschränkte ist. Der Kalkgehalt ist stets mit einem Gehalt an Na_2O verbunden, doch kann der Gehalt an CaO größer sein als der an Na_2O , so daß beide Silicate, das Natron- und das Kalksilicat, sich offenbar selbständig mit KAlSi_3O_8 mischen können.

E. Dittler hat auch die Frage der Mischungen $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ — KAlSi_3O_8 geprüft.

R. Freis²⁾ hatte auf meine Anregung einige Vorversuche gemacht, bei welchen er nachwies, daß das Kaliumsilicat kleine Mengen $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ aufzunehmen imstande ist. In der Natur scheinen allerdings Mischungen von

¹⁾ E. Dittler, Tsch. min. Mit. **31**, 513 (1912).

²⁾ R. Freis, N. Jb. Min. etc., Beil.-Bd. **23**, 43).

Kaliumsilicat mit dem Calciumsilicat allein nicht vorzukommen, da stets das Silicat $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ gleichzeitig auftritt. Nach J. H. L. Vogt gehören die Mischungen $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ — KAlSi_3O_8 , was ihre Schmelzkurve anbelangt, dem System Typus V von H. W. Bakhuis-Roozeboom an. Wie W. Wahl¹⁾ sagt, fehlen auch zwischen diesen Silicaten die perthitischen Verwachsungen. F. Gonnard ist auch der Ansicht, daß monokline Calciumfeldspate mit beträchtlichem Gehalt an Kalium denkbar sind; er vermutet einen in der Natur noch fehlenden monoklinen Calciumfeldspat. A. Schwantke nimmt eine Verbindung $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ an, welche sich mit $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ mischen kann.

E. Dittler²⁾ hat nun eine Anzahl von Mischungen, welche dem System KAlSi_3O_8 — $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ angehören, dargestellt. Er erhielt zonarstruierte kaliumhaltige Anorthite, solange der Gehalt an KAlSi_3O_8 nicht 10–20% übertraf, die Zonen waren sehr schmal. Bei einem Anorthitsilicatgehalt von 70% schieden sich zonenfreie Anorthite in Gestalt feinsten Kristallnadeln aus, und beide Komponenten kristallisierten gesondert. Auch mit Labrador und Bytownit gelang es, zonargebaute Kristalle zu erhalten.

Demnach scheint die Zugabe von KAlSi_3O_8 zu $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ die zonare Ausbildung der Kristalle zu begünstigen, es bilden sich also Schichtkristalle. Nur wenn sehr wenig Anorthit dem KAlSi_3O_8 zugesetzt wurde, war ein homogener kaliumhaltiger Anorthit von den optischen Eigenschaften des Anorthits ausgeschieden worden. Mit steigendem Natriumgehalt zeigte sich eine zunehmende Mischbarkeit der Komponenten. Je albitreicher eine Mischung war, je mehr steigt die Mischbarkeit bzw. Aufnahmefähigkeit an KAlSi_3O_8 .

Einteilung der kalihaltigen Feldspate.

Die einfachste Klassifizierung dieser Feldspate ist nach dem wachsenden Gehalt an Natrium. Wir haben solche Feldspate, welche nahezu frei sind an diesem Element, solche, bei denen bei vorherrschendem Gehalt an Kalium ein kleiner Gehalt an Natrium vorhanden ist, solche, welche nahezu gleiche Mengen beider Metalle aufweisen, während eine Anzahl sogar einen Überschuß von Natrium gegenüber dem Kalium aufweist. Man beobachtet jedoch, daß wie bei anderen isomorphen und isodimorphen Mischungen die an der einen Komponente reicheren selten sind, und tritt dies bei den natriumreichen ein, so daß ein eigentlicher Natronorthoklas nicht vorkommt. Der höchste Gehalt an Natrium wird durch das Verhältnis 5:1 ausgedrückt.

Was nun die Benennungen anbelangt, so hat man diejenigen Mischungen, welche überwiegend das Natriumsilicat enthalten, Anorthoklase genannt, sofern sie dem triklinen System angehören. F. Zirkel nennt sie richtiger Parorthoklase. C. Hintze nennt sie mit Berücksichtigung ihrer chemischen Zusammensetzung Kalinatronfeldspate, welchen Ausdruck ich in Natronkalifeldspate umändere, welcher mir richtiger erscheint, weil das Natron gegenüber dem Kali vorherrscht. Der Name Natronorthoklas, für welchen W. T. Schaller den Ausdruck Barbierit vorschlug, würde sich auf die monoklinen Arten beziehen. Man hat auch für die triklinen den Ausdruck Natronmikroklin vorgeschlagen.

¹⁾ W. Wahl, Öfvers. Finska Vetenskap-Soc. Förhandl. **50**, N. 2, 1 (1908); Z. Kryst. **49**, 303 (1911).

²⁾ E. Dittler, Tsch. min. Mit. **29**, 372 (1910).

B. Nach Molekularprozenten.

	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60	70:30	20:80
Na ₂ O . .	9,316	8,102	6,903	5,719	4,547	3,391	2,247
K ₂ O . .	3,538	5,276	6,991	8,688	10,365	12,021	13,659
Al ₂ O ₃ . .	19,195	19,079	18,966	18,853	18,741	18,631	18,522
SiO ₂ . .	67,951	67,543	67,140	66,740	66,347	65,957	65,572
	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

Analysenmethode des Orthoklases.Von **M. Dittrich** † (Heidelberg).**Hauptbestandteile:** SiO₂, Al₂O₃, K₂O.**Nebenbestandteile:** CaO, Fe₂O₃, FeO, MgO, Na₂O₃, BaO.**Aufschluß.** Das Mineral ist durch Säuren nicht angreifbar, es muß deshalb durch Schmelzmittel aufgeschlossen werden. Siehe Bd. I, S. 562.**Kieselsäure und Basen.** Siehe Bd. I, S. 565.**Alkalien.** Bestimmung nach L. Smith, Bd. I, S. 572.

Barium. Kleine Mengen findet man im Filtrat von Kalk durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure. Besser jedoch wird Barium in einem besonderen Aufschluß bestimmt. Man dampft 1 g Mineralpulver mit Fluß- und Schwefelsäure in einer Platinschale zuletzt auf dem Asbesteller vollkommen ab und nimmt den Rückstand mit mäßig starker Salzsäure auf; es hinterbleibt Bariumsulfat. Zur Reinigung wird es nach Abfiltrieren und Veraschen im Platintiegel mit 1—2 g Natriumcarbonat geschmolzen, der Schmelzerückstand mit Wasser ausgelaugt, das hinterbliebene Bariumcarbonat in verdünnter Salzsäure gelöst und mit verdünnter Schwefelsäure gefällt. Das abgeschiedene Bariumsulfat ist jetzt rein.

Orthoklas.Von **C. Doelter** (Wien).

Monoklin (nach anderen pseudomonoklin).

 $a:b:c = 0,6585:1:0,5554$, $\beta = 116^{\circ}3'$. (Nach P. Groth).¹⁾**Synonyma und Hauptvarietäten:** Adular, gemeiner Feldspat, Sanidin, Mikroklin.

Weitere weniger charakterisierte Varietäten des Orthoklas: Mondstein, Sonnenstein, Avanturinfeldspat.

Varietäten des Sanidins: Eisspat, Rhyakolith, glasiger Feldspat.

Varietäten des Mikroklin: Amazonit, Pegmatolith.

Weitere Varietäten: Baulit, Cassinit, Cottait, Delawarit, Erythrit, Krablit, Lasurfeldspat, Paradoxit, Valencianit, Weissigit, Perthit, Loxoklas, Chesterlith.

¹⁾ P. Groth, Chem. Krist. II, 273 (1908).

Analysenzusammenstellung.

Zur Reihenfolge wurde der Natrongehalt verwendet. Die Kaliumnatriumfeldspate und Natriumkaliumfeldspate werden am Schlusse betrachtet. Als Orthoklas bzw. Mikrokline werden nur die Feldspate angesehen, welche geringeren Gehalt an Natrium aufweisen.

Natriumfreie Kalifeldspate.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
δ	—	2,36	—	—	2,568	—
Na ₂ O . . .	Spur	—	—	Spur	—	Spur
K ₂ O . . .	14,90	12,82	11,21	14,23	14,71	14,96
(MgO) . . .	—	0,45	1,05	0,11	—	—
CaO . . .	0,72	0,88	1,53	0,18	0,07	1,28
(FeO) . . .	—	1,21	—	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	17,96	19,62	23,61	15,01	18,55	18,15
(Fe ₂ O ₃) . . .	1,31	—	—	0,67	0,30	—
SiO ₂ . . .	64,53	61,75	61,80	69,21	64,35	65,24
H ₂ O . . .	0,45	1,12	—	0,68	1,48	—
	99,87	97,85	99,20	100,09	99,46	99,63

1. Aus dem Gneis von Freiberg, Glashütte (Sachsen); anal. F. Richter bei Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 49 (1862).

2. Aus fleischrotem Porphy, Luttertall bei Lauterberg (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1860, 129.

3. Aus Basalt von Kunetitz bei Pardubitz (Böhmen); anal. E. Jahn, Verh. k. k. geol. R.A. 1862, 156; zweifelhafte Analyse.

4. Aus Phyllitgneis, Fürstenstein bei Brandholz (Fichtelgeb.); anal. C.W. Gumbel, Geogn. Beschr. Bayerns **3**, 371.

5. Aus Granit von Ellbogen bei Karlsbad; anal. Czjzek, J. prakt. Chem. **83**, 364 (1861).

6. Adular vom Gotthard; anal. R. Müller, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 30.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Na ₂ O . . .	—	—	0,06	—	—	Spur
K ₂ O . . .	13,80	13,17	16,30	14,80	7,50	14,06
(MgO) . . .	—	0,53	0,09	—	3,25	—
CaO . . .	—	1,70	2,59	—	1,00	1,20
Al ₂ O ₃ . . .	21,00	19,73	19,72	16,60	18,00	18,31
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	—	0,28	—	2,70	—
SiO ₂ . . .	63,80	63,45	63,20	68,60	67,90	65,76
H ₂ O . . .	1,40*)	—	—	—	1,00	—
	100,00	98,58	102,24	100,00	101,35	99,33

7. Aus den Granitgängen von S. Piero in Campo (Elba), aufgewachsene Adulare; anal. Gerhards bei A. d'Achiardi, Miner. Toscana (Pisa 1873), 2, 23. *) Verlust.

8. Von ebenda, weißes Inneres der Kristalle; anal. F. Stagi, wie oben.

9. Fleischrot, aus Granit von Glenveagh (Irland); anal. S. Haughton, Quart. J. geol. Soc. **18**, 403 (1862).

10. Murchisonit von Dawlish (Devonsh.); anal. Phillips bei A. Des Cloizeaux, Z. Kryst. **1**, 82 (1877).

11. Erythrit von Kilpatrick (Dumbartonsh.); anal. G. Thomson, Phil. Mag. **22**, 188 (1843). Hoher MgO-Gehalt.

12. Aus Granitgang von Arendal; anal. Jewreinow, Pogg. Ann. **47**, 196 (1839).

	13.	14.	15.	16.	17.
Li ₂ O	—	0,56	—	—	—
Na ₂ O	—	—	0,20	—	—
K ₂ O	16,82	12,69	14,42	15,99	14,80
(MgO)	—	1,61	0,11	—	—
CaO	—	0,19	0,43	0,15	—
Al ₂ O ₃	18,61	19,54	16,98	20,90	17,58
(Fe ₂ O ₃)	—	—	0,31	0,23	0,09
SiO ₂	64,75	65,00	66,26	62,68	66,82
H ₂ O	—	0,35	1,29	0,67	—
	100,18	99,94	100,00	100,62	99,29

13. Adular der Lithoklase aus Schiefer, Perosa Argentina, Chisonetal; anal. L. Colomba, Atti R. Accad. Torino **43**, 565 (1908); Z. Kryst. **49**, 109 (1911).

14. Weissgitt, Pseudomorphose nach Laumontit, im Porphyrit von Weissig (Sachsen); anal. G. Jentsch, N. JB. Min. etc. 1859, 396.

15. Aus dem Porphyrt vom Auerberg bei Stollberg, weich; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 552.

16. French Creek (Chester Co., Penns.); anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc. **23**, 43 (1885).

17. Valencianit von der Grube Valenciana, Guanajuato; anal. C. F. Plattner in A. Breithaupt's Mineral. 1847, 497.

	18.	19.	20.	21.	22.
δ	2,54	—	—	—	—
Na ₂ O	0,25	0,58	0,44	0,43	0,48
K ₂ O	15,12	15,62	12,67	10,52	15,60
(MgO)	—	—	Spur	0,15	—
CaO	—	—	2,44	2,77	—
Al ₂ O ₃	17,93	19,70	17,16	15,88	19,70
(Fe ₂ O ₃)	—	—	1,67	2,83	0,74
SiO ₂	66,28	64,55	65,62	67,42	64,30
H ₂ O	0,42	0,12	—	—	0,35
	100,00	100,57	100,00	100,00	101,17

18. Aus Erzgang, Black Jack Trade Dollar Mine, Florida Mts. (Idaho); anal. W. F. Hillebrand bei W. Lindgren, Am. Journ. **5**, 418 (1898); Z. Kryst. **32**, 593 (1900).

19. Von Brancheville (Connect.), Umwandlungsprodukt des Spodumens; anal. J. Brush u. E. Dana, Z. Kryst. **5**, 208 (1881).

20. Sanidin von Lutterbach (Siebengeb.); anal. Lasch bei A. v. Dechen, Naturh. Ver. Bonn **9**, 336 (1852).

21. Sanidin vom Scharfenberg (Siebengeb.); anal. wie oben.

22. Mikroklin von Magnet Cove, blaßgrün; anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. **9**, 433 (1876).

Kalifeldspate mit sehr geringem Gehalt an Natron (bis ca. 1^o/₁₀).

	23.	24.	25.	26.	27.
δ	—	2,565	—	—	2,558
Na ₂ O	0,23	0,43	0,50	0,46	1,02
K ₂ O	13,81	14,17	10,20	14,91	14,63
(MgO)	0,17	—	1,60	0,11	0,21
CaO	0,71	—	1,90	4,95	—
(FeO)	—	—	—	—	0,97
Al ₂ O ₃	17,55	21,79	18,50	16,84	19,31
(Fe ₂ O ₃)	1,64	—	0,20	0,96	—
SiO ₂	63,71	63,52	66,40	62,80	63,04
H ₂ O	0,61	0,80	—	—	0,56
(P ₂ O ₅)	0,61	—	—	—	—
	99,04	100,71	99,30	101,03	99,74

23. Auf Eisenglanz, Isphenning, Marquette Co. (Michigan); anal. E. Claassen, Am. Journ. **23**, 67 (1882).

24. Kieslagerstätte des Silberbergs bei Bodenmais (Bayern); anal. K. Haushofer, J. prakt. Chem. **103**, 125 (1868).

25. Aus Porphyr von Ceylhes (Hérault), rot; anal. Diday, Ann. mines 1852, II, 181.

26. Von Lough Mourne, aus den Graniten von Donegal; anal. S. Haughton, Quart. J. geol. Soc. **18**, 403 (1862). Auffallend hoher CaO-Gehalt.

27. Nekronit, blau von Balvraid Glen Beg; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 645 (1878).

	28.	29.	30.	31.	32.	33.
δ	2,525	—	2,61	—	—	—
Na ₂ O	0,53	0,68	0,82	0,77	0,65	0,69
K ₂ O	14,85	14,14	13,79	13,88	15,21	13,60
(MgO)	0,07	—	—	0,11	—	—
CaO	0,52	—	1,03	0,67	—	0,45
Al ₂ O ₃	17,06	19,25	20,37	18,33	18,26	19,40
(Fe ₂ O ₃)	2,48	—	Spur	—	0,57	—
SiO ₂	63,99	64,58	64,01	65,77	65,45	65,75
H ₂ O	0,65	0,74	0,58	0,25	—	0,25
	100,15	99,39	100,60	99,78	100,14	100,14

28. Fleischrot, aus Granitgang, Glen Fernate (Perthshire); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

29. Straschiner Steinbruch in Pegmatit; anal. J. Wiesner bei F. Katzer, Tsch. min. Mit. **9**, 410 (1888).

30. Weiß, aus Syenit von Neudeck (Schlesien); anal. H. Traube, N. JB. Min. etc. 1890 I, 226.

31. Von Freiberg, Grube Himmelfahrt, aus Gneis; anal. F. Richter bei Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 49 (1862).

32. Lake Superior (Michigan) in Kupfergruben; anal. Whitney, Am. Journ. **28**, 16 (1859).

33. Weiß, von Argenteuil Co. (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Rep. Geol. Canada 1863, 474.

	34.	35.	36.	37.
Li ₂ O	—	} 0,52	0,66	0,69
Na ₂ O	0,67			
K ₂ O	15,24	15,13	13,99	13,97
(MgO)	—	0,24	0,10	0,02
CaO	0,47	—	0,32	0,88
Al ₂ O ₃	19,66	19,83	18,76	19,41
(Fe ₂ O ₃)	—	0,67	0,82	1,49
SiO ₂	63,77	63,12	65,00	64,50
Glühverl. . . .	—	0,89	0,22	0,30
	99,81	100,40	99,87	101,26

34. Orthoklasgang, den granitoiden Gneis durchsetzend von Rocca di Cavour (Piemont); anal. L. Colomba, Atti R. Accad. sc. Torino **39**, 829 (1904); Z. Kryst. **42**, 65 (1908).

35. Pseudomorphose von Orthoklas nach Laumontit von Templetown, Ottawa Co. (Canada); anal. P. D. Graham, Am. Journ. **22**, 19 (1906); Z. Kryst. **44**, 535 (1907).

36. Aus Freibergyer Gneis, Gegend zwischen Leubsdorf und Eppendorf; anal. R. Richter bei Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 49 (1862).

37. Aus Phyllitgneis, von der Höhe bei Goldkronach; anal. C. W. Gumbel, nach C. Hintze, Miner. II, 1374.

	38.	39.	40.	41.	42.	43.
δ	—	2,554	2,547	2,56	—	—
Na ₂ O	0,79	0,79	0,92	0,68	0,53	0,71
K ₂ O	15,43	14,35	13,02	12,18	15,82	15,33
(MgO)	0,31	—	0,77	0,01	Spur	—
CaO	0,78	—	0,43	2,19	—	—
(FeO)	—	0,05	0,12 ¹⁾	2,02	—	—
Al ₂ O ₃	18,00	20,20	18,49	19,28	19,04	19,69
(Fe ₂ O ₃)	0,54	—	1,32	—	0,24	—
SiO ₂	64,00	65,30	63,85	61,80	64,68	64,30
H ₂ O	0,54	—	0,39	0,25	—	0,40
(CO ₂)	—	—	—	1,69	—	—
	100,71 ²⁾	100,69	99,31	100,10	100,31	100,43

38. Adular von Schemnitz (Ungarn); anal. G. Bischof nach C. Hintze, Min. II, 1376. Glühverlust.

39. Weiß, von der Washington Mine, Davidson Co. (N. Carol.); anal. F. A. Genth in Keller u. Tiedemanns Nordamer. Monatsber. **3**, 486 (1851).

40. Rot, aus Gneis, Westgestade des Loch Erribol (Schottl.); anal. F. Heddle, Min. Mag. **4**, 217 (1881).

41. In rotem Porphy, Holzemmental; anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1860, 129.

42. Aus Nephelinsyenit, Mikroklin vom Kunerngit (Grönl.); anal. C. Detlefsen bei N. V. Ussing, Inaug.-Diss. Kopenhagen und Medd. om Grönl. Heft 14, 1893/94; Z. Kryst. **26**, 105 (1896).

43. Mikroklin von der Bergkuppe Ludwig von Savoyen; anal. L. Colomba, I Ruwenzori, **2**, 281; Z. Kryst. **50**, 512 (1912).

¹⁾ 0,12% MnO.

²⁾ 0,32% PbO + CuO.

	44.	45.
Na ₂ O	0,90	0,91
K ₂ O	13,77	13,03
CaO	0,59	0,36
Al ₂ O ₃	18,04	19,52
(Fe ₂ O ₃)	0,90	—
SiO ₂	66,04	66,18
H ₂ O	0,39	—
	100,63	100,00

44. Sanidin aus Sanidinit von S. Miguel (Azoren), vgl. Analyse Nr. 331; anal. A. Osann, N. JB. Min. etc. 1888, I, 120.
 45. Mikroklin von Pargas, Ersby; anal. F. J. Wiik, Z. Kryst. 7, 76 (1883).

Orthoklase mit 1—1¹/₂°/o Na₂O.

	46.	47.	48.	49.
δ	—	2,523	—	—
Na ₂ O	1,00	1,11	1,14	1,18
K ₂ O	13,82	15,39	11,99	14,39
(MgO)	—	—	—	0,06
CaO	0,73	0,45	2,73	0,18
(MnO)	0,69	—	—	—
Al ₂ O ₃	17,03	18,62	11,41	17,61
(Fe ₂ O ₃)	1,43	—	3,07	0,74
SiO ₂	65,00	64,63	69,53	65,84
H ₂ O	0,50	—	—	—
	100,20	100,20	99,87	100,00

46. Aus Granit in Gneisschichten, zuckerartig; von Struay Bridge Inn (Rossshire, Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. 28, 197 (1877); Z. Kryst. 2, 644 (1878). Siehe Analyse Nr. 99.
 47. Eulengrund bei Schmiedeberg (Schlesien). Adular auf Klüften des Glimmerschiefers; anal. C. Beutell bei H. Traube, Miner. Schlesiens 163 (1888).
 48. Aus buntem Gneis von Denglarn; anal. W. C. Gümbel, Geogn. Beschreibung Bayerns 2, 216 (1868).
 49. Sanidin, Rockeskyll (Eifel). Aus vulkanischem Sand; anal. Bothe bei A. v. Dechen, Sitzber. nat. Ver. Bonn 9, 337 (1852). Vgl. Analyse Nr. 265, 271 u. 275.

	50.	51.	52.	53.	54.
δ	—	2,58	2,55	—	2,573
Na ₂ O	1,19	1,26	1,25	1,34	1,30
K ₂ O	12,85	12,87	14,02	12,75	14,80
(MgO)	1,08	0,31	—	0,29	—
CaO	0,89	0,38	0,34	0,84	0,30
BaO	1,45	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	19,46	18,72	18,57	19,32	18,40
(Fe ₂ O ₃)	Spur	—	—	0,53	—
SiO ₂	62,10	65,11	65,72	64,24	64,50
H ₂ O	0,67	0,50	—	0,92	—
	99,69	99,15	99,90	100,23	99,30

50. Aus dem Nephelinsyenitgebiet von Alnö; anal. A. C. Högbom, Geol. För. Förh. 17, 100 (1895); Z. Kryst. 28, 506 (1897).

51. In Basalthohlräumen von Schüttenitz bei Leitmeritz; anal. A. Ortman bei J. Gränzer, Tsch. min. Mit. **11**, 277 (1890).

52. Aus Granit von Baveno; anal. H. Abich, Pogg. Ann. **51**, 528 (1840).

53. Vom Fürstenstein (Fichtelgeb.); anal. C. W. Gumbel, Geogn. Beschreibung Bayerns **3**, 127 (1862).

54. Adular von Pfitsch; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **50**, 569 (1864).

	55.	56.	57.	58.
Na ₂ O	1,03	1,01	1,07	1,20
K ₂ O	15,23	12,33	16,54	8,43
(MgO)	0,23	0,21	—	0,12
CaO	0,34	1,10	0,60	2,20
BaO	0,49	—	—	—
(MnO)	Spur	—	—	—
Al ₂ O ₃	16,03	19,13	20,00	19,15
(Fe ₂ O ₃)	2,33	—	0,64	0,75
SiO ₂	63,12	66,22	62,00	66,87
H ₂ O unter 100°	0,15	} 0,09	0,87	—
H ₂ O über 100°	0,75			
	99,70	100,09	101,72	98,72

55. Aus Augitsyenit und Magnetit, Gora Blagodat (Ural); anal. Budilowitsch, Nachr. d. St. Petersb. Polyt. **8**, 5 (1907); mitgeteilt von Prof. P. v. Tschirwinsky.

56. Weiß aus grauem Gneis vom Abrahamschacht der Grube Himmelfahrt bei Freiberg; anal. R. Richter bei Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 49 (1862).

57. Pseudomorphose nach Laumontit, von Kilpatrick (Dumbartonshire, Schottl.); anal. G. Bischof, N. JB. Min. etc. 1850, 4; R. Blum, Nachtr. III, Pseudomorphosen 1852, 20.

58. Rötlich, aus Granit von Papudo (Chile); anal. F. Domeyko, Miner. 1879, 561.

Hierher gehört auch Analyse Nr. 66, die des Zusammenhanges halber erst später (S. 495) gebracht werden wird.

	59.	60.	61.	62.	63.	64.
δ	2,565	—	—	—	—	2,569
Na ₂ O	1,26	1,37	1,37	1,44	1,44	1,45
K ₂ O	12,89	12,15	11,84	14,17	12,43	15,83
(MgO)	—	0,43	0,94	—	0,19	—
CaO	0,38	0,77	1,38	—	0,33	—
(FeO)	—	—	—	—	—	0,05
Al ₂ O ₃	19,38	18,79	19,17	18,28	20,34	19,52
(Fe ₂ O ₃)	—	—	0,30	—	—	0,27
SiO ₂	65,87	65,13	64,03	65,75	65,27	64,05
H ₂ O	—	0,17	0,57	—	—	—
	99,78	98,81	99,82 ¹⁾	99,64	100,00	101,17

59. Von Villeneuve bei Beaulieu (Côte d'Or); anal. Ph. Barbier, Bull. Soc. min. **33**, 81 (1910).

60. Aus dem Gneis von Freiberg (Davidschacht); anal. R. Richter bei Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 49 (1862).

61. Porphyrgang, Clattering Briggs (Aberdeensh., Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. **28**, 191 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

62. Adular vom Gotthard; anal. Awdejew bei G. Rose, Pogg. Ann. **52**, 465 (1841).

¹⁾ Dazu 0,22% MnO.

63. Murchisonit von Exminster; anal. A. H. Church bei J. H. Collins, Miner. Cornwall 1876, 74.

64. Solarioquelle, Corsica; anal. E. Rupprecht, Inaug.-Diss. Erlangen 1889; Z. Kryst. 20, 311.

Orthoklase mit 1¹/₂—2⁰/₁₀ Na₂O.

	65.	66.	67.	68.	69.
δ	2,562	2,55	2,562	2,54	2,576
Na ₂ O	1,60	1,27	1,56	1,60	1,66
K ₂ O	14,00	13,75	13,50	13,20	13,90
(Fe ₂ O ₃)	0,40	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	19,10	20,70	19,60	20,90	20,30
SiO ₂	65,20	64,08	64,80	65,75	65,55
H ₂ O	—	0,20	0,20	0,20	—
	100,30	100,00	99,66	101,65	101,41

65. Sanidin aus Sanidinit von der Somma; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 50, 580 (1864).

66.—69. Alle vier vom Ilmengeb. (Ural), Mikroklin aus Pegmatit, Amazonit; anal. F. Pisani in A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. 9, 433 (1876); Z. Kryst. 1, 80 (1877).

	70.	71.	72.	73.	74.	75.	76.	77.
δ	—	2,245	—	2,57	2,575	—	—	—
Na ₂ O	1,69	1,70	1,71	1,74	1,54	1,60	1,27	1,68
K ₂ O	14,02	12,93	14,12	13,25	13,74	14,30	12,99	14,14
(MgO)	0,27	—	—	0,09	—	0,04	0,03	0,16
CaO	0,61	1,34	—	0,22	1,50	0,26	0,23	0,33
(MnO)	—	0,38	—	—	—	—	—	—
(FeO)	—	—	—	0,16	—	—	0,17	0,25
BaO	—	—	—	—	—	0,13	0,05	—
Al ₂ O ₃	17,65	17,36	18,10	19,23	17,99	18,41	16,11	18,19
(Fe ₂ O ₃)	0,50	1,87	—	—	—	—	0,20	—
SiO ₂	64,97	63,54	65,86	65,04	65,55	65,06	68,48	65,14
H ₂ O	0,65	1,12	0,21	0,36	—	—	—	—
H ₂ O unter 100 ^o	—	—	—	—	—	0,04	0,06	} 0,17
H ₂ O über 100 ^o	—	—	—	—	—	0,26	0,26	
	100,36	100,24	100,00	100,09	100,32	100,10	99,85	100,06

70. Chesterlith aus Dolomit, Poorhouse Quarry, Chester Co. (Penns.); anal. L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. 16, 42 (1853).

71. Ziegelrot aus Ton, Canisp (Schottl.); anal. F. Heddle, Min. Mag. 4, 234 (1881).

72. Adular vom Gotthard; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 28, 615 (1876); 35, 602 (1883).

73. Aus Pegmatit von Forst bei Meran; anal. A. Schwager bei K. Oebbecke, Z. Kryst. 11, 257 (1886).

74. Aus Gängen von Arendal (Norw.); anal. Schulz bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1860, 620.

75. Fleischfarbener Mikroklin aus Pegmatit, von Jones Falls Baltimore; anal. W. F. Hillebrand, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 113, S. 109 (1893); Z. Kryst. 25, 284 (1896).

76. Graulichgrüner Mikroklin; anal. wie oben, von ebenda. In beiden Spuren von Li.

77. Aus Eläolithsyenit von Litchfield (Maine); anal. W. H. Melville, siehe F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, S. 257 (1910).

	78.	79.	80.	81.	82.
δ	2,571	—	—	—	2,57
Na ₂ O	1,98	1,63	1,43	1,45	1,55
K ₂ O	12,37	14,23	14,11	14,66	15,58
(MgO)	—	0,19	—	—	0,21
CaO	—	0,05	—	Spur	0,70
BaO	—	0,46	0,78	—	0,17
Al ₂ O ₃	18,92	17,63	19,29	18,26	18,50
(Fe ₂ O ₃)	0,77	1,72	—	0,27	—
SiO ₂	65,38	63,79 ¹⁾	64,47	65,23	64,62
Glühverlust	0,45	—	—	—	—
	99,87	99,98	100,08	99,87	101,33

78. Aus dem Vanartsdalen Steinbruch, Bucks Co. (Penns.); anal. J. Eyerman, Miner. Pennsylvaniens, II (1911); Z. Kryst. **54**, 96 (1914).

79. Sanidin aus Jumillit, Jumilla (Spanien); anal. nach H. Rosenbusch, El. d. Gesteinsl. (Stuttgart 1910), 476.

80. Wasserklarer Adular, Gotthard; anal. E. Kolisko bei G. Tschermak, Min. Mit. **32**, 544 (1914).

81. Cottait aus Granit von Ellbogen (Böhmen); anal. Bulk bei C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **18**, 394 (1866).

82. Von der Fibbia (St. Gotthard), Adular; anal. Schwalbe in A. Kennngotts Übers. miner. Forsch. 1861, 73; nach C. Hintze, Miner. II, 1382.

	83.	84.	85.	86.	87.	88.
δ	2,616	2,47	2,568	—	—	2,565
Na ₂ O	1,77	1,78	1,84	1,84	1,85	1,89
K ₂ O	13,45	12,20	15,00	13,55	12,61	12,98
(MgO)	—	0,32	—	0,14	—	0,71
CaO	0,97	—	0,16	0,72	0,40	—
BaO	0,32	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	19,13	21,47	19,47	19,32	20,30	18,47
(Fe ₂ O ₃)	0,26 [*])	—	—	0,80	—	0,67
SiO ₂	63,83	64,97	63,64	63,60	64,65	64,86
H ₂ O	—	0,81	—	—	0,70	0,50
	99,73	101,55	100,11	99,97	100,51	100,08

83. Aus Syenit von Mitterwasser bei Wegscheid; anal. W. C. Gümbel, Geogn. Beschreib. Bayerns **2**, 354 (1868). *) FeO.

84. Mikroklin von Leverett (Mass.); anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Z. Kryst. **1**, 80 (1877).

85. Eulenburg bei Schüttenitz bei Leitmeritz in Basalthohlräumen; anal. F. Reitnitzer bei V. v. Zepharovich, Z. Kryst. **10**, 691.

86. Von Castle Caldwell aus Donegalgranit, von Donegal; anal. S. Haughton, Qu. J. geol. Soc. **18**, 403 (1862).

87. Von Four la Brouque (Auvergne), aus Quarzporphyr; anal. F. Pisani, Bull. Soc. min. **6**, 265 (1883).

88. Lavendelblau, aus Hornblendegneis von Ben Capval auf der Insel Harris (Hebriden); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

¹⁾ Davon 0,28% TiO₂.

	89.	90.	91.	92.	93.	94.
δ	—	—	2,564	—	—	2,59
Na ₂ O	1,72	1,75	1,88	1,88	1,92	1,96
K ₂ O	12,81	11,17	13,34	12,35	14,00	12,46
(MgO)	—	0,38	0,26	0,14	—	—
CaO	1,01	0,95	0,32	0,48	0,18	0,32
(MnO)	—	0,54	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	20,00	19,07	19,84	19,31	18,60	18,86
(Fe ₂ O ₃)	—	1,32	0,28	0,83	0,21	0,40
SiO ₂	64,48	64,15	64,12	64,14	64,73	65,49
H ₂ O	0,64	0,71	—	0,65	0,20	0,35
	100,66	100,04	99,04	99,78	99,84	99,84

89. Weiße Kristalle von Peterculter (Schottl.) bei Aberdeen; anal. S. Haughton, Phil. Mag. **40**, 59 (1870).

90. Rötlichgelb aus Gneis von Kyle of Diurness; anal. F. Heddle, Min. Mag. **4**, 217 (1881).

91. Amazonit Amelia Court House, aus Granit; anal. L. W. Page bei Ch. N. Dunnington, Ch. N. 1884, 208.

92. Birkenauer Tal bei Weinheim (Baden), Mikroklin, aus Granit; anal. A. Arzruni bei E. Cohen u. W. Benecke, Geogn. Beschreib. Heidelbergs 1881; Z. Kryst. **7**, 403 (1883).

93. Blaßfleischroter Mikroklin von den Fuchsbergen bei Striegau in Granitdrusenräumen; anal. A. Beutell, Z. Kryst. **8**, 363 (1884).

94. Schneeweißer Orthoklas zwischen Reichenstein und Maifritzdorf (Schlesien); anal. J. Traube, N. JB. Min. etc. 1890, I, 202.

	95.	96.	97.	98.	99.
δ	—	2,61	2,543	2,584–2,596	—
Na ₂ O	1,60	1,91	1,92	1,98	1,96
K ₂ O	12,85	13,97	14,33	12,04	13,31
(MgO)	0,08	—	0,40	—	—
CaO	0,64	Spur	Spur	0,66	0,69
(MnO)	—	—	—	—	0,46
Al ₂ O ₃	20,68	19,75	18,84	19,27	17,39
(Fe ₂ O ₃)	Spur	—	—	—	1,20
SiO ₂	64,36	64,55	63,60	64,17	64,19
H ₂ O	0,20*)	0,25*)	0,60	0,44	0,56
	100,41	100,43	99,69	98,66**)	99,76

95. Mikroklin aus Pegmatit von dela Sărărie N. Măcin facută (Dobrudscha); anal. G. Murgoci, Publ. Soc. nat. Romana 1901, 1; Z. Kryst. **41**, 430 (1906). *) Glühverlust.

96. Aus Kalkstein, Sauerbrunngraben bei Stainz (Steierm.); anal. E. Hussak, Z. Kryst. **13**, 52 (1888). *) Glühverlust.

97. Aus Granit von Glendalough Wicklow (Schottl.); anal. Galbraith, Phil. Mag. **9**, 40 (1855); Journ. prakt. Chem. **64**, 435 (1855).

98. Von Bodenmais (Bay.), gelb, blaugrün; anal. K. Kloos, N. JB. Min. etc. 1884, II, 102. **) 0,10 BaO.

99. Lavendelblau von Struay Bridge Inn, Rossshire (Schottl.); anal. F. Heddle, wie oben.

Orthoklase mit 2—3^o/_o Na₂O.

	100.	101.	102.	103.	104.	105.
δ	2,56	2,548	2,548	—	—	2,589
Na ₂ O	2,03	2,06	2,10	2,14	2,16	2,08
K ₂ O	12,24	13,27	12,11	11,35	12,96	12,24
(MgO)	—	—	—	0,57	0,09	—
CaO	1,50	1,05	—	1,15	0,26	2,10
(FeO)	2,87	—	—	—	0,16	—
Al ₂ O ₃	17,71	18,17	19,90	17,82	19,56	20,83
(Fe ₂ O ₃)	—	0,84	—	1,37	—	—
SiO ₂	62,75	63,31	64,80	65,82	65,12	62,58
H ₂ O	1,64*)	0,81	0,30	0,11	0,32	0,40
	100,74	99,51	99,21	100,33	100,63	100,32 ¹⁾

100. Aus Diorit vom Kyffhäuser (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1867, 541. *) Glühverlust.

101. Gang im Granit, Froster Hill, Old Meldrun (Aberdeensch.); anal. F. Heddle, wie oben, siehe Analyse Nr. 90.

102. Mikroklin, aus den Mikrogranuliten des Charolais, Broye, Marmagnetal; anal. A. Damoi bei A. Des Cloizeaux, Z. Kryst. 1, 80 (1877).

103. Rötlich aus Freiburger Gneis, vom Schieferleiten Erbstollen (Hoffnung Morgengang); anal. Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. 14, 49 (1862).

104. Aus Pegmatit von Forst bei Meran; anal. A. Schwager bei K. Oebbeke, Z. Kryst. 11, 257 (1886); vgl. Analyse Nr. 73.

105. Mikropetherit aus Olivingabbro, Prommowka, Wolynien; anal. W. Tarasenko, Bull. soc. Natur. Kiew 15, 97 (1897), mitgeteilt von P. v. Tschirwinsky.

	106.	107.	108.	109.	110.	111.
δ	—	2,59	2,60	—	—	—
Na ₂ O	2,01	2,05	2,04	2,10	2,68	2,08
K ₂ O	11,41	13,01	12,84	12,90	12,56	12,13
(MgO)	0,19	—	0,53	0,35	—	—
CaO	0,56	0,34	0,97	—	0,40	0,77
Al ₂ O ₃	18,60	19,01	16,45	19,41	19,30	19,58
(Fe ₂ O ₃)	0,85	—	1,58	0,14	0,30	—
SiO ₂	67,01	65,61	65,59	64,32	64,40	64,74
H ₂ O	—	0,31	—	—	—	—
Glühverlust	—	—	—	0,57	—	0,62
	100,63	100,33	100,00	99,79	99,64	99,92

106. Von Lomnitz (Schlesien); anal. Düre bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1860, 623.

107. Orthoklas von Schwarzbach; anal. A. Beutell, Z. Kryst. 8, 353 (1884).

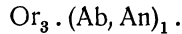
108. Aus Trachyt vom Drachenfels; anal. Lewinstein, Glas.-Feldsp., Berlin 1856 16; Journ. prakt. Chem. 68, 98 (1856).

109. u. 110. Beide aus dem Pegmatit von Ytterby; anal. J. v. Nordenskjöld, Bull. of the geol. Inst. Upsala 9, 183 (1908/09); N. JB. Min. etc. 1911, I, 33.

Die erste Analyse wurde von H. Seger ausgeführt, die zweite stammt aus dem Laboratorium von Lindman.

¹⁾ 0,09% TiO₂.

Beide Analysen führen zu der Zusammensetzung:



111. Von Francheville Le-Haut; anal. Ph. Barbier, Bull. Soc. min. **33**, 81 (1910); auch bei A. Lacroix, Minér. France (Paris 1910), IV, 813.

Folgende, zum Teil unvollständige Analysen mit verschiedenem Natrongehalt mögen hier angeführt werden, da eine Trennung nicht gut möglich ist.

	112.	113.	114.	115.	116.
δ	—	—	2,530	—	2,53
Na ₂ O	14,9	2,1	14,85	0,91	1,02
K ₂ O		9,4		13,50	13,18
(MgO)	1,5	1,4	1,40	0,73	1,50
CaO	—	—	1,30	0,52	1,16
Al ₂ O ₃	28,3	23,4	21,65	21,82	20,86
SiO ₂	54,1	62,0	59,80	61,39	60,73
Glühverlust . . .	2,0	1,9	1,15 ¹⁾	0,94	1,14 ¹⁾
	100,8	100,2	100,15	99,81	99,59

112.—116. Sämtliche aus dem Dolomit von Campo lungo; anal. R. Marc, N. JB. Min. etc. 1907, I, 25.

112. Große von der Hand ausgelesene Stücke.

113. Mit Thouletscher Lösung getrennt.

114. Desgleichen.

115. Desgleichen, die gepulverte Substanz vorher mit Salzsäure digeriert.

116. Desgleichen, leichtestes Material.

Die Analysen sind nicht an reinem Material ausgeführt.

	117.	118.	119.	120.	121.	122.
δ	2,621	—	2,551	—	—	—
Na ₂ O	2,02	2,16	2,18	2,19	2,19	2,23
K ₂ O	13,82	9,80	11,48	12,10	13,27	13,21
(MgO)	0,08	—	0,33	—	—	0,15
CaO	0,43	Spur	0,39	0,78	0,33	0,52
Al ₂ O ₃	18,16	19,80	19,92	20,00	18,65	17,41
(Fe ₂ O ₃)	0,85	0,15	—	—	0,30	1,03
SiO ₂	61,88	67,10	64,04	64,48	64,66	65,10
H ₂ O	—	—	—	0,08	0,48	0,39
	98,88 ²⁾	99,01	98,34	99,63	99,88	100,04

117. Aus Granit von Radegara (Ceylon); anal. M. Diersche, J. k. k. geol. R.A. **48**, 231 (1898).

118. Aus Granit von Marienbad (Böhmen); anal. C. Kersten, N. JB. Min. etc. 1845, 662.

119. Aus Gneis, St. Philippe (Vogesen); anal. A. Delesse, Bull. Soc. géol. 1852, 565.

120. Von Callernish, Westseite von Lewis bei Aberdeen; anal. S. Haughton, Phil. Mag. **40**, 59 (1870).

121. Von Lomnitz, Schwarzbach (Schlesien), aus Granit; anal. A. Beutell, Z. Kryst. **8**, 353 (1884).

122. Aus Freiburger Gneis; anal. R. Richter bei Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 49 (1862).

¹⁾ Wasser, organische Substanz und etwas Kohlensäure.

²⁾ Dazu 1,64% FeO; die Summe lautet im Original 99,44.

	123.	124.	125.	126.	127.	128.	129.
δ	—	2,584	2,570	2,584	—	—	—
Na ₂ O	2,23	2,26	2,25	2,26	2,30	2,27	2,36
K ₂ O	12,24	12,24	12,16	11,25	10,52	12,29	12,26
(MgO)	—	0,08	—	—	—	1,08	—
CaO	0,55	0,22	Spur	0,75	0,63	0,54	1,05
(FeO)	—	—	—	0,48	—	—	—
BaO	—	1,05	—	1,18	—	0,32	—
Al ₂ O ₃	21,42	19,15	18,27	19,52	19,06	17,36	19,51
(Fe ₂ O ₃)	—	—	1,90	—	—	0,39	0,73
SiO ₂	63,47	65,24	65,36	64,25	66,48	65,56	63,53
H ₂ O	—	—	—	—	—	—	0,56
	99,91	100,24	99,94	99,69	98,99	99,81	100,00

123. Aus Pegmatit vom Hühnerkobel beim Rabenstein (Fichtelg.); anal. C. W. Gümbel, Geogn. Beschreib. Bayerns **2** (1868).

124. Aus Gneis von Schapbach (Baden); anal. Th. Petersen u. Flinsch bei Fr. Sandberger, Z. Kryst. **7**, 410 (1883).

125. Rote Lamellen des Perthits aus Pegmatit, North Burgess (Canada); anal. D. Gerhard, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 153 (1862).

126. Aus dem Meeressand zwischen Portici und Neapel; anal. A. Knop in: Der Kaiserstuhl 1892, 95.

127. Adular von der Mer de Glace (Montblanc); anal. A. Delesse, Bull. Soc. géol. **10**, 568.

128. Von Striegau ohne nähere Fundortsangabe; anal. Becker nach C. Hintze, Min. II, 1365.

129. Vom Canzoccoli aus Monzonit; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 201 (1872).

	130.	131.	132.	133.	134.	135.
δ	2,576	2,551	2,553	2,553	—	—
Na ₂ O	2,32	2,34	2,35	2,35	2,35	2,29
K ₂ O	12,80	13,06	13,65	12,03	13,07	12,95
(MgO)	0,25	0,57	—	—	0,14	—
CaO	0,49	0,88	—	0,25	0,45	0,42
(MnO)	—	—	—	0,75	—	—
(FeO)	—	—	0,44	1,25	—	0,36 ¹⁾
BaO	—	—	0,09	0,21	—	—
Al ₂ O ₃	19,40	18,98	19,32	19,57	18,96	18,95
(Fe ₂ O ₃)	—	0,98	—	—	1,04	—
SiO ₂	64,96	63,11	64,03	63,02	64,40	65,09
H ₂ O	—	0,34	—	1,25	—	—
	100,22	100,26	99,88	100,68	100,41	100,06

130. Von Pargas, Mikroklin; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 377 (1871).

131. Weiß, aus granitähnlichen Lagen im Gneis, Banchory (Aberdeensh., Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. **18**, 107 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

132. Tafelige Zwillinge aus „Kristallgranit“ von Tirschenreuth (Fichtelgeb.); anal. C. W. Gümbel, Geogn. Beschreib. Bayerns **2**, 312 (1868).

133. Grüner Mikroklin vom Silberberg bei Bodenmais (Fichtelg.); anal. J. Thiel, Z. Kryst. **23**, 295 (1894).

¹⁾ + Fe₂O₃.

134. Grüner Mikroklin von Kangerdluarsuk (Grönl.); anal. S. Haughton, Phil. Mag. **32**, 221 (1876).

135. Von Mitchell Co. (N. Carol.); anal. E. T. Allen, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 220 (1903); Z. Kryst. **42**, 308 (1907).

	136.	137.	138.	139.	140.
δ	2,528	—	2,584	—	2,55—2,57
Na ₂ O	2,36	2,37	2,31	2,40	2,41
K ₂ O	11,80	11,30	12,45	10,37	15,67
(MgO)	1,66	0,12	—	—	0,14
CaO	1,65	0,06	—	1,62	—
BaO	0,29	—	—	—	0,48
Al ₂ O ₃	19,12	18,84	19,58	19,08	18,28
(Fe ₂ O ₃)	—	—	0,35	0,50	—
SiO ₂	62,84	66,57	65,43	65,17	63,02
H ₂ O	—	0,57	—	0,66	—
	99,72	99,83	100,12	99,80	100,00

136. Hellfleischrot, von Epprechtstein bei Kirchenlamitz (Fichtelg.); anal. Pecher bei Fr. Sandberger, Abh. k. bay. Ak. **18**, 423 (1888).

137. Sanidin aus Rhyolith von Hlinik (Ungarn); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1867, 352.

138. Schmutziggrüner Mikroklin(?) von Sungansarsuk (Grönl.); anal. A. Damour bei A. Des Cloizeaux, Z. Kryst. **1**, 81 (1877).

139. Aus granitischem Gestein, Glass Mine, Roche (Cornwall); anal. S. Haughton bei J. H. Collins, Miner. v. Cornwall 74; auch Phil. Mag., Febr. 1871.

140. Cottait von Ellbogen (Böhmen); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **18**, 394 (1866).

	141.	142.	143.	144.	145.	146.
δ	—	—	2,609	—	—	2,57
Na ₂ O	2,25	2,41	2,41	2,45	2,58	2,22
K ₂ O	12,87	12,22	9,59	13,02	11,69	12,60
(MgO)	0,11	0,09	—	0,07	—	—
CaO	0,14	0,20	2,69	0,15	0,62	—
(MnO)	—	—	—	Spur	—	—
BaO	—	—	—	—	—	0,94
Al ₂ O ₃	17,86	21,00	17,21	19,48	19,09	20,66
(Fe ₂ O ₃)	1,46	0,33	2,58	2,03	—	Spur
SiO ₂	64,78	64,62	65,73	62,67	65,46	63,89
Glühverl.	—	—	—	—	0,45	—
	99,47	100,87	100,21	99,87	99,89	100,31

141. u. 142. Beide aus Pegmatit von Tanokamiyama in Omi (Japan); anal. Kodera bei Kitora Jimbo, Not. über die Miner. Japans, J. Coll. scient. Tokyo **11**, 213 (1899); Z. Kryst. **34**, 215 (1904).

143. Milchweiß, von Marble Hill (New York); anal. J. Eyerma, Amer. Geol. **33**, 43 (1903); Z. Kryst. **42**, 303 (1907).

144. Sanidin aus Shonkinitporphyr vom Katzenbuckel; anal. O. N. Heidenreich von W. Freudenberg mitgeteilt.

145. Von Limonest; anal. Ph. Barbier, Bull. Soc. min. **33**, 81 (1910). Auch bei A. Lacroix, Minér. de France (Paris 1910), IV, 813.

146. Sanidin vom Leilenkopf bei Niederlützingen; anal. M. Lubinski bei R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1909, I, 54.

	147.	148.	149.	150.	151.
δ	2,58	2,59—2,60	2,57	—	2,536
Na ₂ O	2,40	2,42	2,45	2,47	2,47
K ₂ O	12,44	13,50	12,68	11,47	12,34
(MgO)	—	—	0,20	—	—
CaO	1,20	Spur	0,84	1,19	1,51
Al ₂ O ₃	18,80	19,09	19,78	18,63	19,81
(Fe ₂ O ₃)	—	—	—	1,06	—
SiO ₂	64,25	65,33	63,85	63,74	63,45
H ₂ O	0,30	—	—	1,18	—
	99,39	100,34	99,80	99,74	99,58

147. Mit Danburit vorkommend, Danbury (Conn.); anal. Barker, Am. Journ. **26**, 70 (1858).

148. Mikroklin aus Syenitgranit von Gasern bei Meißen; anal. A. Sauer, Z. Kryst. **18**, 195 (1891).

149. Aus Granit vom Triberger Wasserfall (Schwarzwald); anal. C. Hebenstreit, Z. Kryst. **2**, 104 (1878).

150. Aus titanitreichem Monzonit vom Canzoccoli (Predazzo); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 201 (1872).

151. Aus Monzonit, Piano dei Monzoni; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 383 (1871); Z. Dtsch. geol. Ges. **2**, 352 (1875).

	152.	153.	154.	155.	156.
δ	—	—	2,501	—	2,588
Na ₂ O	2,48	2,49	2,49	2,49	2,50
K ₂ O	12,66	11,07	12,98	11,79	13,13
(MgO)	—	0,65	—	0,35	0,25
CaO	0,41	0,78	0,27	1,05	0,68
Al ₂ O ₃	19,24	19,16	18,74	17,62	17,68
(Fe ₂ O ₃)	—	—	0,13	0,91	0,92
SiO ₂	63,84	64,91	65,37	65,26	65,35
H ₂ O	0,35	0,30	—	—	0,18
	98,98	99,36	99,98	99,47	100,69

152. Aus lockerkörnigem Granit von Rio de Janeiro; anal. K. v. Hauer in A. Kenngotts Übers. miner. Forsch. 1856/57.

153. Aus Granit von Plombières; anal. A. Delesse, N. JB. Min. etc. 1848, 771.

154. Von der Allen Glimmergrube, Amelia Co. (Virginia), aus „Riesengranit“; anal. Stoa bei F. R. Mallet, Ch. N. **44**, 189 (1881).

155. Sanidin, Perlenhardt (Siebengeb.); anal. Lewinstein, Journ. prakt. Chem. **68**, 98 (1856); u. Glasfeldspate (Berlin 1856), 16.

156. Grau, blätterig, vom Rock of Stromay (Harris, Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

Orthoklas von 2¹/₂—3⁰/₁₀ Na₂O.

	157.	158.	159.	160.	161.	162.
δ	—	2,56	2,592	2,633	2,554	—
Na ₂ O	2,53	2,56	2,55	2,57	2,58	2,59
K ₂ O	12,64	12,22	7,82	7,83	13,05	11,90
(MgO)	0,09	—	—	1,96	0,09	—
CaO	0,13	0,59	1,31	1,59	0,36	0,32
(FeO)	—	—	2,78	—	—	—
Al ₂ O ₃	20,93	19,06	18,48	17,29	18,36	18,91
(Fe ₂ O ₃)	0,19	0,42	—	2,39	0,32	—
SiO ₂	63,74	63,81	66,86	57,15	64,54	65,50
H ₂ O	0,61	0,55	0,68	1,00	0,09	0,78
	100,86	99,21	100,48	101,78	99,39	100,00

157. Aus Ganggranit bei Selb (Fichtelgeb.); anal. A. Schwager bei C. W. Gumbel, Geogn. Beschreib. Bayerns **3**, 371 (1862).

158. Aus grob porphyrtigem Granit vom Strehlenberg bei Markt Redwitz; anal. Th. Böttger bei Fr. Sandberger, Ber. Münch. Ak. **18**, 423 (1888).

159. Aus Minette, am Weiler bei Weißenburg (Vogesen); anal. G. Linck, Z. Kryst. **11**, 64 (1886).

160. Aus Granit vom Ockertal (Harz); anal. C. W. C. Fuchs, N. JB. Min. etc. 1862, 787.

161. Fleischrot, aus Granit von Aberdeen; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

162. Farblos, aus Quarzporphyr vom Val Maor, Boscampo bei Predazzo; anal. C. Cathrein nach C. Hintze, Min. II, 1380.

	163.	164.	165.	166.	167.	168.
δ	2,55	—	2,560	2,554	2,527	2,559
Na ₂ O	2,60	2,73	2,64	2,73	2,79	2,75
K ₂ O	7,50	12,15	10,74	12,34	14,97	13,42
(MgO)	1,10	—	1,02	Spur	—	Spur
CaO	0,72	0,66	Spur	0,80	—	0,23
Al ₂ O ₃	21,60	18,64	19,04	18,36	21,73	17,72
(Fe ₂ O ₃)	1,80	0,80	—	—	0,03	65,05
SiO ₂	64,40	64,44	64,48	65,44	61,14	0,36
H ₂ O	0,40	0,80	0,78	0,52	0,29	—
	100,12	100,22	98,70	100,19	100,95	99,53

	169.	170.	171.	172.	173.
δ	2,58	2,555	2,569	2,579	2,586
Na ₂ O	2,89	2,92	2,95	2,96	2,98
K ₂ O	11,84	13,72	12,75	11,15	11,80
(MgO)	Spur	0,64	0,08	—	—
CaO	1,24	0,60	0,73	0,46	0,42
(MnO)	—	—	0,15	—	—
Al ₂ O ₃	19,34	19,63	18,40	19,20	19,26
(Fe ₂ O ₃)	Spur	0,06	0,45	0,52	—
SiO ₂	64,54	62,62	64,20	65,66	65,23
H ₂ O	0,58	0,13	0,51	0,42	—
	100,43	100,32	100,22	100,37	99,69

163. Rötlich, vom Verrugasviadukt (Peru); anal. G. Raimondi, Minér. du Pérou 1878, 308.
 164. Kristalle von Rubislaw bei Aberdeen; anal. S. Haughton, Phil. Mag. **40**, 59 (1870).
 165. Von Glenmalour (Irl.) aus Granit; anal. Galbraith, Phil. Mag. **9**, 40 (1855); Journ. prakt. Chem. **64**, 435 (1855).
 166. Aus Granit von Lough Bray; anal. wie oben.
 167. Rot, von Apietto (Corsica); anal. E. Rupprecht, Inaug.-Diss. Erlangen 1889; Z. Kryst. **20**, 311 (1892).
 168. Von Lough Dan Wicklow; anal. S. Haughton, wie oben.
 169. Fleischroter Anorthoklas aus Granit von Port Victor (S. Australien); anal. H. W. Gartrell, Trans. Roy. Soc. S. Austr. **27**, 256 (1903); Z. Kryst. **45**, 315 (1908).
 170. Aus einem Gang im hornblendeführenden Granit von Lairg, Sutherland (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinbg. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).
 171. Amazonit von Ben Laoghal, Tongue (Schottl.); anal. F. Heddle, wie oben.
 172. Blaßfleischrot, Syenit von Follmersdorf (Schlesien); anal. H. Traube, N. JB. Min. etc. 1890, I, 195.
 173. Kristalle von Bolton (Mass.); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 376 (1871).

	174.	175.	176.	177.	178.
δ	—	—	2,553	—	2,578
Na ₂ O	2,76	2,88	2,95	2,97	2,99
K ₂ O	12,63	12,26	11,39	4,17	9,88
(MgO)	—	—	0,34	0,71	0,76
CaO	0,23	0,72	0,70	4,61	—
Al ₂ O ₃	18,52	18,97	18,39	22,89	18,30
(Fe ₂ O ₃)	—	—	—	4,58	—
SiO ₂	65,58	65,51	64,19	58,18	67,65
H ₂ O	0,28	—	0,58	0,96	0,42
	100,00	100,34	98,54	99,07	100,00

174. Von Striegau; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 604 (1883).
 175. Von Grumbach bei Freiberg, aus Gneis; anal. R. Richter bei A. Frenzel, Miner. Lexikon 1874, 99.
 176. Von Glenmacanass (Irland); anal. Galbraith, Phil. Mag. **9**, 40 (1855); auch Journ. prakt. Chem. **64**, 435 (1856).
 177. Lille Frogner, aus Rhombenporphyr (Norw.); anal. Th. Kjerulf bei W. C. Brögger, Sliur. Etagen 1882, 295, 306. Gehört eher zum Oligoklas.
 178. Rot, aus Rapakivi von Pyterlaks (Finnl.); anal. H. Struve bei A. Kenngott, Übers. miner. Forsch. 1862—1865, 182.

	179.	180.	181.	182.	183.
δ	—	2,551	2,574	2,588	2,581
Na ₂ O	2,75	2,76	2,82	2,85	2,84
K ₂ O	10,30	12,53	12,49	11,61	10,85
(MgO)	—	0,08	—	—	—
CaO	0,68	0,68	0,41	0,81	0,60
(FeO)	—	—	—	—	0,13
BaO	—	—	—	0,28	0,42
Al ₂ O ₃	21,00	19,58	17,43	19,28	19,18
(Fe ₂ O ₃)	—	1,09	—	—	—
SiO ₂	63,20	63,59	66,20	63,54	65,88
H ₂ O	0,40	0,42	0,46	0,48	—
	98,33	100,73	99,81	99,11 ¹⁾	99,90

¹⁾ 0,26% Apatit.

179. Trewavas Head, Breage; anal. J. H. Collins, Miner. Cornwall 1876, 74.
 180. Milchweiß aus Gneis, von Banchory (Schottl.); anal. F. Heddle, vgl. Analyse Nr. 170.
 181. Aus Rapakiwi von Pyterlaks (Finnl.); anal. Titow in A. Kenngotts Übers. miner. Forsch. 1862—1865, 182.
 182. Aus Cordieritgneis Bodenmais; anal. C. Kloos, N. JB. Min. etc. 1884, II, 102.
 183. Von ebenda; anal. C. W. Gümbel, Geogn. Beschr. Bayerns 2, 237 (1868).

	184.	185.	186.	187.	188.	189.
δ	—	—	—	2,551	—	—
Na ₂ O	2,60	2,89	2,85	2,88	2,96	2,89
K ₂ O	12,41	11,88	12,32	10,58	10,41	12,40
(MgO)	0,09	0,10	—	0,77	0,81	—
CaO	0,20	0,37	0,72	0,70	0,44	0,44
(FeO)	—	—	—	—	0,93	—
Al ₂ O ₃	18,44	19,29	19,02	19,27	19,20	19,14
(Fe ₂ O ₃)	0,31	0,43	—	0,50	1,08	Spur
SiO ₂	65,69	64,57	64,62	64,26	62,71	64,53
TiO ₂	—	—	—	—	Spur	—
H ₂ O	0,26	0,47	0,33	0,40	1,15 ¹⁾	0,34
	100,00	100,00	99,86	99,36	99,69	99,74

184. Fleischfarben, aus Ganggranit von Helsingfors, Weg nach Gammelstaden; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 22, 361 (1870).
 185. Von der russischen Kirche in Helsingfors, Granit; anal. wie oben.
 186. Mikroklin aus Ganggranit von Lampersdorf (Schlesien); anal. C. Beutell, Z. Kryst. 8, 373 (1885).
 187. Aus Syenit vom Ballon de Servance (Vog.); anal. A. Delesse, C. R. 36, 484 (1853).
 188. Aus Gabbro isoliert, North. Fowl Lake (Minnesota); anal. W. F. Hillebrand bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. 419, 257 (1910).
 189. Aus Granitit, Mikroklin, von Burbach (Schwarzwald); anal. A. Sauer, Mitt. gr. bad. geol. L.A. 1891, II, 233; Z. Kryst. 23, 291 (1894).

Orthoklase mit 3—4% Na₂O.

	190.	191.	192.	193.	194.	195.	196.
δ	2,540	—	2,597	2,58	2,603	2,585	2,564
Na ₂ O	3,00	3,02	3,00	3,08	3,03	3,06	3,07
K ₂ O	12,73	10,07	10,79	12,33	9,81	11,94	13,04
(MgO)	0,57	—	—	0,06	0,30	0,13	0,09
CaO	Spur	0,16	0,08	0,34	1,24	0,33	0,71
(FeO)	—	—	—	—	—	—	0,06
Al ₂ O ₃	18,11	20,15	18,96	18,74	17,67	19,02	19,18
(Fe ₂ O ₃)	—	0,29	0,62	1,49	1,33	Spur	—
SiO ₂	64,00	65,14	66,14	62,78	66,51	65,24	64,20
H ₂ O	0,55	0,34	0,40	1,11 ²⁾	—	—	0,34
	98,96	99,17	99,99	99,93	99,89	99,72	100,79 ³⁾

190. Von Dalkey, aus Granit, Mikroklin; anal. Gailbrath, Phil. Mag. 9, 40 (1855).

1) Davon 0,23% bei 100°.
 2) Davon 0,40% unter 110°.
 3) Dazu 0,10% Fe₂O₃.

191. Rot, von Garmersreuth (Fichtelgeb.); anal. A. Schwager bei C. W. Gumbel, Geogn. Beschr. Bayerns **3**, 371 u. 373.
 192. Kontakt zwischen Syenit, Serpentin und Kalk, Easton (Penns.); anal. J. Eyerman, Am. Geol. **33**, 43 (1903); Z. Kryst. **42**, 303 (1907).
 193. Aus Augengneis, bei Naturns (Tirol); anal. G. Hradil, J. k. k. geol. R.A. 1909, 669.
 194. u. 195. Beide von Wilmington (Delaware). 194. von Tuckers Quarry, weiß.
 195. von Blue Rock Quarryville (Delaware), grau; anal. Boye u. J. C. Booth, Proc. Am. Phil. Soc. **2**, 53 (1841); N. JB. Min. etc. 1842, 602; 1845, 321.
 196. Sanidin aus dem Trachyt des Monte Amiata (Ital.); anal. J. F. Williams, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **5**, 381 (1887).

	197.	198.	199.	200.	201.	202.
Na ₂ O	3,10	3,08	3,08	3,12	3,13	4,06
K ₂ O	13,22	9,91	12,89	11,66	11,61	9,32
(MgO)	—	—	0,10	—	—	0,87
CaO	0,33	0,90	0,63	0,15	—	0,55
BaO	—	—	—	—	1,34	—
Al ₂ O ₃	17,71	21,04	19,21	19,52	19,20	19,41
(Fe ₂ O ₃)	63,91	—	0,56	—	—	0,43
SiO ₂	Spur	63,60	63,52	65,32	64,55	65,36
H ₂ O	0,68	0,40	—	—	0,17	—
	98,95	98,93	99,99	99,77	100,00	100,00

197. Aus Granit von Zawrat (Tatra); anal. L. Gorazdowski, Z. Kryst. **33**, 658 (1900).
 198. Rötlich, aus Elvangelstein, Treawavas Head, Breage (Engl.); anal. S. Haughton bei J. H. Collins, Miner. Cornwall 1876, 74.
 199. Aus Eläolithsyenit der Sierra de Tinguá (Bras.); anal. F. Graeff, N. JB. Min. etc. 1877, II, 229.
 200. Fleischrot, aus Granit von Baden; anal. Riese bei Fr. Sandberger, Geogn. Beschr. Badens (Karlsruhe 1861), 64.
 201. Aus Leucittuff von Wehr (Laacher See); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 603 (1883).
 202. Sanidin aus Phonolith von Kostenblatt bei Bilin; anal. Hefter u. Joy bei G. Rose, Z. Dtsch. geol. Ges. **6**, 308 (1854).

	203.	204.	205.	206.	207.	208.	209.
δ	—	—	2,6619	2,5762	—	—	—
Na ₂ O	3,08	3,05	3,05	3,30	3,06	3,60	3,53
K ₂ O	11,73	11,22	13,63	13,90	10,00	11,40	9,45
(MgO)	—	0,05	Spur	0,10	—	Spur	—
CaO	0,74	1,25	0,33	0,36	0,67	0,59	0,39
Al ₂ O ₃	(19,00)	17,35	18,12	18,55	19,64	18,97	18,74
(Fe ₂ O ₃)	0,99	—	0,45	0,34	0,37	0,37	Spur
SiO ₂	(64,20)	66,25	64,36	63,55	64,64	64,40	65,49
H ₂ O	—	0,30	—	—	0,22	0,19	1,30
	99,74	99,47	99,94	100,10	98,60	99,52	98,90

203. Orthoklas aus Rapakivi von Rödö (Schweden); nach J. H. L. Vogt, Tsch. min. Mit. **24**, 496 (1905).
 204. Von Mourne Mountains (Irland); anal. S. Haughton nach J. H. Teall, Brit. Petr. 1888, 330.
 205. u. 206. Beide weißer Mikroklin aus Pegmatit von Ambaboko (Madag.); anal. L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, Mém. Soc. phys. u. hist. nat. Genève **36**, III, 283 (1910); Bull. Soc. min. **33**, 53 (1910).

207. u. 208. Beide anal. T. L. Watson, Am. Geol. **27**, 199 (1901); Z. Kryst. **37**, 79 (1902). 207. Aus porphyrischem Granit von Columbia Co.; 208. aus porphyrischem Granit von Coweta Co. (Georgia).

209. Aus Dacit von Summit Co. (Colorado); anal. A. Lagorio nach J. H. L. Vogt, wie oben bei Analyse Nr. 208.

	210.	211.	212.	213.	214.
δ	2,559	—	—	2,543	2,562
Na ₂ O	3,19	3,20	3,24	3,25	3,26
K ₂ O	10,02	12,42	7,81	11,75	10,68
(MgO)	—	—	0,44	—	1,77
CaO	1,00	0,29	0,58	—	Spur
BaO	—	—	0,22	—	—
Al ₂ O ₃	18,30	18,75	21,53	18,63	17,71
(Fe ₂ O ₃)	2,03	—	—	1,09	—
SiO ₂	66,00	64,64	65,59	65,40	65,40
H ₂ O	0,17	0,32	—	—	0,69
	100,71	99,62	99,41	100,12	99,51

210. Fleischrot, gangförmig von Portsoy, Banffshire (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

211. Mikroklin aus Ganggranit von Leutmannsdorf bei Schweidnitz (Schl.); anal. C. Beutell, Z. Kryst. **8**, 373 (1884).

212. Aus Granit von Schapbach (Baden); anal. Nessler in A. Kenngotts Übers. miner. Forsch. 1860—1865, 187.

213. Mikroklin von Arendal; anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. **9**, 1876; Z. Kryst. **1**, 81 (1877).

214. Von Three Rock Mountains (Irl.); anal. Galbraith, Phil. Mag. **9**, 40 (1855); Z. prakt. Chem. **64**, 435 (1855).

	215.	216.	217.	218.	219.	220.
δ	—	2,540	—	—	—	—
Na ₂ O	3,30	3,40	3,46	3,49	3,49	3,58
K ₂ O	12,25	11,95	11,23	9,98	7,41	7,30
(MgO)	0,07	—	—	0,09	0,03	0,22
CaO	0,34	—	0,59	0,09	1,29	1,88
FeO	—	—	—	—	3,17	1,22
Al ₂ O ₃	19,00	19,40	18,37	20,49	21,21	22,27
(Fe ₂ O ₃)	—	—	—	0,18	—	—
SiO ₂	65,82	64,64	64,89	65,77	63,85	63,72
H ₂ O	—	—	1,32	0,38	—	—
	100,78	99,39	99,86	100,47	100,45	100,19

215. Aus Granit von Schaitanska (Ural); anal. Litton, Pogg. Ann. **53**, 110.

216. Weiß von San Piero in Campo (Elba); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 652 (1870).

217. Vom Straschiner Steinbruch bei Ričan (Böhm.); anal. J. Wiesner, Listy chem. (Prag 1882), 10; siehe Fr. Katzer, Tsch. min. Mit. **9**, 410 (1888).

218. Im Kalkstein von Stemmas (Fichtelgeb.); anal. A. Schwager bei C. W. Gumbel, Geogn. Beschr. Bayerns **3**, 135 (1879).

219. Sanidin aus der Arsolava, Ischia; anal. C. W. C. Fuchs, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1872, 233.

220. Sanidin Mte. Marecocco, Ischia; anal. wie oben.

	221.	222.	223.	224.	225.	226.
δ	2,58	2,561	2,580	—	—	2,575
Na ₂ O	3,24	3,34	3,50	3,34	3,25	3,32
K ₂ O	7,94	9,87	11,86	12,04	10,09	9,75
(MgO)	0,13	0,04	Spur	Spur	0,30	—
CaO	0,46	0,98	—	—	0,92	—
BaO	—	—	—	—	—	1,17
Al ₂ O ₃	20,60	18,30	18,50	18,76	20,23	19,61
(Fe ₂ O ₃)	1,89	1,99	0,55	—	1,43	0,46
SiO ₂	65,45	64,74	65,62	65,86	62,84	64,76
H ₂ O	0,17	0,17	—	—	—	—
Glühverl.	—	—	0,38	—	1,20	—
	99,88	99,43	100,41	100,00	100,26	99,07

221. Aus Granit des Ockertals (Harz); anal. C. W. C. Fuchs, N. JB. Min. etc. 1862, 787.

222. Fleischrot, aus Granitgang im Talkschiefer, vom Vorgebirge Cowythe Head bei Portsoy (Banffshire, Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

223. Mikroklin von Serrasuit, aus Nephelinsyenit (Grönl.); anal. C. Detlefsen bei N. V. Ussing, Medd. om Grönl. Heft 14, 1893/94; Z. Kryst. **26**, 105 (1896).

224. Dieselbe Analyse korrigiert, für 1,56% Ägirinbeimengung; anal. wie oben.

Die Analyse entspricht einer Mischung von 71,61% Kalifeldspat, 28,39% Natronfeldspat.

225. Mont Taylor (Victoria); anal. D. Clark bei R. R. Walcott, Proc. Roy. Soc. Victoria **13**, 253 (1901); Z. Kryst. **37**, 311 (1903).

226. Sanidin von Samothrake, dicke Zwillinge; anal. R. Zsigmondy bei G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **32**, 544 (1914).

	227.	228.	229.	230.	231.	232.
δ	—	2,55	—	—	2,573	—
Na ₂ O	3,50	3,52	3,58	3,56	3,65	3,63
K ₂ O	10,18	9,02	9,57	3,09	7,53	11,26
(MgO)	—	0,20	—	—	—	—
CaO	0,11	Spur	0,30	—	0,52	0,22
(FeO)	—	—	—	—	2,89	—
BaO	—	0,32	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	20,93	20,21	18,68	19,58	17,87	19,04
(Fe ₂ O ₃)	—	—	—	—	—	Spur
SiO ₂	65,91	66,03	66,70	62,74	66,42	65,40
H ₂ O	—	0,58	0,70	0,16	0,60	0,20
	100,63	99,88	99,53	99,13	99,48	99,75

227. Von Alabaschka bei Mursinska (Ural); anal. Moss bei G. Rose, Pogg. Ann. **52**, 465.

228. Aus Granit vom Forstgärtchen an der Straße von Schweighof nach Sernitz bei Badenweiler (Schwarzwald); anal. A. Wollemann, Z. Kryst. **14**, 625 (1888).

229. Aus Granit vom Lake Superior; anal. Foster u. M. R. Whitney, Am. Journ. **15**, 440 (1853).

230. Mikroklin von Kangerdluarsuk (Grönl.); anal. J. Lorenzen, Min. Mag. **5**, 49 (1882).

231. Aus Granit von Meineckenberg (Harz); anal. C. W. C. Fuchs, N. JB. Min. etc. 1862, 787.

232. Aus Granit von Stirling Hill, Peterhead bei Aberdeen; anal. S. Haughton, Phil. Mag. 40, 59 (1870).

	233.	234.	235.	236.	237.	238.
δ	2,555	2,539	—	—	2,494	—
Na ₂ O	3,67	3,75	3,77	3,77	3,80	3,87
K ₂ O	12,08	12,90	9,11	10,33	11,38	8,99
(MgO)	0,09	—	0,45	—	—	0,13
CaO	0,08	—	0,93	0,84	—	0,98
(FeO)	—	0,19	—	0,30	—	—
BaO	—	—	—	0,50	—	—
Al ₂ O ₃	18,93	18,83	18,70	18,22	19,80	18,01
(Fe ₂ O ₃)	0,59	0,30	—	—	—	1,37
SiO ₂	63,00	63,77	66,08	65,75	65,12	66,21
H ₂ O	1,00	—	—	—	—	0,19
	99,44	99,74	99,04	99,71	100,10	99,75

233. Aus Nephelinsyenit von Dunganon, Hastings Co. (Can.); anal. G. Chr. Hoffmann, Min. Canada 1890, 94.

234. Schwach rötlich, aus Granit, Couvent de la Trinité, Straße von Bonifacio nach Propiano (Corsica); anal. E. Rupprecht, Inaug.-Diss. Erlangen 1889; Z. Kryst. 26, 311 (1892).

235. Weiß, feinblättrig von Remiremont (Vog.); anal. A. Delesse, N. JB. Min. etc. 1848, 770.

236. Milchweiß aus porphyrtartigem Syenitgranit von Kirchberg (Fichtelgeb.); anal. C. W. Gümbel, Geogn. Beschr. Bayerns 2, 296 (1868).

237. Sanidin aus dem Phonolith von Heldburg (Thüringen); anal. O. Luedecke, Z. Kryst. 7, 90 (1883).

238. Aus Freiburger Gneis; anal. R. Richter bei Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. 14, 49 (1862).

	239.	240.	241.	242.	243.
δ	—	—	2,588	2,582	—
Na ₂ O	3,45	3,44	3,78	3,80	3,59
K ₂ O	8,31	11,47	11,20	11,35	11,31
CaO	2,95	Spur	0,44	0,11	—
(FeO)	—	Spur	—	—	—
Al ₂ O ₃	20,33	19,06	19,07	18,96	19,27
SiO ₂	62,22	65,29	65,06	65,54	65,83
H ₂ O	1,90	0,24	0,17	0,16	—
	99,16	99,50	99,72	99,92	100,00

239. Aus grauem Porphy, Johnson Gulch bei Leadville (Colorado); anal. W. F. Hillebrand bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 257 (1910).

240. Aus dem Eläolithsyenit von Ditró; anal. B. Mauritz, Földt. Közl. 40, 581 (1910); N. JB. Min. etc. 1911, II, 191.

M. Mauritz berechnet aus der Analyse 70,3% Kalifeldspat und 29,7% Natronfeldspat.

241. u. 242. Beide Anorthoklase im Granitporphy, von Außer-Ferrara, SÖ. der Rofnaschlucht des Hinterrheins; anal. G. Rüetsch, Inaug.-Diss. Zürich 1903; Z. Kryst. 41, 677 (1906).

243. Vom Gotthard, Adular; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 28, 615 (1876).

	244.	245.	246.	247.	248.	249.	250.
δ	—	—	—	—	2,493	—	2,57
Na ₂ O	3,87	3,47	4,20	3,71	3,95	3,82	3,95
K ₂ O	8,25	8,15	8,95	8,72	10,98	10,82	10,95
(MgO)	—	—	—	—	0,48	0,64	—
CaO	4,28	4,38	—	0,83	0,36	0,30	—
Al ₂ O ₃	18,10	19,07	19,63	20,41	20,48	18,71	20,92
(Fe ₂ O ₃)	—	—	—	—	Spur	0,19	0,28
SiO ₂	61,23	61,95	66,42	66,31	64,60	65,28	64,90
Flüchtige Stoffe	4,09	2,83	0,73	—	0,33	0,25	0,20
	99,82	99,85	99,93	99,98	101,18	100,01	101,20

244. u. 245. Natronfeldspat aus Basalt von Montaudou bei Royat (Auvergne); anal. Ph. Barbier bei Ph. Barbier u. F. Gonnard, Bull. Soc. min. **33**, 85 (1910).

Der Glühverlust rührt hauptsächlich von Kohlensäure her. Rechnet man die Kohlensäure auf CaCO₃ um und zieht dieses ab, so erhält man die Zahlen unter 246 und 247.

246. u. 247. Nach Abzug des Calciumcarbonats sich aus beiden Analysen ergebende Mengen.

Vgl. auch S. 518 Nr. 333 die Analyse desselben Feldspates von A. Jannettaz welche einen viel höheren Gehalt an Natron ergibt.

248. Weißer Zwillings aus Granit von Epprechtstein (Fichtelgeb.); anal. V. Dürrfeld, Z. Kryst. **46**, 570 (1909).

249. Mikroklin, hell erbsengrau, von den Fuchsbergen bei Striegau; anal. A. Beutell, Z. Kryst. **8**, 363 (1884).

250. Von Mineral Hill (Delaware); anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. **9**, 483 (1876); Z. Kryst. **1**, 80 (1877).

Kalifeldspat mit 4—5% Na₂O.

	251.	252.	253.
δ	2,616	—	—
Na ₂ O	4,03	4,11	4,32
K ₂ O	7,21	7,89	9,20
(MgO)	—	—	0,06
CaO	1,38	0,19	1,22
Al ₂ O ₃	22,04	16,99	17,24
(Fe ₂ O ₃)	—	1,03	0,42
SiO ₂	64,83	67,82	66,85
H ₂ O	0,31	1,75	0,86
Flüchtige Stoffe	—	—	—
	99,80	99,78	100,17

251. Mikroklin-Perthit vom Baikalsee; anal. K. Kloos, N. JB. Min. etc. 1884, II, 89.

252. Aus Foyait von São Vicente (Capverden); anal. F. Kertscher bei C. Doelter, Vulkane von Capverden, Graz 1882.

253. Farblose Kristalle, von der Corriegilsküste auf Arran, aus Pechsteinporphyr; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

	254.	255.	256.	257.	258.	259.	260.
δ	2,548	2,569	—	—	—	—	2,666
Na ₂ O . . .	4,00	4,00	4,10	4,12	4,11	4,13	4,20
K ₂ O . . .	6,61	6,31	8,27	10,62	10,17	10,32	11,59
(MgO) . . .	0,42	—	1,20	—	Spur	0,10	Spur
CaO . . .	0,70	2,60	1,23	—	0,25	0,37	0,59
Al ₂ O ₃ . . .	20,50	20,47	17,36	19,09	18,25	18,68	19,48
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	—	0,81	—	0,65	0,66	0,38
SiO ₂ . . .	67,35	65,37	66,73	66,13	66,13	65,30	63,19
H ₂ O . . .	—	—	—	—	0,44	0,44	0,51
	99,58	98,75	99,70	99,96	100,00	100,00	99,94

254. Aus Pegmatit von Coquimbo (Chile); anal. F. Domeyko, *Minéralogie* 1879, 561.

255. Aus Granit von El Carrisal im Tale des Rio Turbio (Chile, Anden); anal. wie oben.

256. Aus dem Trachyt des Monte Epomeo (Ischia); anal. H. Abich, *Pogg. Ann.* 50, 125, 341 (1870).

257. Mikroklin aus Pegmatit von Mesdres; anal. Ph. Barbier, *Bull. soc. chim.* [4] 3, 821 (1908).

258. u. 259. Beide aus dem Turmalingranit des Monte Mulatto (Predazzo); anal. J. Lemberg, *Z. Dtsch. geol. Ges.* 28, 520 (1876).

260. Aus Amphibolgranit von der Struth bei Suhl (Thüringen); anal. J. Fromme, *Sitzber. phys.-med. Soc. Erlangen* 25, 27 (1893); *Z. Kryst.* 25, 616 (1896).

	261.	262.	263.	264.	265.	266.
δ	—	—	2,550	—	—	—
Na ₂ O . . .	4,23	4,28	4,29	4,32	4,41	4,31
K ₂ O . . .	10,04	7,48	11,70	10,65	7,66	11,16
(MgO) . . .	—	0,34	—	—	0,76	0,07
CaO . . .	0,23	0,85	0,50	Spur	1,48	0,37
BaO . . .	—	—	0,41	1,43	—	0,09
Al ₂ O ₃ . . .	18,77	18,44	18,78	20,13	18,78	18,58
(Fe ₂ O ₃) . . .	0,11	1,28	—	—	—	0,12
SiO ₂ . . .	66,31	66,69	64,59	63,66	66,16	64,66
H ₂ O . . .	0,11	—	0,11	—	—	0,53
	99,80	99,36	100,38	100,19	99,25	99,89

	267.	268.	269.	270.	271.
δ	—	2,585	—	—	—
Na ₂ O . . .	4,59	4,61	4,52	4,67	4,79
K ₂ O . . .	7,58	10,12	9,31	8,00	8,33
(MgO) . . .	0,03	—	—	10,52	0,73
CaO . . .	0,35	1,08	0,56	1,49	1,51
BaO . . .	—	—	0,76	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	18,88	19,86	19,35	20,44	18,78
(Fe ₂ O ₃) . . .	1,25	Spur	—	1,69	—
SiO ₂ . . .	67,09	65,41	65,23	63,82	66,16
H ₂ O . . .	0,24	—	0,27	—	—
	100,01	101,08	100,00	100,63	101,30

261. Aus Granit von Grünbusch (Schlesien); anal. A. Beutell, Z. Kryst. **8**, 355 (1884).
 262. Aus Freiburger Gneis von Hartha; anal. R. Richter bei Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 49 (1862).
 263. Vom Laacher See; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **135**, 462 (1862).
 264. Aus Phonolith von Bischoffingen (Kaiserstuhl); anal. A. Knop, Der Kaiserstuhl 1892, 95.
 265. Sanidin, großer klarer Kristall, Rockeskyll (Eifel) aus vulkanischem Sand; anal. Lewinsteen, Glasfeldspate, Berlin 1856, 10.
 266. Grüner Mikroklinperthit (Amazonenstein); anal. M. A. Morozow, Ilmengeb., mitgeteilt durch Prof. P. v. Tschirwinsky.
 267. Aus Lava, S. Vico zwischen Forio und Lacco (Ischia); anal. G. Bischof, Chem. Geol. (Bonn 1864), 434.
 268. Fleischerer Mikroklin aus Gneis von Jonesfalls, Baltimore (Maryl.); anal. G. H. Williams nach N. JB. Min. etc. 1888, II, 18.
 269. u. 270. Sanidin vom Drachenfels (Siebengeb.). 269. anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 603 (1883); 270. anal. W. B. Schmidt, Tsch. min. Mit. **4**, 12 (1882).
 271. Von Rockeskyll (Eifel), vgl. Analyse Nr. 265; anal. F. Bothe bei v. Dechen, Ber. math. Ver. Bonn **9**, 337 (1852).

	272.	273.	274.	275.	276.
δ	—	2,57–2,59	2,549	—	2,565
Na ₂ O	4,68	4,99	4,77	4,93	4,91
K ₂ O	3,30	8,31	9,37	8,44	8,89
(MgO)	0,10	—	0,06	1,43	—
CaO	1,12	0,63	0,55	0,35	1,66
Al ₂ O ₃	18,10	19,68	20,40	16,69	21,18
(Fe ₂ O ₃)	1,40	—	1,04	1,36	—
SiO ₂	69,80	65,96	65,21	66,80	63,36
H ₂ O	—	0,20	—	—	—
	98,50	99,77	101,40	100,00	100,00

272. Vom Yellowstone Nat. Park, nach E. D. Dana, Miner. 1892, 319.
 273. Aus Granit von Valparaiso; anal. F. Domyko, Miner. 1879, 724.
 274. In Drusenräumen des Schriftgranits von Harzburg; anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1871, 724.
 275. Vom Rokeskyll-See siehe Analyse Nr. 265 kleine Stücke, bräunlich; anal. Lewinsteen, Glasfeldspate, Berlin 1856, 10.
 276. Aus dem oberen Teil des Toal dei Rizzoni, aus Augitsyenit; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 383 (1871); Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 352 (1876).

	277.	278.	279.	280.	280a.
δ	2,598	2,569	—	2,505	—
Na ₂ O	4,46	4,98	4,37	4,68	4,92
K ₂ O	9,89	9,42	6,66	7,68	6,73
(MgO)	—	—	—	Spur	0,53
CaO	0,05 ¹⁾	—	2,50	2,16	0,95
BaO	0,55	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	19,87	20,14	19,34	19,45	21,60
(Fe ₂ O ₃)	0,16 ²⁾	1,31	1,36	Spur	2,29
SiO ₂	64,52	63,48	64,99	65,60	62,04
Glühverl.	0,49	0,35	—	0,24	—
	99,99	99,68	99,22	99,81	99,06

¹⁾ Mit etwas SrO.

²⁾ Mit FeO.

277. Mikroperthit aus dem Ilmgeb. (Ural); anal. W. Arschinow, Petrogr. Inst. Lithogäa (Moskau 1911); N. JB. Min. etc. 1912, I, 395.

278. Orthoklas von Lenni (Delaware Co.); anal. J. Eyerman, Miner. Pennsylvaniens, 2 (1911); Z. Kryst. 54, 96 (1914).

279. Aus Liparit von Birincampo (S. Pietro, Sardinien); anal. R. Herzenberg, Inaug.-Diss. (Kiel 1911) und bei A. Johnsen, Abh. Berliner Ak. 1912, 43.

280. Erbsengroßer Zwillingkristall (nach dem Baveno-Gesetz) aus Granit von Epprechstein (Fichtelgeb.); anal. V. Dürrfeld, Z. Kryst. 46, 570 (1909).

Vgl. die Analysen von demselben Fundort mit einem Natrongehalt von 2,36 und 3,95 (Nr. 136 und 248).

280a. Angeblicher Natronsanidin von Mitrovitz; anal. F. Angel, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 30, 267 (1910).

Cassinit.

	281.	282.
δ	2,692	2,642
Na ₂ O	4,43	4,01
K ₂ O	9,00	8,57
(MgO)	0,02	—
CaO	0,19	0,25
BaO	3,71	3,95
Al ₂ O ₃	19,97	19,82
(Fe ₂ O ₃)	0,12	0,17
SiO ₂	62,60	62,95
H ₂ O	0,19	0,11
	100,23	99,83

281. Von Blue Hill, bläulichgrün, mit Avanturin-Aussehen; anal. F. A. Genth, Pr. Ac. Phil. 1876, 110; Second. Rep. Min. Penns. 1876, 224.

282. Von ebenda; anal. S. L. Penfield u. E. S. Sperry, Am. Journ. 36, 317 (1888).

Kalinatronfeldspate und Natronkalifeldspate.

Während die bisher betrachteten Feldspate nur einen geringeren Gehalt an Natriumsilicat, NaAlSi₃O₈, aufwiesen, handelt es sich jetzt um solche Feldspate, welche bei Vorherrschen des Silicats KAlSi₃O₈ doch einen Gehalt von 30—50% Albitsilicat enthalten. Da manche Analysen offenbar nicht ganz genau sind, auch das Material oft kleine Mengen von FeO und MgO enthielt, was auf Verunreinigungen deutet, ferner weil auch der Calciumgehalt, welcher als CaAl₂Si₂O₈ gedeutet wird, die Berechnung erschwert, so ist das Verhältnis zwischen Kaliumsilicat und Natriumsilicat nicht den Prozentzahlen ganz entsprechend. Die außer dem Kaliumsilicat und dem Natriumsilicat vorhandenen Bestandteile betragen bis zu 10%, so daß das Verhältnis der beiden Silicate nicht wie bei vielen anderen einfach durch n:100—n ausdrückbar ist.

Jedenfalls läßt sich aus den Analysen, soweit sie annähernd richtig sind, berechnen, daß der Natriumsilicatgehalt 35—50% beträgt, so daß man diese Feldspate mit so bedeutendem Gehalt an Albitsilicat ganz gut als „Kalinatronfeldspate“ oder Kalinatronorthoklase bezeichnen kann. C. Hintze hat diesen Namen für solche Feldspate reserviert, welche mehr Natron als Kali enthalten, was ich aber nicht für richtig halte, da es sich in diesem Falle um Natronkalifeldspate handelt.

Kalinalronfeldspate mit 5—6% Na₂O.

Diese Feldspate entsprechen zum Teil bereits einer Mischung von 50% NaAlSi₃O₈ mit 50% KAlSi₃O₈.

	283.	284.	285.	286.	287.	288.	289.
δ	—	—	—	5,59—2,594	2,601	—	—
Na ₂ O	5,02	5,02	5,00	5,25	5,06	5,08	5,61
K ₂ O	9,35	7,82	5,30	6,56	8,54	8,36	8,66
(MgO)	—	0,02	—	0,17	—	—	—
CaO	1,00	0,02	1,40	1,44	Spur	0,09	—
Al ₂ O ₃	19,13	17,12	19,70	21,12	18,45	17,99	19,43
(Fe ₂ O ₃)	—	—	—	Spur	1,72	0,60	0,40
SiO ₂	67,12	70,00	69,00	65,48	65,83	67,53	65,81
H ₂ O	—	—	0,40	0,18	0,32	0,30	0,39*)
	101,62	100,00	100,80	100,20	99,92	99,95	100,30

283. Aus Tuff von Legenye (bei Satorálja Ujhély (Ungarn); anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1869, 52.

284. Aus Granit von Bagnères de Luchon, Grotte du Bosquet (Pyren.); anal. E. Filhol, C. R. **92**, 1059 (1881).

285. Grün, aus körnigem Basalt von der Löwenburg (Siebengebirge); anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **12**, 44 (1860).

286. Weißer Mikroklin aus Eläolithsyenit vom Ilmengeb.; anal. J. Sioma, Z. Kryst. **34**, 278 (1901).

287. Perthit von North Burgess (Canada), aus Pegmatit; anal. D. Gerhard, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 153 (1862); siehe Analyse Nr. 125 u. 382.

288. Aus Lythophysen von Obsidian-Cliff (Yellowstone National Park); anal. S. L. Penfield bei P. Iddings, Ann. rep. geol. Surv. U.S. 1888, 268; Z. Kryst. **20**, 286 (1892).

289. Aus Nephelinsyenit von Narsasuk, Kryptoperthit; anal. C. Detlefsen bei N. V. Ussing, Medd. om Grönland, Heft 14, 1893/94; Z. Kryst. **26**, 105 (1896). *) Glühverlust.

	290.	291.	292.	293.	294.	295.	296.
δ	2,549	—	—	—	—	2,549	—
Na ₂ O	5,10	5,02	5,19	5,20	5,20	5,37	5,44
K ₂ O	10,57	9,90	7,53	7,82	9,00	9,23	8,61
(MgO)	—	—	—	0,24	0,02	—	—
CaO	0,92	0,30	0,95	0,52	0,03	—	1,21
Al ₂ O ₃	18,12	18,12	19,75	17,87	17,95	18,78	20,03
(Fe ₂ O ₃)	0,97	—	—	0,90	—	—	—
SiO ₂	63,46	66,23	66,15	66,95	67,80	64,86	64,66
H ₂ O	0,88	0,29*)	0,55	0,30	—	—	—
	100,02	99,86	100,12	99,80	100,00	98,24	99,95

290. Aus Granit von Zissingdorf bei Freystadt (Oberösterr.); anal. A. Scharizer, J. k. k. geol. R.A. **30**, 593 (1880).

291. Aus Ditroit von Suczava; anal. V. C. Butureanu, Bull. Soc. sc. Bukarest **6**, 264 (1897); Z. Kryst. **32**, 188 (1900). *) Glühverlust.

292. Aus Trachyt, Sanidin, Chambly Mts.; anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **38**, 98 (1864).

293. Aus trachytischem Pulaskit, Kryptoperthit, Fourche Mts.; anal. A. A. Noyes bei J. F. Williams, Ann. rep. geol. Surv. Arkansas **2** (1890); nach Z. Kryst. **22**, 422 (1894).

294. Aus Granit von Bagnères de Luchon (Pyren.) von der Galerie François; anal. E. Filhol, C. R. **92**, 1059 (1881); vgl. Analyse Nr. 284.

295. Aus Augitsyenit der Pyrenäen ohne Fundortsangabe; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 357 (1873).

296. Aus Liparit von Tardree; anal. J. H. Teall, Brit. Petrogr. 1888, 348; nach J. H. L. Vogt, Tsch. min. Mit. **24**, 494 (1905).

	297.	298.	299.	300.	301.	302.
δ	—	—	—	2,595	—	—
Na ₂ O	5,27	5,23	5,37	5,39	5,36	5,37
K ₂ O	7,13	6,07	8,31	6,94	8,51	10,48
(MgO)	—	—	—	—	0,06	—
CaO	0,70	0,53	0,93	0,71	0,16	—
BaO	—	—	1,28	—	—	—
Al ₂ O ₃	16,63	15,68	20,45	20,46	18,13	20,19
(Fe ₂ O ₃)	1,20	1,77	—	—	0,44	—
SiO ₂	68,10	69,44	63,08	65,83	66,39	64,01
H ₂ O	—	—	—	0,38	0,42	—
	99,03	98,72	99,42	99,71	100,47	100,05

297. Aus dem Commendit von Goya und Le Tauche (S. Pietro); anal. R. Herzenberg, Inaug.-Diss. (Kiel 1911). Siehe auch A. Johnsen, Abh. k. Ak. Berlin, 27. Juni 1912.

298. Aus Commendit von Mercureddu (S. Pietro); anal. R. Herzenberg, wie oben.

299. Adular vom Horberig (Kaiserst.); anal. A. Knop, Der Kaiserstuhl, 1892, 95.

300. Aus granitähnlichem Gabbro, Radautal (Harz); anal. C. W. C. Fuchs, N. JB. Min. etc. 1862, 787.

301. Mikroklinperthit aus Eläolithsyenit von Fourche Mts. (Arkansas); anal. A. A. Noyes bei J. F. Williams, siehe Analyse Nr. 293.

302. In zersetztem Tinguaitporphyrit, Judith Mountains (Montana); anal. E. W. Tillotson bei W. E. Ford u. E. W. Tillotson, Z. Kryst. **46**, 131 (1909).

	303.	304.	305.	306.	307.	308.
δ	2,567	2,609	—	—	—	—
Na ₂ O	5,47	5,50	5,60	5,56	5,75	5,92
K ₂ O	11,90	6,62	7,84	6,37	8,98	8,99
(MgO)	—	—	—	0,24	0,02	—
CaO	—	2,20	0,88	0,67	0,03	2,17
Al ₂ O ₃	16,23	18,69	19,48	18,35	17,50	19,08
(Mn ₂ O ₃)	—	0,06	—	—	—	—
(Fe ₂ O ₃)	—	2,47	Spur	1,00	—	—
SiO ₂	66,40	63,07	66,02	66,44	67,72	62,82
H ₂ O	—	1,39	—	0,40	—	0,46
(CO ₂)	—	—	—	—	—	1,23
	100,00	100,00	99,82	99,03	100,00	100,67

303. Mikroklas, adularähnlich, vom Gotthard, optisch nach F. Wiik vom Orthoklas abweichend; anal. F. Wiik, Z. Kryst. **8**, 203 (1884).

F. Wiik berechnet die Zusammensetzung: 3KAlSi₃O₈ · 2NaAlSi₃O₈.

304. Glasig, aus Tuff von Kinkell bei St. Andrews (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinb. **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 644 (1878).

305. Aus Protogingneis, Les Fournettes, Montblanc; anal. A. Brun, Z. Kryst. **7**, 390 (1883).

306. Perthit aus Pegmatit von North Burgess, Lanark Co. (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Phil. Mag. 1851, II, 322.

307. St. Mamet, Bagnères de Luchon (Pyren.); anal. E. Filhol, C. R. **92**, 1059 (1881).

308. Aus Kalkstein, Potash Sulphur Spring Region (Arkansas); anal. R. N. Brackett bei J. F. Williams, Ann. rep. geol. Surv. Arkansas 1890, II; nach Z. Kryst. **22**, 422 (1894); vgl. auch Analyse Nr. 309.

Natronkalifeldspate

mit 6—7% Na₂O, entsprechend Mischungen, welche zwischen 50NaAlSi₃O₈ : 50KAlSi₃O₈ und 60NaAlSi₃O₈ : 40KAlSi₃O₈ schwankten.

	309.	310.	311.	312.	313.	314.	315.
δ	—	2,616	—	—	—	—	—
Na ₂ O	6,05	6,08	6,11	6,22	6,46	6,24	6,01
K ₂ O	9,19	8,86	5,75	6,13	5,86	6,22	10,09
(MgO)	—	0,19	0,97	—	0,30	—	Spur
CaO	0,62	0,47	1,64	0,40	0,40	—	Spur
Al ₂ O ₃	19,49	17,87	21,24	17,18	17,22	16,96	18,60
(Fe ₂ O ₃)	—	0,52	1,12	1,44	2,16	1,69	0,57
SiO ₂	64,17	66,03	62,89	67,74	66,05	67,71	63,41
H ₂ O	0,48	—	—	—	—	—	0,54*)
	100,00	100,02	99,72	99,11	98,45	98,82	99,22

309. Im Kalkstein von der Potash Sulphur Spring Region (Arkansas); anal. J. F. Williams, Ann. rep. geol. Surv. Arkansas 1890, I; Z. Kryst. **22**, 422 (1894); vgl. Analyse Nr. 308.

310. Durchsichtiger Sanidin aus Trachytkonglomerat, Pappelsberg (Siebengeb.); anal. Lewin Stein, Journ. prakt. Chem. **68**, 98 (1856); Glasfeldspate, Berlin 1856, 16.

311. Von Laurvik (Norw.), farbenschildernder Kryptoperthit; anal. Kern bei G. Rose, Z. Dtsch. geol. Ges. **1**, 377 (1849).

312.—314. Alle drei aus Commendit von der S. Pietroiinsel bei Sardinien; anal. R. Herzenberg, Inaug.-Diss. Kiel 1911; auch bei Johnsen, Abh. Berl. Ak. 1912, 5.

313. von Commende; 314. von Bocchette; 315. von Guardia dei Mori.

315. Pseudomorphose von Mikroklin nach Orthoklas aus der Syrjanowschen Silberbleigrube im Altaischen Bezirk; anal. P. Nikolajew, bei P. v. Jeremejew Verh. d. kais. russ. min. Ges. (II) **35**, 55 (1897); Z. Kryst. **31**, 506 (1899). *) Glühverlust.

	316.	317.	318.
δ	2,569	—	—
Na ₂ O	6,04	6,31	6,55
K ₂ O	6,92	8,01	8,61
CaO	1,30	—	0,95
(FeO)	—	—	2,27
SrO	—	—	0,36
BaO	—	—	2,27
Al ₂ O ₃	19,57	18,73	21,04
SiO ₂	65,28	66,37	59,69
H ₂ O	0,32	—	—
	99,43	99,42	101,74

316. Aus Dittroit von Ditró (Siebenbürgen); anal. G. vom Rath, Ber. nat.-hist. Ver. Bonn 1875, 86.

317. Baulit von Krable (Island); anal. G. Flink, Bih. Vet.-Ak. Handl. Stockholm **12**, 64 (1886).

318. Aus doleritischem Nephelinit von Meiches (Vogelsgeb.); anal. A. Knop, N. JB. Min. etc. 1865, 687.

	319.	320.	321.	322.	323.	324.
δ	2,651	2,623	—	—	—	—
Na ₂ O	6,38	6,48	6,39	6,43	6,47	6,25
K ₂ O	2,50	4,42	6,67	6,52	7,09	6,22
(MgO)	0,42	0,22	—	—	0,14	—
CaO	5,05	3,23	0,73	0,84	0,77	1,30
Al ₂ O ₃	22,69	22,68	20,55	20,80	17,72	20,61
(Fe ₂ O ₃)	2,47	0,58	—	—	0,56	0,64
SiO ₂	59,50	62,42	65,15	65,70	67,20	66,81
H ₂ O	1,37	—	0,50	0,50	—	—
	100,38	100,03	99,99	100,79	99,95	101,83

319. Natronmikroklin aus Rhombenporphyr von Tyveholmen; anal. W. Fischer bei O. Mügge, N. JB. Min. etc. 1881, II, 107.

Auffallend hoher Kalkgehalt, vielleicht unrein.

320. Von Laurvik (Norw.), Byskoven aus Augitsyenit; anal. Th. Kjerulf bei C. W. C. Brögger, Silurische Etagen im Kristianiagebiet, Univ.-Progr. (Kristiania 1882), 258; N. JB. Min. etc. 1883, I, 391.

Ebenfalls hoher Kalkgehalt.

321. Sanidin aus Trachyt von den Shefford Mts.; anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **38**, 98 (1864); Rep. geol. Canada 1863, 476.

322. Aus Trachyt von Brome Mts.; anal. wie oben.

323. Sanidin, grau, aus Trachyt, Vossières, Mont Dore; anal. B. Kosmann, Z. Dtsch. geol. Ges. **16**, 671 (1864).

324. Aus Commendit von Mercureddu (S. Antioco); anal. R. Herzenberg, Inaug.-Diss. Kiel 1911; auch bei A. Johnsen, Abh. Berl. Ak. 1912, 16 (vgl. Analyse Nr. 298).

Die nachstehenden Analysen beziehen sich auf Anorthoklase.

	325.	326.	327.	328.	329.	330.
δ	—	—	—	—	2,583–2,601	—
Na ₂ O	6,43	6,48	6,83	6,80	6,93	6,99
K ₂ O	3,67	4,63	4,38	4,61	4,34	4,95
(MgO)	0,23	Spur	Spur	—	0,13	0,13
CaO	5,15	2,77	2,91	2,90	1,37	2,07
Al ₂ O ₃	20,12	22,29	23,71	23,52	19,74	21,97
(Fe ₂ O ₃)	2,82	2,96	1,68	Spur	0,56	0,45
SiO ₂	60,01	60,52	61,03	62,17	66,67	64,33
H ₂ O	0,77	0,18	0,24	—	—	—
	99,20	99,83	100,78	100,00	99,74	100,89

325. Anorthoklas von Volcano, in Bomben; anal. W. F. Scouler bei W. H. Hobbs, Z. Dtsch. geol. Ges. **45**, 584 (1893).

326. u. 327. Aus Ägirinandesit vom Kilimandscharo; anal. L. Fletcher bei L. Fletcher u. H. A. Miers, Z. Kryst. **13**, 384 (1888). Natronmikroklin.

328. Mittelzahlen auf 100 berechnet.

329. Von Khania (Pantelleria); anal. H. Förstner, Z. Kryst. **8**, 129 (1884).

330. Von Hohenhagen bei Dransfeld, zwischen Göttingen und Minden, aus Basalt; anal. P. Jannasch bei C. Klein, N. JB. Min. etc. 1879, 518; Ber. k. Ges. Göttingen 1879, 449.

W. H. Hobbs berechnet die Zusammensetzung mit Or₁Ab_{2,55}An_{1,12}. (An. 325).

H. A. Miers berechnet: Or_{0,94}Ab_{2,11}An₁. (Anal. 326 u. 327).

	331.	332.	333.	334.	335.	336.
δ . . .	2,57	—	2,55—2,62	—	—	—
Na ₂ O . . .	6,63	6,83	6,8	6,34	6,23	6,98
K ₂ O . . .	6,14	6,96	6,29	9,25	3,05	6,56
(MgO) . . .	—	—	—	0,24	0,02	0,18
CaO . . .	0,25	0,20	0,6	0,455	0,75	0,67
Al ₂ O ₃ . . .	20,26	19,17	19,2	18,67	19,27	20,05
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	0,31	—	0,92	0,82	Spur
SiO ₂ . . .	65,74	66,03	66,83	63,304	67,99	65,66
H ₂ O . . .	—	0,21	—	0,36	0,90	0,41*)
	99,02	99,71	99,72	99,54	99,03	100,64

331. Sanidin aus Sanidinit von S. Miguel (Azoren); anal. A. Osann, N. JB. Min. etc. 1888, I, 120.

332. Mikroklinperthit von Lövö (Norw.); anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. **108**, 426 (1859).

333. Aus Basalt von Montaudou (Auvergne); anal. E. Jannettaz, Bull. Soc. min. **13**, 376 (1890); vgl. die Analysen von Ph. Barbier, welche einen viel geringeren Natrongehalt ergaben; möglicherweise handelt es sich um verschiedenes Material.

334. Mikroklin aus porphyrischem Granit bei Station Dolinskaja (Cherson); anal. N. Iv. Besborodko (unveröff.). Diese Analyse wurde mir von Prof. P. v. Tschirwinsky mitgeteilt.

335. Anorthoklas aus Augitsodagranit, Kekequabic Lake (N. O.-Minnesota); nach H. Rosenbusch, Gest. (Stuttgart 1910) 83.

336. Anorthoklas aus Keratophyr, Marblehead Neck (Mass.); anal. T. M. Chatard, siehe F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 258 (1910). *) MnO 0,13%. Davon Wasser bei 100°: 0,04%.

	337.	338.	339.	340.	341.	342.
δ . . .	2,61	—	2,63	—	2,576	2,626
Na ₂ O . . .	6,71	6,54	6,59	6,60	6,94	6,85
K ₂ O . . .	5,92	7,68	4,97	7,09	12,44	6,94
(MgO) . . .	0,19	—	0,04	—	—	0,06
CaO . . .	1,58	0,37	4,66	0,39	—	0,26
(FeO) . . .	—	—	—	—	—	Spur
Al ₂ O ₃ . . .	20,06	18,77	22,37	19,02	16,69	18,79
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	—	—	—	1,40	0,14
SiO ₂ . . .	65,49	66,08	61,35	66,76	62,95	66,02
TiO ₂ . . .	—	—	—	—	—	Spur
H ₂ O . . .	0,20*)	—	—	0,24	0,20	0,42 ¹⁾
	100,15	99,44	99,98	100,10	100,62	99,48 ¹⁾

337. Farbenschillernder Kryptoperthit von Udkiksö, Fredericksvärn (Norw.); anal. G. Flink bei W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 524 (1900). *) Glühverlust.

338. Aus verwittertem Augitandesit von Tschawka, bei Batum (Kleinasien); anal. K. D. Glinka, Tr. Soc. Nat. St. Pétersbourg **24**, 175 (1906); Z. Kryst. **46**, 284 (1909).

339. Natron-Mikroklin aus Augitsyenit, Svenör bei Fredericksvärn; anal. J. H. L. Vogt bei W. C. Brögger. Silur. Étagen (Kristiania 1882), 29; vgl. Analyse Nr. 220. Auffallend hoher Kalkgehalt.

340. Mikropertit (Natronorthoklas), aus Eläolithsyenit von Brevik (Norw.); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 572 (1883).

341. Orthoklas von Rockville, Bucks Co. (Penns.); anal. J. Eyerman, Miner. Pennsylvaniens, 2 (1911); Z. Kryst. **54**, 96 (1914).

¹⁾ Auch Spur von Fluor.

342. Mikroklin, verwachsen mit Natronorthoklas von „Norwegen“; anal. G. Tschernik, Bull. Ac. St. Pétersbourg 1908, 903; N. JB. Min. etc. 1912, II, 30.

Es ergibt sich aus der Berechnung eine Mischung: 2(KAlSi₃O₈) mit 3(NaAlSi₃O₈).

Da auch ein Gehalt an CO₂ angegeben wird, dürfte vielleicht kein frisches Material vorgelegen sein, auch werden Einschlüsse von Hornblende und anderen Mineralien erwähnt. Die Berechnung ist daher nicht zuverlässig. (Das Wasser ist als Glühverlust bestimmt.)

Natronkalifeldspate mit 7—8% Na₂O,

entsprechend Mischungen NaAlSi₃O₈ und KAlSi₃O₈ von 60:40 bis ca. 68:32%.

Ein Teil dieser Feldspate wird als Anorthoklas bezeichnet, ein anderer als Orthoklas. Die folgenden Analysen beziehen sich auf Anorthoklase.

	343.	344.	345.	346.	347.
δ	2,582	2,573–2,582	2,575–2,593	2,567	2,537–2,594
Na ₂ O	7,10	7,10	7,13	7,11	7,45
K ₂ O	5,70	4,48	3,84	5,34	4,10
(MgO)	—	—	0,09	—	0,17
CaO	Spur	1,25	2,01	3,02	0,80
Al ₂ O ₃	19,50	19,98	20,65	23,10	19,86
(Fe ₂ O ₃)	—	0,31	0,95	—	1,03
SiO ₂	68,30	66,74	64,81	61,30	66,20
H ₂ O	—	—	—	0,09	—
	100,60	99,86	99,48	99,96	99,61

343. Aus trachytischem Tuff, Anorthoklas von Porto Scuso (Pantelleria); anal. H. Förstner, Z. Kryst. 8, 126 (1884); F. Fouqué, Bull. Soc. min. 17, 409 (1894).

344. Anorthoklas von Sidori Randazzo (Pantelleria); anal. wie oben.

345. Anorthoklas von R. Zichidi (Pant.); anal. wie oben.

346. Aus Nephelinbasanit von Kobo, Kilimandscharo; anal. J. S. Hyland, Tsch. min. Mit. 10, 256 (1889).

347. Anorthoklas von Rakhalé (Pantelleria); anal. H. Förstner, Z. Kryst. 8, 176 (1884).

	348.	349.	350.	351.	352.	353.	354.
δ	—	—	—	2,581–2,592	2,55	2,569–2,584	2,578
Na ₂ O	7,25	7,11	7,26	7,63	7,31	7,34	8,07
K ₂ O	7,38	6,93	5,84	5,45	4,86	4,95	5,15
(MgO)	—	—	—	0,11	0,30	0,13	0,17
CaO	—	0,22	—	1,11	0,38	0,80	0,34
BaO	—	—	1,19	—	—	—	0,33
Al ₂ O ₃	19,16	19,53	19,32	19,24	19,76	19,36	18,60
(Fe ₂ O ₃)	—	0,52	0,98	0,54*	0,72	0,91	1,00
SiO ₂	66,21	65,68	64,96	66,06	66,63	66,79	65,18
H ₂ O	—	0,11	0,29	—	—	—	0,47
	100,00	100,10	99,84	100,14	99,96	100,28	99,31

348. Von Bäckelöcken bei Fredericksvärn, Kryptoperthit, farbenschildernd (Norw.); anal. G. Flink bei W. C. Brögger, Sil. Etagen (Kristiania 1882), 256; Z. Kryst. 16, 524 (1890).

349. Mikroklinperthit von Lövä (Norw.); anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. 108, 426 (1859).

350. „Murchisonit“ von Ula (Norw.); anal. H. Hedström, wie oben 348.
 351. Plagioklas, Cuddia Mida (Pantelleria); anal. H. Förstner, Z. Kryst. **8**, 129 (1884). *) Als FeO bestimmt.
 352. Plagioklas, Bagno dell'acqua (Pantelleria); anal. wie oben.
 353. Mikroperthit aus Ägirinpegmatit, Ilmengeb. (Ural); anal. W. A. Silbermüntz, Trans. Soc. nat. St. Pétersbourg, **35**, V (1911). Mitgeteilt von Prof. P. v. Tschirwinsky.
 354. Casa Errera, S. Marco (Pantelleria); anal. wie oben 352 (Plagioklas).

	355.	356.	357.	358.	359.	360.
δ	2,61	2,569–2,594	—	—	—	—
Na ₂ O	7,42	7,57	7,60	7,81	7,63	7,68
K ₂ O	2,53	5,40	4,50	5,45	3,91	4,79
(MgO)	0,30	0,02	—	—	0,10	—
CaO	2,76	0,73	1,30	0,46	2,20	0,63
SrO	—	—	—	—	—	0,57
BaO	—	—	—	—	—	0,77
Al ₂ O ₃	20,32	19,37	19,80	19,02	19,73	22,63
(Fe ₂ O ₃)	3,27	1,53	—	—	—	—
SiO ₂	63,41	66,03	66,90	67,09	66,72	62,31
H ₂ O	—	—	—	—	—	{ 0,16*) 0,72**)
	100,01	100,65		99,83	100,29	100,26

355. Vom Mte. Gibele (Pantelleria); anal. H. Förstner, Z. Kryst. **8**, 129 (1884).
 356. Cala Porticello (Pantelleria); anal. wie oben.
 357. Aus Asche, von Clierge (Mont Dore, Auvergne); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 415 (1894).
 358. Von Irigny, Orthoklas; anal. Ph. Barbier u. A. Prost, Bull. Soc. chim. [4] **3**, 894 (1908).
 359. Aus Trachyt von Raschgoun (Algier); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 417 (1894).
 360. Anorthoklas aus Eläolithsyenit von Peaked Butte, Crazy Mts. (Montana); anal. W. F. Hillebrand bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 258 (1910).
 *) Wasser bei 100°. **) Wasser über 100°.

Loxoklas. Diese von A. Breithaupt aufgestellte Varietät ist nach L. Smith und G. J. Brush ein Sanidin, nach A. Des Cloizeaux jedoch ein perthit-artiges Gemenge von Orthoklas und Albit (Anal. 361—364).

Es gehört jedenfalls dieser Feldspat zu den Natronkalifeldspaten.

	361.	362.	363.	364.	365.
δ	2,61 ¹⁾	—	—	—	2,595
Na ₂ O	7,23	7,56	7,81	8,76	7,99
K ₂ O	2,76	4,57	4,35	3,03	2,53
(MgO)	0,20	0,22	0,30	—	0,51
CaO	2,26	0,99	1,09	3,22	1,26
Al ₂ O ₃	19,48	20,26	18,23	20,29	18,30
(Fe ₂ O ₃)	1,25	—	0,67	0,67	1,01
SiO ₂	65,40	66,28	66,31	63,50	68,23
H ₂ O	0,76	—	0,20	1,23 ²⁾	—
	99,34	99,88	98,96	100,70	99,83

¹⁾ Nach A. Breithaupt, Pogg. Ann. **67**, 419 (1846).

²⁾ H₂O + SiF₄.

361. bis 364. Sämtliche von Hammond, De Longs Mühlen (New York).
 361. u. 363. Beide anal. L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. **16**, 43 (1853).
 362. E. Ludwig bei G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **50**, 582 (1864).
 364. Anal. C. F. Plattner nach C. Hintze, Min. II, 1416.
 365. Von Montagna grande (Pantelleria); anal. C. Abich, Pogg. Ann. **51**, 526 (1840).

	366.	367.	368.	369.
δ	2,577	2,572	2,59	—
Na ₂ O	7,80	7,88	7,91	7,20
K ₂ O	3,50	3,63	5,10	5,11
(MgO)	—	0,53	—	—
CaO	1,40	1,26	Spur	5,52
Al ₂ O ₃	21,30	19,84	19,12	18,12
(Fe ₂ O ₃)	—	2,24	0,56	1,32
SiO ₂	67,10	64,59	66,44	62,57
H ₂ O	—	—	0,57	—
	101,10	99,97	99,70	99,84

366. Anorthoklas von Clierge (Mont Dore, Auvergne); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 409 (1892).
 367. Anorthoklas von Taimyr Land (Rußland); anal. K. v. Chroustschoff, Bull. Acad. St. Petersburg 1892, I, 1.
 368. Aus Phonolith von Black Hills (Dakota), Sanidin; anal. L. V. Pirsson, Am. Journ. **4**, 342 (1894).

Entspricht der Formel Or₁ Ab_{2 1/3}.

369. Mikropertit aus Rhyolith, wahrscheinlich ein Gemenge von Albit und Oligoklas mit Kalifeldspat von Wisconsin; anal. S. Weidman, Bull. geol. et nat. hist. Surv. Wisconsin **3** (1898); nach Z. Kryst. **33**, 659 (1900).

Diesen Feldspat könnte man auch bei Albit behandeln, da offenbar ein Gemenge von drei Feldspaten: Natronfeldspat, Kalifeldspat und Kalkfeldspat vorliegt.

	370.	371.	372.	373.	374.	375.
Na ₂ O	7,81	8,16	8,71	9,62	9,67	8,09
K ₂ O	5,36	5,29	4,31	3,61	3,75	5,48
(MgO)	—	—	—	—	—	Spur
CaO	0,46	0,51	0,54	0,39	0,48	0,38
Al ₂ O ₃	19,02	18,52	19,09	19,13	19,15	19,38
(Fe ₂ O ₃)	—	—	—	—	—	0,30
SiO ₂	67,09	66,91	67,10	67,11	66,92	66,40
Glühverlust	—	0,39	—	—	—	0,34
	99,74	99,78	99,75	99,86	99,97	100,37

370. Von Irigny; anal. Ph. Barbier, Bull. Soc. chim. (4) **3**, 894 (1908). Auch bei A. Lacroix, Min. de France **4**, 812 (1910); Bull. Soc. min. **33**, 81 (1910).
 371. Chausseroze bei Vic sur Theil.
 372. Von Bunanca; anal. wie oben.
 373. Francheville-le-Bas (Rhône); anal. wie oben.
 374. Von Gournay par Authezet-la-Sauvetat (Puy de Dôme); anal. wie oben.
 375. Mikropertit aus Auswürfling des Laacher Sees; anal. J. Uhlig bei R. Brauns u. J. Uhlig, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **35**, 747 (1913).

Spuren von Mangan, Niob- und Tantalsäure.

*Natronkalifeldspate mit 8—9% Na₂O,*entsprechen Mischungen von ca. 68% NaAlSi₃O₈ bis 76% NaAlSi₃O₉.

	376.	377.	378.	379.	380.	381.	382.
δ . . .	2,562–2,584	2,593	—	—	—	—	2,614
Na ₂ O . . .	8,07	8,67	8,09	8,66	8,40	8,50	8,50
K ₂ O . . .	4,96	2,26	4,17	8,16	4,18	3,34	2,21
(MgO) . . .	0,04	—	0,16	—	0,06	—	0,63
CaO . . .	1,08	1,60	4,27	1,52	1,06	Spur	0,94
Al ₂ O ₃ . . .	19,05	19,79	20,79	18,99	18,22	18,52	21,18
(Fe ₂ O ₃) . . .	0,96	—	2,88	Spur	2,64	—	2,65
SiO ₂ . . .	66,34	67,86	57,34	62,42	65,00	67,23	64,37
H ₂ O . . .	—	—	2,66	—	0,46	1,47	—
	100,50	100,18	100,36	99,75	100,02	99,06	100,48

Die beiden ersten Analysen beziehen sich auf Anorthoklase.

376. Einsprenglinge im kristallinen Pantellerit von Khagiar (Pantelleria); anal. H. Förstner, Z. Kryst. **8**, 129 (1884).377. Aus vulkanischem Gestein von Quadro Ribeiras (Terceira, Azoren); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **6**, 197 (1883); **17**, 397 (1894).378. Anorthoklas aus Ganggestein nahe Portland, Maine; anal. E. C. E. Lord, Amer. geol. **22**, 335 (1898); Z. Kryst. **32**, 602 (1900).

Der hohe Kalkgehalt spricht eher für Oligoklas.

379. Aus Phonolith von Praya (Capverden); anal. F. Kertscher bei C. Doelter, Vulkane der Capverden. Graz 1883, 90.

380. Anorthoklas aus rotem Natrongranit von Pigeon Point (Minnesota); anal. J. E. Whitfield bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 258 (1910).

381. Aus Feldspatporphyr von Skaret bei Fjulsrut (Norw.); anal. Th. Kjerulf bei W. C. Brögger, Silur. Etagen, 1882, 295.

382. Perthit von N. Burgess, weiße Lamellen; anal. D. Gerhard, Z. Dtsch. geol. Ges. **1**, 153 (1862); siehe die Analyse der roten Lamellen von demselben, S. 500, Nr. 125.

	383.	384.
δ	2,572	—
Na ₂ O	9,21	9,63
K ₂ O	3,95	3,42
(MgO)	—	0,40
CaO	0,47	—
Al ₂ O ₃	19,45	19,95
SiO ₂	67,67	66,37
	100,75	99,77

383. Aus Sand, Anorthoklas, Küste bei Feteiras, Fayal; anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 401 (1894).

384. Loxoklas(?) aus Granit von Lochwald; anal. Seidel bei Fr. Sandberger, Geogn. Beschr. Badens (Karlsruhe 1861), 48.

*Natronkalifeldspate mit 9,5% Na₂O-Gehalt,*entsprechen Mischungen von 80 bis 95 NaAlSi₃O₈ : 20 bis 5 KAlSi₃O₈.

Diese Feldspate nähern sich bereits dem Albit und würden vom chemischen Standpunkt zu diesem gehören. Da jedoch die betreffenden Feldspate als Anorthoklase bezeichnet wurden, seien sie hier gebracht.

Natronkalifeldspate mit 9¹/₂—11¹/₀ Na₂O.

	385.	386.	387.	388.	389.	390.
δ . . .	2,592	2,593	2,601	2,608	2,597	2,58—2,59
Na ₂ O . . .	10,10	9,45	9,52	10,50	11,10	11,4
K ₂ O . . .	1,20	1,37	5,16	1,30	1,70	3,5
CaO . . .	0,60	1,12	0,92	0,60	0,70	0,1
Al ₂ O ₃ . . .	20,10	19,76	19,53	20,00	19,70	18,2
(Fe ₂ O ₃) . . .	—	—	0,60	—	—	—
SiO ₂ . . .	68,00	68,73	64,00	67,80	67,70	66,1
	100,00	100,43	99,86 ¹⁾	100,20	100,90	99,3

385. Aus Phonolith von Liberté (Haute Loire); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. 17, 419 (1894).

386. Aus vulkanischem Gestein herausgewittert von Quadro Ribeiras (Terceira, Azoren); anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. 6, 197 (1883), vgl. Anal. 377.

387. Weißlichrötlich, von Solario (Corsica); anal. E. Rupprecht, Inaug.-Diss. (Erlangen 1889); Z. Kryst. 20, 311 (1892).

388. Grande Caldeira (Terceira, Azoren); anal. F. Fouqué, wie oben 17, 401.

389. Aus andesitischem Gestein vom Castello branco (Fayal, Azoren); anal. wie oben.

390. Anorthoklas aus Commendit von S. Pietro; anal. S. Bertolio, Boll. R. Com. geol. d'Italia 1896, 405; Z. Kryst. 30, 201 (1899).

Vollkommen der Albitzusammensetzung entsprechendes Resultat ergibt folgende Analyse:

	391.
Na ₂ O	11,74
K ₂ O	1,15
CaO	0,78
Al ₂ O ₃	19,12
SiO ₂	67,00
	99,79

391. Mikroklin von Kragerö (Norw.); anal. Ph. Barbier u. A. Prost, Bull. Soc. min. 31, 152 (1908); Bull. Soc. chim. [4] 3, 894 (1908).

Der Feldspat soll monoklin sein und würde einen Natronorthoklas darstellen.

Besondere Varietäten.

Mondstein.

	392.	393.
K ₂ O	14,81	13,50
(MgO)	0,20	—
CaO	0,42	0,50
Al ₂ O ₃	19,43	17,83
SiO ₂	64,00	67,10
H ₂ O	1,14	1,07
	100,00	100,00

392. u. 393. Aus Granit von Ceylon; anal. A. Brogniart u. Malaguti, Ann. mines 2, 465 (1842).

¹⁾ Dazu 0,13% FeO.

Avanturin.

	394.	395.	396.	397.
δ	—	—	—	2,58
Na ₂ O	—	—	3,95	3,40
K ₂ O	15,22	13,38	10,95	12,90
(MgO)	0,61	0,58	—	—
CaO	1,29	1,23	—	—
Al ₂ O ₃	19,02	19,25	20,92	19,50
(Fe ₂ O ₃)	0,23	—	0,28	—
SiO ₂	64,80	64,82	64,90	64,70
H ₂ O	0,26	0,26	0,20	—
	101,43	99,52	101,20	100,50

394. u. 395. Fleischroter Avanturinfeldspat von der Ogden Mine, Sussex Co. (N. Jersey); anal. A. Leeds, Am. Journ. **4**, 433 (1872).

396. Avanturinfeldspat vom Mineral Hill, Delaware Co. (Penns.); anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. **9**, 483 (1876); Z. Kryst. **1**, 80 (1877).

397. Fleischroter Avanturin-Mikroclin von der Insel Sedlovatoj bei Archangel; anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. **9**, 1876; Z. Kryst. **1**, 80 (1877).

Bariumhaltige Anorthoklas.

Die folgenden Analysen, welche alle durch Bariumgehalt ausgezeichnet sind, und welche aus derselben Gegend stammen, stelle ich trotz ihres verschiedenen Natrongehaltes, da sie alle aus einem Gestein stammen, zusammen.

	398.	399.	400.	401.	402.	403.	404.
δ	—	2,566	2,602	—	—	2,667	—
Na ₂ O	3,32	4,21	6,79	5,47	6,20	7,11	7,62
K ₂ O	7,54	6,52	5,25	7,43	6,07	4,32	5,05
(MgO)	—	0,18	0,32	0,28	—	0,07	—
CaO	0,67	0,57	1,10	1,38	—	0,85	0,49
BaO	0,93	1,05	0,75	0,87	0,89	0,53	0,71
Al ₂ O ₃	20,65	20,01	20,89	19,98	19,52	22,24	19,21
SiO ₂	67,09	67,51	65,95	—	67,25	65,93	67,64
	100,20	100,05	101,05	—	99,93	101,05	100,72

398. Vom Berge Medovka bei Pjatigorsk, aus natronreichem Quarzporphyr, Anorthoklas; anal. N. Orlov, Ann. géol. u. min. Russie **13**, 21 (1911); nach Ref. N. JB. Min. etc. 1912, I, 421.

399. Vom Berge Schelesnaja, leichter Teil, mechanisch getrennt; anal. wie oben.

400. Aus demselben Material, schwererer Teil.

401. Vom Berge Beschtai (Orlinaja-Felsen); anal. wie oben.

402. Aus demselben Material, leichter Teil des mechanisch getrennten Materials; anal. wie oben.

403. Schwererer Teil.

404. Nördlicher Abhang des Beschtai-Berges.

Als Begleiter erscheinen die eingeschlossenen Mineralien Ägirin und Arfvedsonit.

Formel und Konstitution.

Die Formel des Kalifeldspats ergibt sich klar aus den zahlreichen Analysen. Das Verhältnis R:Al:Si ist 1:1:3; die Abweichungen sind im ganzen gering.

Das Verhältnis von K:Na ist, wie aus den Analysen hervorgeht, sehr verschieden. Von solchen Orthoklasen ausgehend, welche fast gar kein Natron enthalten, kommen wir zu solchen, welche sogar einen bedeutenden Überschuß an Natron gegenüber dem Kali aufweisen. Dies ist bei den sogenannten Natronorthoklasen der Fall. Obgleich wir gesehen haben, daß ein Natronorthoklas von der Formel: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ in reinem Zustande nicht existiert, so kann doch das fast in allen Orthoklasen beigemengte Natronaluminiumsilicat vorherrschen und die von C. F. Rammelsberg¹⁾ bei einigen „Natronorthoklasen“ berechneten Mengen sind folgende:

	Na : K
Montagna grande	4,8 : 1
Cuddia Mida	2,3 : 1
Monte Gibele	4,4 : 1
Khania	3 : 1
Khagiar	2,2 : 1
Zichidi	3 : 1
Sidori	2,5 : 1
Rackhalé	2,7 : 1
S. Marco	2,5 : 1
Bagno dell'Acqua	1 : 1
Cala Porticello	2 : 1
Kilimandscharo	2,2 : 1

Überblickt man die vorhandenen Analysen, so ergibt sich auf Grund des statistischen Materials, daß die Orthoklase, welche kein oder nur sehr geringe Mengen von Natron enthalten, nicht zahlreich sind, und ihre Zahl würde sich vielleicht noch verringern, wenn man beachtet, daß oft die Natriumbestimmung bei Anwesenheit von kleinen Mengen ganz unterblieben ist. Sehr zahlreich sind die Analysen mit 1—3% Natron, ebenso die mit 3—5%. Dies gilt auch für Orthoklase mit steigendem Natrongehalt 5—7%. Weniger zahlreich sind jene, welche einen höheren Natrongehalt haben. Dann aber folgen wieder die eigentlichen Albite mit 12% Natrongehalt und wenigen Prozenten Kaligehalt, so daß also eine ziemlich vollkommene Mischungsreihe von Kali- und Natronfeldspat vorhanden ist.

Was den Kalkgehalt anbelangt, welchen wir durch die Anwesenheit des Anorthitsilicats $\text{CaAlSi}_2\text{O}_8$ erklären, so wurde schon früher auf die Aufnahme desselben durch Kalisilicat KAlSi_3O_8 aufmerksam gemacht und die Versuche von E. Dittler²⁾ ergaben, daß zirka 10% des Silicats $\text{CaAlSi}_2\text{O}_8$, meistens aber nur weniger aufgenommen werden können, wobei die Aufnahmefähigkeit steigt, wenn gleichzeitig bedeutendere Mengen von Natron vorhanden sind, während dem reinen Kalifeldspat eine geringere Aufnahmefähigkeit für das Calciumsilicat zukommt.

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II (Leipzig 1895), 350.

²⁾ E. Dittler, Tsch. min. Mit. 29, 273 (1910).

Auch aus den Analysen natürlicher Silicate geht hervor, daß es Feldspate gibt, welche bei starker Mischung von Natriumsilicat zum Kaliumsilicat daneben einen bedeutenden Gehalt an Kalsilicat aufweisen, so daß die Grenze zum Oligoklas verwischt wird. Manche als Anorthoklase bezeichneten Feldspate sind chemisch eher Oligoklase.

Dieser Kalkgehalt läßt sich befriedigend auf $\text{CaAlSi}_2\text{O}_8$, also Anorthit-silicat, und nicht auf ein hypothetisches Silicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, welches einen Überschuß von SiO_2 verlangen würde, berechnen.

Ich habe S. 487 die prozentuale Zusammensetzung verschiedener Mischungen von KAlSi_3O_8 mit $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ angegeben. Vergleicht man die Analysenzahlen natürlicher Feldspate mit diesen berechneten Zahlen, so ergeben sich einige Abweichungen, welche zum Teil davon herrühren, daß durch Verunreinigungen, welche sich schon in dem Vorkommen von MgO und Eisenoxyden zeigen, die Zahlen beeinflußt werden, ferner auch durch den meistens nicht zu vernachlässigenden Kalkgehalt (oft auch durch den Bariumgehalt).

Diese Mengen an CaO , MgO , BaO , Fe_2O_3 , FeO (MnO) müßten abgerechnet werden, um die Formel richtig aufzustellen, so daß die berechneten Zahlen nicht ganz mit denen der Analysen stimmen können.

Es ergibt sich aber noch eine weitere Abweichung dadurch, daß der Orthoklas sehr zu Zersetzungen neigt, was sich durch den ebenfalls nicht zu vernachlässigenden Wassergehalt kund gibt. Dabei scheint (wie es namentlich bei der Kaolinisierung der Fall ist, vgl. S. 540) besonders das Kali weggeführt zu werden, so daß die meisten Analysen zu wenig Kali zeigen, was auch bei vielen Analysen von natronfreien oder natronarmen zutrifft. Daher wird die theoretische Menge an Kali nur bei ganz reinen und ganz frischen Orthoklasen, namentlich Adularen und Sanidinen, erreicht.

Ein kleiner Bariumgehalt ist sehr häufig und wenn der Bestimmung des Bariums in älteren Analysen mehr Aufmerksamkeit zugewendet worden wäre, so würde sich die Zahl solcher Orthoklase bedeutend vermehren. Es ist wahrscheinlich, daß ein kleiner Bariumgehalt in den meisten Orthoklasen vorhanden ist.

Der Bariumgehalt der Orthoklase, welcher, wie aus der Analysentabelle hervorgeht, in einigen Vorkommen merklich ist, ist, wie schon C. F. Rammelsberg bemerkt, häufiger, als gewöhnlich angenommen wird, da ja die meisten Analytiker nach Barium nicht gesucht haben.

In neueren Analysen amerikanischer Chemiker wurden kleine Mengen von Barium, so in einigen Mikroklinen, gefunden; allerdings sind es mit wenig Ausnahmen nur ganz geringe Bariummengen, welche vorkommen.

Das Bariumsilicat dürfte als $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ vorhanden sein, oder ist als solches wenigstens denkbar. C. Hintze¹⁾ nahm für den Hyalophan auch die Möglichkeit eines Metasilicats $\text{BaAlSi}_2\text{O}_6$ an.

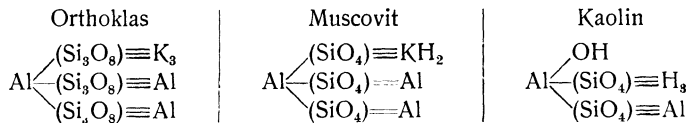
Die Mischungsreihe des Kaliumaluminiumsilicats mit dem Bariumaluminiumsilicat ist jedenfalls eine lückenreiche, indessen gibt es, wie wir später bei Hyalophan sehen werden, verschiedene Mischungsverhältnisse, so daß, wenn wir uns nicht auf die natürlichen Vorkommen beschränken, sondern auch die künstlich hergestellten heranziehen könnten, wahrscheinlich keine so unvollständige Mischungsreihe zu konstatieren wäre, wie es den Anschein hat. Leider ist die Schwierigkeit, künstliche Mischungen darzustellen, eine beträcht-

¹⁾ C. Hintze, Miner. II, 1425.

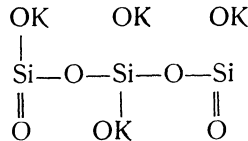
liche, da die betreffenden Mischungen schwer zur Kristallisation zu bringen sind. Daher ist diese Frage noch nicht mit Genauigkeit beantwortbar (vgl. unten bei Bariumsilicaten).

Strukturformeln. Solche sind mehrfach gegeben worden, doch sind sie zum Teil hypothetisch. Immerhin kann man die Umwandlung in Muscovit und Kaolin für die Konstitutionsformel benutzen.

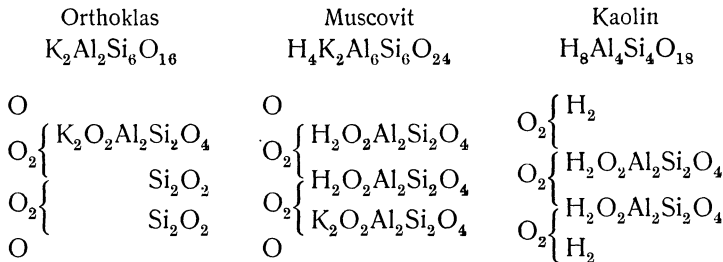
F. W. Clarke¹⁾ benutzt diese Umwandlungen, um folgende Strukturformeln aufzustellen:



P. Groth²⁾ schreibt:



G. Tschermak³⁾ schreibt, von der Umwandlung im Muscovit und Kaolin ausgehend:



Vorkommen seltener Bestandteile im Kalifeldspat. Es wurde bereits erwähnt, daß in vielen Feldspaten die Elemente Li, Cs und Rb vorkommen, in manchen kommt Ba in größeren Mengen vor.

Die Elemente Li, Cs und Rb wurden spektralanalytisch nachgewiesen. Strontium ist nur in Spuren konstatiert, und nur ganz ausnahmsweise; dieses Element scheint daher den Feldspaten meistens fremd zu sein.

Lithium kommt niemals in merklichen, wägbaren Mengen vor, auch die neueren exakten Analysen amerikanischer Forscher erwähnen keine wägbaren Mengen, doch kommt es, wie Ph. Barbier nachwies, doch in vielen Orthoklasen in Spuren vor.

So konnte Ph. Barbier⁴⁾ von 44 untersuchten Feldspaten 25 Orthoklasse mit Lithium neben Rubidium konstatieren, während er Cäsium nicht fand. Ph. Barbier gründete auf das Nichtvorkommen dieser zwei Elemente

¹⁾ F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. US. 125, 1 (1895).

²⁾ P. Groth, Tableau Systém. Genève 1904, S. 155.

³⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. 3, 152 (1879).

⁴⁾ Ph. Barbier, Bull. Soc. min. 31, 152 (1908).

ein Unterscheidungsmerkmal für Mikroklin, da 19 untersuchte Mikrokline keines dieser Elemente aufwiesen. Nach Untersuchungen von W. Vernadsky und E. Revoutsky¹⁾ wäre dieser Unterscheidungsgrund nicht stichhaltig, da er auch in fünf Mikroklinen sowohl Lithium als auch Cäsium und Rubidium nachweisen konnte. H. Ramage²⁾ fand im Mikroklin von Dalkey (Irland) Lithium und Rubidium, welche Elemente jedoch Ph. Barbier nicht vorfinden konnte. Besonders die Amazonite enthalten den genannten Autoren zufolge Lithium und Rubidium. Ph. Barbier³⁾ glaubt dagegen, daß hier eine Verwechslung mit Strontium und Calcium bei der Untersuchung vorlag.

Die Methode, welche Ph. Barbier zur Untersuchung der Feldspate anwandte, bestand im Aufschließen mit Schwefelsäureäther und Zusatz von Flußsäure. Nach Abscheidung von Tonerde, Eisen und Magnesia wurden dann die Salze in der Lösung in Chloride umgewandelt und Kalk und Baryt abgeschieden, dann die Alkalien aus der zurückgebliebenen Lösung gewonnen; die spektroskopische Untersuchung erfolgte nach der Methode von H. Lecocq de Boisbaudran. Um das Rubidium zu erhalten, wurden besondere Vorichtsmaßregeln angewandt.

Aus seinen Untersuchungen schließt Ph. Barbier, daß die Orthoklase, welcher Varietät oder welcher Entstehungsart sie angehören mögen, alle entweder Lithium oder Rubidium oder gleichzeitig beide enthalten.

W. F. Hillebrand fand, wie bei den Analysen Nr. 75 und 76 ersichtlich, Spuren von Lithium in zwei Mikroklinen.

W. Vernadsky⁴⁾ fand, daß das Cäsium in den Feldspaten, wie auch in anderen Silicaten, an die jüngste Generation der Pegmatite gebunden ist. Er fand auch in einigen Orthoklasen Thallium. In pegmatitischen Ausscheidungen vom Ilmengebirge konnte er nur Rubidium nachweisen. Möglicherweise hängt das Fehlen des Rubidiums in so vielen Mikroklinen damit zusammen, daß diese nicht den Pegmatiten angehören, jedenfalls dürfte das Nichtvorkommen auf genetische Unterschiede, weniger auf rein mineralogische, zurückzuführen sein.

E. Dittler⁵⁾ hat, wie weiter unten erörtert, Feldspate mit den erwähnten seltenen Elementen dargestellt; auch W. Vernadsky⁶⁾ ist es gelungen, Rubidiumfeldspate ohne Kalium herzustellen (vgl. S. 556).

A. de Gramont⁷⁾ hat ebenfalls Mikrokline spektralanalytisch untersucht. Mikrokline von Madagaskar zeigten außer Rubidium noch Cäsium, Gallium und Thallium.

W. Vernadsky hat auch eine neue Trennungsmethode von Rubidium, Cäsium und Kalium eingeschlagen. Zuerst werden nach der Methode von L. Smith die Alkalien gewogen und R, K, Cs als Chloroplatinate gefällt und aus diesen wieder die Chloride hergestellt. Der Chloroplatinatniederschlag wurde dreimal in Wasser umkristallisiert. Aus der Löslichkeit und der Temperatur des Rb_2PtCl_6 kann man die Menge desselben feststellen, welche sich

¹⁾ W. Vernadsky u. E. Revoutsky, C. R. **151**, 1141 (1910).

²⁾ H. Ramage bei W. N. Hartley, Phil. Trans. **185**, 168 (1895).

³⁾ Ph. Barbier, Bull. Soc. min. **34**, 117 (1911).

⁴⁾ W. Vernadsky, N. JB. Min. etc. 1910, I, 175.

⁵⁾ E. Dittler, Tsch. min. Mit. **30**, 124 (1911).

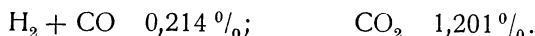
⁶⁾ W. Vernadsky, Bull. Acad. St. Pétersbourg 1911, I, 971, 1879 und II, 1959; ferner Bull. Soc. min. **36**, 258 (1913).

⁷⁾ A. de Gramont, Bull. Soc. min. **35**, 74 (1912).

in Wasser löst. Die erhaltenen Mengen von Rb_2PtCl_6 wurden gewogen. Daraus wird Rb_2O berechnet. Er fand in den Mikroklinen des Ilmengebirges 3,12 % Rb_2O .

Von weiteren seltenen Bestandteilen sei noch Zinn angeführt. M. Kolbeck¹⁾ fand im Granit von Nadelwitz (sächs. Erzgebirge) 0,018 SnO_2 neben 0,350 BaO; im Granit von Wilzschhaus 0,0191 SnO_2 und 0,0275 BaO.

Gase. M. W. Travers²⁾ fand beim Erhitzen eines nicht näher bezeichneten Feldspats, welcher 1 % Wasser enthielt, folgende Gasmengen:



Chemische Eigenschaften.

Einwirkung von Wasser. St. J. Thugutt³⁾ hat Orthoklas von Hornberg bei Karlsbad der Einwirkung destillierten Wassers bei 200° durch 100 Stunden unterworfen. Angewandt wurden 3,3153 g Orthoklas und 500 ccm Wasser, es wurden ca. 19 % ausgewaschen, doch erhielt er keine eigentliche Lösung, sondern eine opalisierende Flüssigkeit, ein Sol. Der Rückstand hatte folgende Zusammensetzung:

	1.	2.	3.
Na_2O	2,53	2,47	3,56
K_2O	13,44	13,26	11,53
CaO	0,10	—	—
Al_2O_3	18,46	18,88	—
Fe_2O_3	0,13	—	—
SiO_2	65,10	63,62	66,76
H_2O	0,28	1,73	—
	100,04	99,96	

1. Zusammensetzung des Orthoklases.
2. In Wasser unlöslicher Rückstand.
3. Kolloider Teil (ohne Wasser).

Aus dem Versuch geht hervor, daß das Wasser eine hydrolytische Wirkung ausübt; der unlösliche Teil ist ärmer an Kieselsäure als der kolloide; letzterer ist dagegen reicher an Kieselsäure und an Natron.

Ältere Arbeiten auf diesem Gebiet hatten zum Teil etwas abweichende Resultate ergeben. Der älteste Versuch scheint von P. Forchhammer⁴⁾ herzurühren; er zeigte, daß Wasser aus Orthoklas bei 125°, mehr noch bei 222° im Papinischen Topf Kalisilicat abgibt (siehe auch die Versuche mit Kohlensäure).

G. A. Daubrée⁵⁾ fand, daß Wasser aus feinverteiltem Orthoklas Kalisilicat auszieht, welches Tonerde in Lösung hält.

Er konstatierte eine bedeutende Löslichkeit oder richtiger Zersetzbarkeit; diese wurde dadurch erreicht, daß er das Gefäß, in welchem die Reaktion vor sich ging, rotieren ließ. Wasser zog Kalisilicat aus, welches Tonerde in Lösung hält (vgl. S. 531). Auf 5 kg Feldspat entfielen 12,6 g K_2O .

¹⁾ A. W. Stelzner, Z. prakt. Geol. 1896, S. 377.
²⁾ M. W. Travers, Proc. Roy. Soc. **64**, 130 (1898).
³⁾ St. J. Thugutt, C. R. Soc. sc. Varsovie **6**, 633 u. 653 (1913).
⁴⁾ P. Forchhammer, Pogg. Ann. **35**, 353 (1835).
⁵⁾ G. A. Daubrée, C. R. **64**, 339 (1867).

Forchhammers Resultate wurden besonders von G. Bischof¹⁾ diskutiert, insbesondere im Hinblick auf die Kaolinbildung.

Andere Versuche sind die von K. Haushofer.²⁾ A. Beyer³⁾ behandelte 1 kg Orthoklas in 2 1/2 Liter Wasser.

Weitere Versuche rühren von A. Pfaff⁴⁾ her; er zeigte, daß Orthoklas in Wasser löslich sei. Er behandelte Orthoklaspulver bei 8^o unter einem Druck von 160 Atm. Der Feldspat hatte nach 3 Tagen 5,5 mg verloren.

J. Königsberger und Wolf J. Müller⁵⁾ behandelten Adular vom Lukmanier 24 Stunden lang bei 350^o mit 40 ccm Wasser und fanden, daß er zwar nicht stark, aber deutlich gelöst worden war. Auf den Kristallen hatten sich Ätzfiguren gebildet, am stärksten parallel der Fläche (010), der Hauptspaltungsfläche. Die Ätzfiguren waren verschieden von jenen, welche H. Baumhauer erhalten hatte (vgl. S. 531).

Weitere Versuche sind die von A. S. Cushman und P. Hubbard.⁶⁾ Sie zeigten, daß Wasser sofort auf feingepulverten Feldspat einwirkt, was man mit Phenolphthaleïn nachweisen kann. Die Reaktion wird gehemmt durch die anhaftenden, nicht entfernbaren Zersetzungsprodukte. Die bei der Zersetzung frei werdenden Basen können wegen der Absorption nicht in Lösung gehen; es können aber die Zersetzungs Vorgänge weiter getrieben werden, wenn man mechanisches Abreiben bei Gegenwart von Wasser vornimmt, dann durch Behandlung mit verdünnten Lösungen gewisser Salze, z. B. Ammoniumchlorid (s. unten S. 531), ferner durch Elektrolyse.

G. Steiger⁷⁾ fand, daß 1/2 g Orthoklas mit 50 ccm Wasser das Resultat ergab, daß bei einem Totalalkaligehalte von 16 ‰ in der Lösung nur 0,11 ‰ Alkali nachweisbar waren.

Prjanischnikow⁸⁾ fand, daß feinstgepulverter Orthoklas in Wasser nur 0,2 ‰ Kali abgab, während grobes Pulver nur Spuren von Kali nachweisen ließ. Muscovit ist weit löslicher.

M. Biéler-Chatelain⁹⁾ beschäftigte sich mit der Löslichkeit des letzteren Minerals (vgl. S. 437).

Einwirkung von kohlen säurehaltigem Wasser. Versuche wurden von G. Bischof,¹⁰⁾ dann von den Gebrüdern Rogers¹¹⁾ ausgeführt. Letztere fanden, daß der Orthoklas zersetzt wird.

Genauere Versuche führte R. Müller¹²⁾ aus. Adular, fein gepulvert (vom St. Gotthardt), wurde mit destilliertem Wasser, welches bei 3 1/2 Atm. Druck mit Kohlensäure gesättigt war, in einer Flasche 50 Tage lang aufbewahrt. Die

¹⁾ G. Bischof, Chem. Geol. 1, 820 (1847).

²⁾ K. Haushofer, Journ. prakt. Chem. 103, 12 (1868).

³⁾ A. Beyer, Arch. Pharm. u. Chem. 150, 193; Jber. Fortschr. Chem. 1872, 1109.

⁴⁾ A. Pfaff, Allgem. Geol. 1873, 310.

⁵⁾ J. Königsberger u. Wolf J. Müller, ZB. Min. etc. 1906, 360.

⁶⁾ A. S. Cushman u. P. Hubbard, U. S. Depart. of Agricult., Bull. No. 28; J. amer. chem. Soc. 30, 23, 779 (1908). Ref. N. JB. Min. etc. 1908, II, 19.

⁷⁾ G. Steiger, J. amer. chem. Soc. 21, 437 (1899); Z. Kryst. 34, 204 (1901).

⁸⁾ Prjanischnikow, Die landwirtschaftliche Versuchsstation, 1905; zitiert bei M. Biéler-Chatelain, vgl. S. 437.

⁹⁾ M. Biéler-Chatelain, C. R. 150, 1132 (1910).

¹⁰⁾ G. Bischof, l. c.

¹¹⁾ Gebr. Rogers, Am. Journ. (2) 5, 404 (1848); siehe auch J. Roth, Chem. Geol. 1, 142 (1879).

¹²⁾ R. Müller, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 27, 25 (1877).

Zusammensetzung des Ausgangsmaterials ist unter 4. angegeben, während unter 5. die gelösten Mengen in 100 Teilen angegeben sind.

	4.	5.
K ₂ O . . .	14,96	1,3527
CaO . . .	1,28	Spur
FeO . . .	Spur	Spur
Al ₂ O ₃ . . .	18,15	0,1368
SiO ₂ . . .	65,24	0,1552
	99,63	

Demnach ist hier nicht Lösung, sondern Zersetzung eingetreten, da in der Lösung viel mehr Kali als andere Bestandteile sich befanden.

Wirkung von Säuren und Alkalien. Kalifeldspat ist in Säuren unlöslich, mit Ausnahme von Flußsäure. Bei Einwirkung von Flußspatpulver und Schwefelsäure erhielt H. Baumhauer¹⁾ Ätzfiguren, entsprechend monokliner Symmetrie.

H. Ste.-Claire Deville²⁾ fand, daß der Feldspat durch Kochen mit konzentrierter Kalilauge zersetzt wird, wobei sich ein in Wasser lösliches Alkalisilicat und ein in Wasser unlösliches, aber in Säuren leicht lösliches Kali-Aluminiumsilicat abspaltet.

W. Flight³⁾ hat weitere Zersetzungsversuche ausgeführt.

C. Doelter⁴⁾ behandelte sowohl Mikroklin, als auch Adular mit einer 15 %igen Sodalösung. Die Temperatur betrug 200°, Versuchsdauer 7 Wochen. Die Resultate waren:

	Adular vom St. Gotthard	Mikroklin von Pikes Peak
Angewandte Menge	1,1258 g	1,3890 g
K ₂ O-Menge in der Lösung . .	0,24 %	2,20 %

Demnach wären bei Mikroklin zehnmal so viel Kali in Lösung gegangen als bei Adular, doch war ersterer nicht so frisch wie letzterer.

Weitere Versuche mit Alkalicarbonaten siehe bei künstlicher Umwandlung (S. 549).

Die alkalische Reaktion ist bei Adular und Sanidin nach A. Kenn-gott⁵⁾ deutlich, aber nicht stark.

Chlorammonium griff Orthoklas (aus dem südöstlichen Pennsylvanien) nur wenig an. Es wurden nachgewiesen 1,52% in der Lösung und 0,20% NH₃ im Rückstand (F. W. Clarke und G. Steiger).⁶⁾

Einwirkung von schwefliger Säure. W. B. Schmidt⁷⁾ behandelte 11,9135 g Sanidin vom Drachenfels mit wäßriger schwefliger Säure, wobei nach einjähriger Einwirkung ein Rückstand von 0,5733 g verblieb.

¹⁾ H. Baumhauer, N. JB. Min. etc. 1876, 602.

²⁾ H. Ste.-Claire Deville, Ann. chim. phys. **61**, 326 (1861).

³⁾ W. Flight, Journ. chem. Soc. **41**, 159 (1882).

⁴⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1894, II, 269.

⁵⁾ A. Kenn-gott, N. JB. Min. etc. 1867, 305, 434, 779.

⁶⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. No. 207 (1902); Z. Kryst. **38**, 695 (1903).

⁷⁾ W. B. Schmidt, Tsch. min. Mit. **4**, 12 (1882).

Der Rückstand hat die Zusammensetzung 6., gelöst waren 4,33 %₀, welche die Zusammensetzung 7. hatten.

	6.	7.
Na ₂ O . . .	0,0133	0,0321
K ₂ O . . .	0,0101	0,0242
MgO . . .	0,0176	0,0422
CaO . . .	0,0258 ¹⁾	0,0619
Al ₂ O ₃ . . .	0,0549	0,1318
Fe ₂ O ₃ . . .	0,0432	0,1037
SiO ₂ . . .	0,0514	0,1233
SO ₃ . . .	0,3268	—
	0,5431	0,5192

Die Zusammensetzung des Sanidins findet sich unter 8., die des ungelösten Orthoklasrückstandes unter 9., und die Zahlen unter 10. beziehen sich auf das zurückgebliebene Pulver.

	8.	9.	10.
Na ₂ O . . .	4,67	4,57	4,74
K ₂ O . . .	8,00	8,09	8,18
MgO . . .	0,52	0,17	Spur
CaO . . .	1,49	1,01	1,47
Al ₂ O ₃ . . .	20,44	20,08	20,27
Fe ₂ O ₃ . . .	1,69	0,85	0,91
SiO ₂ . . .	63,82	65,21	64,61
	100,63	99,98	100,18

Es ergibt sich aus dem Vergleich der Zahlen, daß zwar die Zersetzung keine weitgreifende war, daß aber doch kleine Unterschiede existieren, insbesondere zeigt aber der lösliche Teil eine ganz andere Zusammensetzung, als die des Orthoklases, da von Kieselsäure viel weniger gelöst wurde, als von Tonerde und Kali.

Einwirkung von Natronhydrat und Natriumcarbonat. W. Flight²⁾ behandelte Adularpulver (St. Gotthardt) 25 Stunden lang mit reiner Natronlauge. Es lösten sich 35,69 %₀, welche 65 %₀ SiO₂ enthielten, während der ungelöste Adular 65,69 %₀ SiO₂ enthielt. Der gelöste Teil enthielt weniger Tonerde als der ungelöste. Bei sibirischem Mikroklin gingen unter denselben Umständen 17,59 %₀ in Lösung, welche 62,23 %₀ SiO₂ enthielten, während Mikroklin 65,5—65,7 %₀ SiO₂ hat. Albit von der Dauphiné gab 23,10 %₀ ab, darin 12,55 %₀ SiO₂. Bei Anwendung einer schwächeren Lösung gaben sie nur ca. $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ soviel ab.

Natriumcarbonat entzog dem Adular bei 100° während 24 $\frac{1}{2}$ Stunden nur 1,78 %₀, in welchen 0,43 %₀ SiO₂ und 0,14 %₀ Al₂O₃ enthalten waren.

G. André³⁾ hat Versuche mit verschiedenen wäßrigen Salzlösungen ausgeführt, um die Düngerwirkung zu erklären. Es wurden 10—20 g Mikroklin, welcher einen Gehalt von 2,96 %₀ Na₂O, 11,38 %₀ K₂O und 0,22 %₀ CaO

¹⁾ Nach Abzug von 0,0450 g.

²⁾ W. Flight, Journ. chem. Soc. **41**, 159 (1882).

³⁾ G. André, C. R. **157**, 856 (1913); N. JB. Min. etc. 1914, II, 194.

enthält, mit 100 g Wasser und je 1 g der unten angeführten Salze in einem Achatmörser durch 100 Stunden verrieben.

Feldspatmenge in Grammen	Zusatz	In Lösung gegangene Kalimenge in Grammen	Auf 100 Teile Feldspat	Auf 100 K ₂ O des Feldspats
10	—	0,0112	0,112	0,38
10	—	0,0139	0,139	0,22
20	NaCl	0,0741	0,37	3,25
15	CaCO ₃	0,0407	0,27	2,38
15	Ca ₃ (PO ₄) ₂	0,0336	0,22	1,96
15	H ₄ Ca(PO ₄) ₂	0,0667	0,44	3,90
15	NaNO ₃	0,0548	0,36	3,21
15	(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₃	0,126	0,84	7,38
15	CaSO ₄	0,0552	0,36	3,23

L. Spichal¹⁾ hat Orthoklas mit verschiedenen Säuren behandelt. Er verwendete Ameisensäure, Wasser, Kohlensäure, Salzsäure, Schwefelsäure, außerdem noch Chlorbarium- und Bittersalzlösung. Ähnliche Versuche hatte E. C. Sullivan ausgeführt. Da diese Versuche von H. Stremme bei Besprechung der Kaolinbildung in ihren Ergebnissen tabellarisch zusammengestellt wurden und auch mit den Versuchen von R. Müller, sowie von G. A. Daubrée verglichen wurden, so möge auf die Tabelle dieses Bandes S. 74 hingewiesen werden.

L. Spichal hat sich auch mit der Frage befaßt, ob die Löslichkeit der Plagioklasmischungen in HCl eine additive Eigenschaft sei und kommt zu negativen Resultaten (vgl. bei Plagioklas).

Physikalische Eigenschaften.

Spaltbar vollkommen nach (001), etwas weniger nach (010), daneben auch Absonderungsrichtungen. Härte 6.

Dichte etwas schwankend: 2,54—2,56 bei reinem Material. Siehe die Zahlen bei den Analysen. Bisweilen Dichteverminderung nach dem Glühen zu beobachten, vielleicht infolge von Zersetzung. Vgl. C. W. Hayes sowie E. Weiss (siehe unten).

Orthoklasglas zeigt ein geringeres spezifisches Gewicht als der ursprüngliche Orthoklas.

Ch. Ste. Claire Deville fand für geschmolzenen Adular $\delta = 2,351$, während die Dichte des Kristalls 2,561 war. J. A. Douglas²⁾ fand für denselben Adular vom St. Gotthard die Werte von 2,575 bzw. 2,370, was einer Volumvermehrung beim Schmelzen von 8,65 % entspricht.

Glasglanz, mitunter auf Spaltflächen Perlmutterglanz. Durchsichtig wasserhell ist der Adular, die meisten Orthoklase sind jedoch nur durchscheinend bis kantendurchscheinend.

Manche Orthoklase zeigen Schillern auf dem Orthopinakoid.

Der Mondstein und mancher Adular zeigt einen blauen Lichtschein, ver-

¹⁾ L. Spichal, Bull. Acad. Bohème, 1913, 1—23; Chem. ZB. 1914, I, 811.

²⁾ J. A. Douglas, Q. J. geol. Soc. **63**, 145 (1907).

ursacht durch feine Absonderungen. Die Erscheinung wird von C. Viola¹⁾ als Glaukonisieren bezeichnet.

Farbe: Weiß, rötlichweiß, gelblich, auch fleischrot, ziegelrot, spangrün. Adular ist farblos, Sanidin meist grau.

Brechungsquotienten bei verschiedenen Orthoklasen etwas verschieden. Hier einige Daten. Näheres siehe bei H. Rosenbusch und E. A. Wülfing.²⁾

	N_α	N_β	N_γ	$2V$	$2E$	
Adular,						
St. Gotthard	1,5190	1,5237	1,5260	69° 43'	120° 12'	(A. Des Cloizeaux)
Adular, Zillertal	1,5195	1,5233	1,5253	71° 43'	—	(K. Zimányi) ³⁾
Orthoklas,						
Paola (Calabr.)	1,5185	1,5226	1,5240	—	—	(C. Viola) ⁴⁾
Sanidin, Wehr	1,5198	1,5244	1,5244	—	—	(A. Mühlheims) ⁵⁾
Sanidin,						
Mte. Cimini	1,5198	1,5249	1,5255	—	—	(C. Viola) ⁴⁾

Diese Werte gelten für Natriumlicht.

Bei Temperaturerhöhung ändern sich für Orthoklas die optischen Eigenschaften, zum Teil wird die Ebene der optischen Achsen geändert, jedenfalls der Winkel derselben. Siehe darüber A. Des Cloizeaux,⁶⁾ sowie E. Weiss.⁷⁾ Ausführliche Untersuchungen über diesen Gegenstand hat dann E. Offret⁸⁾ angestellt. Die mittlere Zunahme der Brechungsquotienten für 100° zwischen 0—300° beträgt:

N_α	N_β	N_γ	$N_\gamma - N_\beta$	$N_\beta - N_\alpha$	$N_\gamma - N_\alpha$
0,00037	0,0003	0,00054	—	—	—
Doppelbrechung bei 0° C			0,00005	0,0046	0,00462
Änderung für 100°			+0,00021	-0,00006	+0,00016

Bei 0° ist $2E = 12°$ für Na-Licht und $22°$ für blau; bei $300° 44'$ für beide Lichtarten.

Bezüglich Druckfestigkeit bestimmte F. Rinne an Orthoklasen von Hirschfeld (Schlesien), daß sie 1700 kg/qcm beträgt.

Als Elastizitätsmodul wird in der Richtung der Normalen zur Basis bei Adular 8120, bei Sanidin 7710 angegeben.⁹⁾

Spezifische Wärme: An durchsichtigem Orthoklas 0,1869; an undurchsichtigem 0,1890.¹⁰⁾

E. W. Öberg fand für Orthoklas von Ytterby: 0,1877.

R. Ulrich fand zwischen 20—98°: 0,1941. K. Schulz fand für Adular vom St. Gotthard 0,1855; für Mikroklin fand J. Joly¹⁰⁾ 0,1905 und 0,1915,

¹⁾ C. Viola, Z. Kryst. **34**, 171 (1901).

²⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. 1905, I, 303.

³⁾ K. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 347 (1896).

⁴⁾ C. Viola, Z. Kryst. **32**, 121 (1900).

⁵⁾ A. Mühlheims, Z. Kryst. **14**, 235 (1888).

⁶⁾ A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. **9**, 456 (1876); Z. Kryst. **1**, 1, 79 (1877); sowie Man. Minér. **2** (Paris 1862), 330, 546.

⁷⁾ E. Weiss, Feldspatbildung. Haarlem 1866.

⁸⁾ E. Offret, Bull. Soc. min. **13**, 635 (1890); siehe auch C. Hintze, Min. II, 1349.

⁹⁾ Siehe F. Rinne, ZB. Min. etc. 1902, 264.

¹⁰⁾ Nach J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1887).

die Zahlen von K. Schulz siehe Bd. I, S. 702. Ebenso siehe dort die letzten genauesten Bestimmungen von W. P. White bei Temperaturen von 500 und 1100°.¹⁾

Die Angaben von G. Lindner und von K. Schulz, sowie jene von A. Bogujawlensky siehe ebenfalls Bd. I, S. 701.

J. Joly²⁾ fand folgende Werte, wobei L_1, L_2 die am Beginn und am Ende gemessenen Dimensionen V_1 und V_2 die betreffenden entsprechenden Volumina bezeichnen (kleine, durch Schmelzen hergestellte Perle, welche aber wohl dann keinen Orthoklas, sondern nur ein Orthoklasglas darstellt).

θ	$\frac{L_2 - L_1}{L}$	$\frac{V_2 - V_1}{V}$
390 ⁰	0,0016	0,0048
640	0,0031	0,0093
860	0,0043	0,0129
1090	0,0059	0,0177
1240	0,0081	0,0243
1320	0,0094	0,0282

Zu erwähnen ist auch, daß nach Versuchen von A. Damour³⁾ frischer Adular beim Schmelzen nur ein Tausendstel seines Gewichtes verlor.

Pyroelektrizität. Orthoklas ist pyroelektrisch. Beim Erkalten zeigt sich auf (010) positive Elektrizität, auf (110) negative. So verhalten sich sowohl Adular als auch milchiger Elba-Orthoklas und gelbbraunlicher von Hirschberg (G. Hankel).⁴⁾

Ausdehnungskoeffizienten durch Wärme. Wenn d_a, d_b, d_c die Achsen der größten, mittleren und kleinsten Dilatation sind, so sind die Ausdehnungsquotienten nach E. Offret⁵⁾:

θ	$\frac{1 + d_b}{1 + d_c}$	$\frac{1 + d_c}{1 + d_a}$	$\frac{1 + d_a}{1 + d_b}$
0—100 ⁰	1,001757	0,998250	1,000157
0—200	1,003573	0,996377	1,000295
0—300	1,005450	0,994401	1,000472

H. Fizeau⁶⁾ hatte insofern eine Abweichung von den Offretschen Bestimmungen gefunden, als er d_b und d_c wenig verschieden und sehr viel geringer als d_a fand.

Seine Werte für die drei Achsen sind:

$$d_a = 0,000019052 \quad d_b = 0,000001507 \quad d_c = 0,000002030.$$

Vgl. auch A. Beckenkamp⁷⁾ und E. v. Fedorow.⁸⁾

¹⁾ Literatur Bd. I, S. 699; s. auch K. Schulz, Fortschr. Min., Jena **3**, 519 (1913).

²⁾ J. Joly, Trans. Roy. Dublin Soc. **6**, 283 (1897) [2]; Z. Kryst. **31**, 184 (1899).

³⁾ A. Damour bei A. Des Cloizeaux, Minér. 1882, 336, 546.

⁴⁾ G. Hankel, Wied. Ann. 1877, 280.

⁵⁾ E. Offret, l. c.

⁶⁾ H. Fizeau, Pogg. Ann. **135**, 389 (1868).

⁷⁾ A. Beckenkamp, Z. Kryst. **5**, 452 (1882).

⁸⁾ E. v. Fedorow, Z. Kryst. **28**, 486 (1897).

Lösungs- und Bildungswärmen. O. Mulert¹⁾ fand für kristallisierten Adular Lösungswärme pro 1 gr 0,4686 und pro 1 Mol 261,5. Für glasigen Adular erhielt er pro 1 gr 0,5684 und pro 1 Mol 317,3. Aus der Differenz ergibt sich die Kristallisationswärme des Orthoklases pro gr mit 0,09983 und pro 1 Mol 55,72 Cal. Die Bildungswärmen sind also:

Adular	pro 1 Mol in Cal.:	131,2 Cal.	pro 1 g	0,235
Mikroklin	„ 1 „ „ „	104,2 „	„ 1 „	0,187

Die Kristallisationswärmen sind:

Adular	pro 1 Mol in Cal.:	55,72 Cal.	pro 1 g	99,8
Mikroklin	„ 1 „ „ „	46,33 „	„ 1 „	83,0

Die Differenz der Lösungs- und Bildungswärmen für Orthoklas einerseits, für Mikroklin andererseits, ist auffallend und könnte als Beweis für Dimorphie herangezogen werden. Es darf jedoch nicht vergessen werden, daß die Berechnungen am Mikroklin nach älteren Bestimmungen von G. Tammann²⁾ ausgeführt sind. Allerdings erhielt ich bei beiden Mineralien bei Behandlung mit Sodalösung ebenfalls verschiedene Resultate. Es wäre auch denkbar, daß die Zusammensetzung des Mikroklin aus Zwillinglamellen, vielleicht einen physikalisch verschiedenen Zustand ergeben kann, wodurch die Löslichkeit verschieden wird. Immerhin können nicht nur Beobachtungsfehler herangezogen werden, da die Unterschiede dafür zu groß sind, dagegen kann der verschiedene Zersetzungszustand Unterschiede verursachen, da Adular sehr frisch ist, während Mikroklin meistens etwas zersetzt ist. Außerdem ist die chemische Zusammensetzung beider nicht immer ganz gleich.

Schmelzpunkt. Orthoklas schmilzt vor dem Lötrohr zu blasigem Glas. Er besitzt keinen scharfen Schmelzpunkt, sondern schmilzt allmählich, da seine Schmelzgeschwindigkeit eine sehr geringe ist, wie auch seine Kristallisationsgeschwindigkeit nahezu Null ist. Es ist dies eine Folge der großen Viskosität der Orthoklasschmelze. Man hat daher auch Orthoklas als eines derjenigen Mineralien betrachtet, welche überhitzt werden können.

Man kann daher nur ein Intervall angeben, welches den Schmelzbeginn einerseits, die Verflüssigung andererseits, also den Eintritt geringer Viskosität anzeigt. Selbstverständlich darf dieses Intervall nicht, wie von mancher Seite geschehen, mit dem Schmelzintervall inhomogener Stoffe zusammengeworfen werden.

Die Werte, welche gefunden wurden, variieren, weil die einen den Zustand des Eintritts der Verflüssigung als Schmelzpunkt bezeichnen, während ich den Beginn des Schmelzprozesses als unteren Punkt angebe. Bestimmungen sind von A. Brun, A. Day und E. T. Allen, sowie von mir ausgeführt worden. Sanidin hat einen geringeren Schmelzpunktwert, während für Mikroklin sich keine merkliche Differenz ergibt.³⁾

Die Werte von A. Day und E. T. Allen sind um zirka 25—30° höher, was aus der verschiedenen Auffassung des „Schmelzpunktes“ resultiert. Den

¹⁾ O. Mulert, Z. anorg. Chem. **75**, 233 (1912).

²⁾ G. Tammann, Kristallisieren und Schmelzen (Leipzig 1893), 57.

³⁾ Siehe Literatur Bd. I, 655.

unscharfen Schmelzpunkt bestätigen alle genaueren neueren Bestimmungen. Die Werte siehe Bd. I, S. 657, ebenso die Literaturangaben.

Seither sind noch einige weitere Bestimmungen gemacht worden. Für Natronmikrokin fand E. Dittler¹⁾ 1175—1200°. Für Natronkalifeldspat von Irygny 1155—1180°. Natronkalifeldspat von Pardines schmilzt bei 1150—1180°. Kalinatronfeldspat von S. Pietro bei 1140—1165° und solcher von Guardia dei Mori bei 1137—1145°, der von Montadou bei 1140—1160°, Kryptoperthit von Bäckelokken bei 1130—1140°, Kalinatronfeldspat von Gioia (S. Pietro) bei 1142—1170°. Mikrokin von Runchy schmilzt zwischen 1160—1180° (vgl. S. 484). Die Schmelzgeschwindigkeit des Orthoklases ist eine sehr geringe, sie ist sehr von der Korngröße abhängig.

Diese wurde von H. Leitmeier²⁾ untersucht. Er fand für Adular vom St. Gotthard den Schmelzbeginn für feines Korn bei 1240°, für grobes Korn 1300°, dagegen für die Verflüssigungspunkte bei feinem Korn 1350°, bei grobem Korn 1370°. Diese Werte sind höher, als die der übrigen Beobachter. Das feine Pulver hatte eine durchschnittliche Größe von 40 μ m, das grobe eine solche von durchschnittlich 4 mm. Diese Werte sind deshalb so hohe, weil hier die Erhitzung sehr schnell vor sich ging, während bei sehr langsamer Erhitzung sich der Wert von 1145° für den Schmelzbeginn ergab. Es zeigt dies den großen Einfluß der Erhitzungsgeschwindigkeit.

Elektrische Leitfähigkeit. Ich erhielt für festen Adular³⁾

T	$\frac{1}{T}$	W	$\log W$
1215°	0,0008230	90,000	4,9542
1258	0,0007949	61,430	4,7884
1308	0,0007645	31,670	4,5007
1373	0,0007283	8,832	3,9461
1406	0,0007112	3,736	3,5724

Trägt man die Werte für $1/T$ auf der Abszisse und $\log W$ auf der Ordinate auf, so erhält man zwar keine ganz gerade Linie, aber nahezu eine solche, die bei den höchsten Temperaturen leicht umgebogen ist; es hängt dies damit zusammen, daß bei dieser Temperatur bereits ein Erweichen des Orthoklases stattfindet und die gerade Linie ja nur für den festen Zustand gilt (vgl. Bd. I, S. 719).

Was die Orthoklasschmelze anbelangt, so ist ihr Verhalten von Interesse. Es wurde gepreßtes Pulver geschmolzen, und die Leitfähigkeit gemessen. Im festen Zustande ergab sich ein nahezu vertikales Kurvenstück, im flüssigen Zustande ist die Kurve unter einem sehr kleinen Winkel zur Horizontale geneigt; ein Knickpunkt oder ein Sprung ist nicht wahrnehmbar, weil ja der Orthoklas keinen scharfen Schmelzpunkt besitzt, daher ein allmähliches Einbiegen der Kurve bemerkbar ist (siehe Fig. 9). Da Orthoklas glasig erstarrt, so wird die Temperaturwiderstandskurve fast ganz geradling sein, und zwar bildet sie auch im bereits erstarrten Zustande die Fortsetzung des für den flüssigen Zustand erhaltenen Kurvenstücks.

¹⁾ E. Dittler, Tsch. min. Mit. **31**, 516 (1912).

²⁾ H. Leitmeier, Z. anorg. Chem. **81**, 209 (1913).

³⁾ C. Doelter, Sitzber. Wiener Ak. **117**, 849 (1909).

Die Zahlen sind:

Erhitzungswerte		Abkühlungswerte	
Θ	Ω	Θ	Ω
1000°	13706	1300°	7,4
1070	11500	1280	7,4
1100	4181	1260	8,1
1140	544	1220	9,1
1160	317,5	1200	9,4
1180	153,7	1160	10,9
1200	55,6	1120	12,8
1220	25,6	1100	13,3
1240	15,8	1060	15,0
1260	10,2		
1280	8,8		
1300	7,5		
1320	7,1		

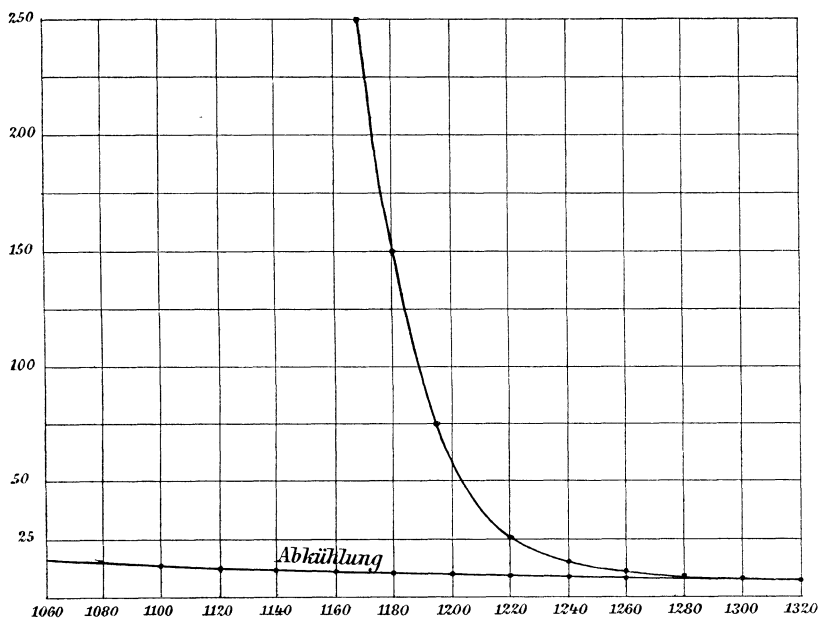


Fig. 9. Elektrische Leitfähigkeit des Orthoklases.

Beim Wiedererhitzen des bis Zimmertemperatur abgekühlten Orthoklasglasses erhielt ich bis zirka 850° ein steiles Kurvenstück, dann biegt diese allmählich um, und von 1000° an ist die Kurve fast horizontal. Für das spezifische Leitvermögen erhielt ich¹⁾ folgende Werte:

1100°	0,0000537	1260°	0,02182
1200	0,00411	1300	0,02961
1240	0,01469	1320	0,031133

¹⁾ C. Doelter, Sitzber. Wiener Ak. 116, 1263 (1907).

Lumineszenz. Die Lumineszenz des Orthoklases ist nach K. Keilhack¹⁾ eine geringe. Er zeigt nach W. Vernadsky²⁾ Tribolumineszenz. E. Engelhardt³⁾ erhielt im ultravioletten Licht nur schwache Lumineszenz (graublau), ebenso bei Mikroklin. Mit Radiumstrahlen zeigte nur ein Vorkommen von Elba starke Phosphoreszenz, die übrigen nur schwache.⁴⁾ Es wären die Li-, Cs- und Rb-haltigen genauer zu untersuchen.

Für Röntgenstrahlen ist Adular wie Albit halbdurchlässig.⁵⁾

Radiumstrahlen bringen keine Veränderung der Farbe hervor.⁶⁾ Nach J. E. Burbank⁷⁾ zeigten Feldspate, welche mit Röntgenstrahlen bestrahlt wurden, Phosphoreszenz.

Umwandlung.

Die wichtigsten Umwandlungsvorgänge sind die in Kaolin und in Kaliglimmer, welche schon seit längerer Zeit studiert wurden; insbesondere hat sich G. Bischof mit der Kaolinbildung aus Kalifeldspat befaßt und als Agenzien derselben Kohlensäure und Wasser bezeichnet, während P. W. Forchhammer das Wasser als Hauptagens annimmt.

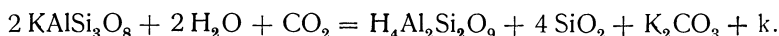
G. Tschermak hat die Umwandlung durch eine Strukturformel erläutert (vgl. S. 527).

Über die Kaolinbildung, welche in neuerer Zeit insbesondere von H. Stremme, A. Stahl, J. Spichal, C. Wiegner, C. Gagel, St. J. Thugutt u. a. untersucht wurde, wurde bereits von H. Stremme das Wichtigste mitgeteilt und sei dorthin verwiesen (vgl. S. 73 und 130, Bd. II, Abt. 1).

Weitere Umwandlungen sind ferner in Kaliglimmer, in Hydrargillit, Chlorit, Biotit, Epidot; dann wären von Mineralien der Tongruppe zu erwähnen: Pyrophyllit, Halloysit, Newtonit, Allophan, ferner Turmalin, Zinnerz, Pseudophit.

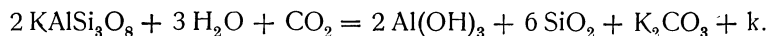
Ch. R. van Hise⁸⁾ hat einige Formeln für die gewöhnlichsten Umwandlungsvorgänge gegeben.

Die Umwandlung in Kaolin erklärt er durch folgende Formel:



Unter der Annahme, daß die Kieselsäure als Quarz frei wird, ergäbe sich eine Volumabnahme von 12,57%.

Die Umwandlung in Hydrargillit ergibt sich aus folgender Formel:



Die Volumabnahme ist 6,61%.

Die Umwandlung in Kaliglimmer und Quarz wird durch folgende Formel erklärt:



Die Volumverminderung beträgt 15,58%.

¹⁾ K. Keilhack, Z.Dtsch. geol. Ges. **50**, 131 (1898).

²⁾ W. Vernadsky, N. JB. Min. etc. 1912, I, 3.

³⁾ E. Engelhardt, In.-Diss. Univ. Jena 1912, 26.

⁴⁾ C. Doelter, Unver. Beob.

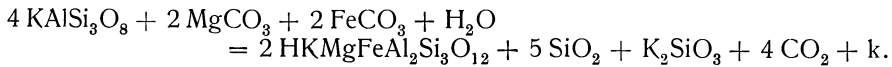
⁵⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1896, II, 96.

⁶⁾ C. Doelter, Unver. Mitt.

⁷⁾ J. E. Burbank, Am. Journ. **5**, 53 (1898); nach Ref. Z. Kryst. **32**, 587 (1900).

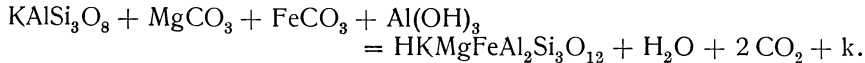
⁸⁾ Ch. R. van Hise, Metamorphisme (Washington 1904), 253.

Aus Kalifeldspat wird Biolit und Quarz durch Addition von Magnesium- und Eisensalzen:

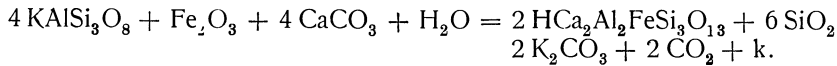


Die Volumverminderung beträgt 22,64 %.

Ist auch Hydrargillit vorhanden, so ergibt sich die Formel:



Die Umwandlung in Epidot läßt sich durch folgende Formel veranschaulichen:



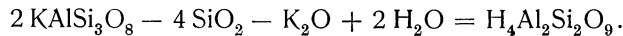
Die Volumveränderung wird mit 33,73 % berechnet.

Analog sind die Formeln für Anorthoklas, bei welchem noch die Verbindung KAlSi_3O_8 zu berücksichtigen ist.

H. Rössler¹⁾ gibt für die Umwandlung in Kaolin folgende Zusammenstellung:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	H ₂ O	%
Orthoklas . . .	64,86	18,29	16,85	—	100,00
Weggeführt . .	43,24	—	16,85	—	60,00
Aufgenommen .	—	—	—	6,45	6,45
Kaolin	21,62	18,29	—	6,45	46,36

Die Reaktionsgleichung ist:



Analysen umgewandelter Orthoklase.

Es existieren einige Analysenreihen, welche die allmähliche Umwandlung des Orthoklases, namentlich in Kaliglimmer, Kaolin, Pinitoid zeigen. Es sind jedoch meistens ältere Analysen, denn aus neuerer Zeit stammen sehr wenig Studien über diesen Gegenstand.

1. Umwandlung in Kaliglimmer.

	1.	2.	3.
δ	2,544	2,646	2,867
Na ₂ O	3,01	2,08	0,50
K ₂ O	11,12	9,21	11,19
MgO	0,21	0,30	0,75
CaO	0,36	0,54	0,17
Al ₂ O ₃	18,86	20,34	29,01
Fe ₂ O ₃	0,46	1,32	5,56
SiO ₂	66,66	65,48	49,04
Glühverlust . .	0,50	1,34	4,55 ²⁾
	101,18	100,61	100,87

¹⁾ H. Rössler, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 15, 231 (1902).

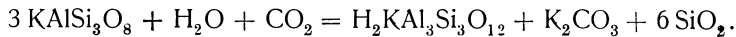
²⁾ Davon 1,16 Wasser.

1. Frischer fleischroter Orthoklas aus Granitdrusenräumen von Lomnitz (Schlesien); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **80**, 121 (1850); **98**, 280 (1856).
2. Verwitterte grünliche Feldspatzone, zerreiblich; anal. wie oben.
3. Grünlicher schuppiger Kaliglimmer (die beigemengten Quarze waren bei den beiden letzteren Analysen ausgeschieden).

In den Verwitterungsprodukten 2 und 3 sind Kieselsäure und Alkalien weggeführt; die Kieselsäure hat sich zum Teil als Quarz ausgeschieden. Sehr häufig bildet sich bei der Umwandlung die sericitische Varietät des Muscovits. Nach F. W. Clarke¹⁾ erfolgt sie nach der Gleichung:



oder



Nach J. de Lapparent²⁾ wäre in den französischen Porphyroiden die Sericitbildung ein Produkt aus Natriumfeldspat und nicht aus Kalifeldspat.

Ferner hat G. Bischof die Umwandlung eines Orthoklases von Finbo in glimmerartige Substanz, sowie die Umwandlung eines solchen von Warmsteinbach in ein Gemenge von Glimmer und Quarz beschrieben und die Umwandlungsprodukte analysiert.

2. Umwandlung in Pinitoid.

A. Knop untersuchte die Umwandlung des Orthoklases von Oberwiesa (Sachsen); die Pseudomorphosen bestehen aus einem Gemenge von 33,75 % Feldspat und 64,54 % Pinitoid.

	4.	5.	6.	7.
Na ₂ O	—	3,24	1,50	2,16
K ₂ O	9,83	5,14	5,85	7,02
MgO	0,70	0,15	0,50	0,48
CaO	—	—	—	0,32
MnO	—	—	Spur	—
FeO	3,04	5,68	8,94	—
Al ₂ O ₃	28,66	29,49	31,25	34,70
Fe ₂ O ₃	—	—	—	2,88
SiO ₂	51,00	49,32	47,77	46,54
H ₂ O	6,77	6,98	4,19	6,89
	100,00	100,00	100,00	100,99

4.—5. Graugrüner Pinitoid, durch Schwefelsäure zersetzbar: 4. löslicher Teil, 5. unlöslicher Teil.

6.—7. Grünlichgrauer bis lauchgrauer bis weißlicher und roter Pinitoid in Pseudomorphosen nach Orthoklas in verwittertem Felsitporphyr zwischen Chemnitz und Freiberg. Sämtliche Analysen von A. Knop, N. JB. Min. etc. 1859, 582, 560, 569.

¹⁾ F. W. Clarke, The Data of Geochemistry (Washington 1908), 511.

²⁾ J. de Lapparent, Bull. Soc. min. **32**, 230 (1909).

Bei den erstangegebenen Pseudomorphosen wird aus dem Orthoklas Kieselsäure und Kali abgeschieden, dagegen Wasser und Eisenoxydul aufgenommen. 164 Teile Orthoklas geben 100 Teile Pinitoid oder 1 Vol. Orthoklas 0,55 Vol. Pinitoid.

	8.	9.	10.
Na ₂ O	0,07	0,08	} 3,00
K ₂ O	3,62	4,13	
MgO	0,36	0,41	1,30
FeO	2,56	2,92	—
Al ₂ O ₃	31,50	35,95	33,60
Fe ₂ O ₃	—	—	3,83
SiO ₂	44,53	50,82	53,32
H ₂ O	4,98	5,68	4,95
Rückstand	12,44	—	—
	100,06	99,99	100,00

8. Ölgrüne Pseudomorphose von Pinitoid nach Orthoklas vom Raubschlößchen bei Weinheim; anal. E. Cohen, Die zur Dyas gehörigen Gest. des Odenwaldes, In-Diss. 1871, 177.

9. Nach Abzug des in konzentrierter Schwefelsäure und in Kalihydrat unlöslichen Rückstandes, welcher aus Quarz und Glimmer bestand.

10. Die Analyse dieser Pseudomorphose nach G. Bischof.

Weitere Umwandlungen in Pinitoid sind folgende:

	11.	12.	13.	14.	15.
Na ₂ O	0,12	—	3,65	1,24	1,74
K ₂ O	9,74	12,82	5,70	7,70	10,79
MgO	0,35	0,45	0,41	0,25	0,35
CaO	0,35	0,88	10,09	—	—
FeO	2,48	1,21	0,77	—	—
Al ₂ O ₃	30,62	19,62	16,92	13,55	18,98
Fe ₂ O ₃	—	—	—	1,52	2,13
SiO ₂	50,95	61,75	51,83	44,99	63,00
CaCO ₃	—	—	—	29,20	—
H ₂ O	5,25	1,12	8,91	2,15	3,01
	99,86	97,85	98,28	100,60	100,00

11. Aus Felsitporphyr des Auerbergs bei Stollberg (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1860, 157.

12. Aus Felsitporphyr des Tals der geraden Lutter (Harz); anal. wie oben 154.

13. Aus grauem Porphyr des Mühentals bei Elbingerode; anal. wie oben.

14. Aus Felsitporphyrkonglomerat des Talfertals bei Kirchboden, Kalkspat enthaltend; anal. A. Schwager bei C. W. Gümbel, Sitzber. Bayr. Ak. 1876, 55.

15. Dieselbe Analyse nach Abrechnung des Calciumcarbonats.

K. Dalmer fand an der Wilhelmsleite bei Ilmenau (Thür.) Pseudomorphosen von Calciumcarbonat und Eisenoxyd nach Orthoklas. Außer diesen Bestandteilen sind weiße Silicatreste ohne Spaltbarkeit und Glanz, sowie eine hellgrüne, weiche Substanz vorhanden.

	16a.	16b.	17a.	17b.	18.	19.
Unlöslich . . .	—	60,47	—	40,95	—	—
K ₂ O	2,19	1,23	0,55 ¹⁾	3,06	4,25 ¹⁾	1,83
MgO	Spur	0,34	—	0,31	0,23	0,12
Al ₂ O ₃	8,54	2,23	0,68 ²⁾	10,82	10,67	5,72
Mn ₂ O ₃	—	1,75	—	1,52	1,37	0,86
Fe ₂ O ₃	1,10	23,10	—	23,92	22,02	12,79
SiO ₂	48,74	4,93	39,72	12,36	54,02	28,95
CaCO ₃	—	—	—	—	—	45,72
Glühverl.	—	6,54	—	6,54	6,54	3,55
	60,57 ³⁾	99,59	40,95	99,48 ⁴⁾	99,10 ⁵⁾	99,54

16b. Aufschließung mit Salzsäure. Der Anteil von 60,47% war von Salzsäure und Natriumcarbonat nicht gelöst. 16a. Unlöslicher Teil.

17b. Aufschließung mit Schwefelsäure; der unlösliche Rest beträgt 40,95%. 17a. Unlöslicher Teil.

18. Die Analyse durch Aufschließen mit Natriumcarbonat. Diese Zahlen geben die Zusammensetzung des in Essigsäure unlöslichen Teiles. Derselbe beträgt vom Ganzen 53,28%, während der lösliche 45,72% ausmacht (CaCO₃), dazu 0,54% Fe₂O₃. Summe 99,54%.

19. Berechnung der Zusammensetzung der Pseudomorphosen. Sämtliche Analysen von K. Dalmer, N. JB. Min. etc. 1878, 225.

Die Analysen ergeben für den Silicatanteil der Pseudomorphosen:

Calciumcarbonat	46
Eisenocker	13
Freie Kieselsäure	21
Durch Salzsäure zersetzbares Silicat	4,5
Durch Schwefelsäure zersetzbares Silicat	10

Das von Salzsäure zersetzte Silicat besteht aus:

K ₂ O	1,21
Al ₂ O ₃	2,23
SiO ₂	4,93

Das von Salzsäure nicht zersetzbare, aber durch Schwefelsäure zersetzbare Silicat besteht aus:

K ₂ O	1,83
Al ₂ O ₃	8,59
Fe ₂ O ₃	1,00
SiO ₂	7,43

Die zweite Art der Pseudomorphosen besteht scheinbar nur aus Eisenocker; die Analysen ergaben:

¹⁾ Alkalien und Verlust.

²⁾ Mit Fe₂O₃.

³⁾ Summe im Original unrichtig (60,47 statt 60,57).

⁴⁾ Im Original unrichtig 99,18 statt 99,48.

⁵⁾ Im Original unrichtig 100,00 statt 99,10.

	20a.	20b.	21a.	21b.	22.
Unlösli.	—	47,30	—	19,63	—
K ₂ O	2,62	1,12	0,24	3,4	3,92
MgO	0,31	0,23	0,16	0,25	0,54
Al ₂ O ₃	12,80	2,26	Spur	15,87	15,94
Mn ₂ O ₃	—	2,88	—	2,68	2,74
Fe ₂ O ₃	0,42	32,68	0,70	32,20	32,54
SiO ₂	31,15	4,22	18,53	16,78	36,46
Glühverl.	—	7,82	—	7,82	7,82
	47,30	98,51	19,63	98,63	99,96 ¹⁾

20b. Aufschließung mit Salzsäure, wobei 47,30% in Säure und Natriumcarbonat unlöslich waren. 20a. das Unlösliche.

21b. Aufschließung mit Schwefelsäure, wobei 19,63% unlöslich blieben. 21a das Unlösliche.

22. Aufschließung mit Natriumcarbonat; anal. K. Dalmer, wie oben.

K. Dalmer hat auch die Frage aufgeworfen, in welchem Verhältnis und in welcher Menge die ursprünglichen Bestandteile bei verschiedengradig umgewandelten Individuen weggeführt wurden. Aus der ersten Untersuchungsreihe schließt er, daß zirka 36% SiO₂, 12% Al₂O₃ und 14% K₂O weggeführt wurden. Bei einer älteren Analyse von Crasso betragen die Zahlen 42,11 und 14%. Weitere Analysen wurden an einem stärker umgewandelten (Analyse 23) und an einem weniger stärker umgewandelten Individuum; Analyse 24, ausgeführt.

	23.	24.
δ	2,53	2,55
K ₂ O	5,01	1,62
Al ₂ O ₃	11,39	5,91
Mn ₂ O ₂	0,22	—
Fe ₂ O ₃	2,78	4,96
SiO ₂	55,96	21,37
CaCO ₃	11,86	64,12
Glühverl.	2,78	1,92
	100,00	99,90 ²⁾

Im ersten Falle sind weggeführt worden: SiO₂ 10%, Al₂O₃ 7%, K₂O 11%.

Im zweiten Falle „ „ „ SiO₂ 44%, Al₂O₃ 12%, K₂O 15%.

Andere Orthoklaskristalle von einer entfernten Stelle am Nordabhange der Wilhelmsleite, in der Nähe der von Mönchshof nach der Schmücke führenden Chaussee, ergab eine in HCl lösliche Eisenoxydverbindung und ein zersetzbares Tonerdesilicat; ferner ein Tonerdesilicat, welches durch HCl nicht, wohl aber durch Schwefelsäure zersetzt wird.

Die Zusammensetzung ist unter (25) gegeben.

Feldspate eines Quarzporphyrs ergaben andere Resultate, die Anwesenheit von Orthoklas ist nur aus der Form zu erschließen.

Analysenresultate unter (26).

¹⁾ Im Original unrichtig.

²⁾ Im Original Summe unrichtig.

	25.	26.
K ₂ O	10,55	(1,40)
MgO	Spur	—
Al ₂ O ₃	20,84	8,51
Mn ₂ O ₃	—	3,57
Fe ₂ O ₃	2,27	4,02
SiO ₂	63,44	80,14
Glühverl.	2,90	2,36
	100,00	100,00

Eine Umwandlung in pinitoidähnliche Substanz erleidet der Orthoklas aus einem Orthoklas-Porphyrangang zwischen Moëna und Predazzo, welchen ebenfalls K. Dalmer analysierte.

In verdünnter kalter Salzsäure waren löslich: 17,56% CaCO₃ und 6,77% FeCO₃; es verblieben als unlöslicher Rest 74,91%.

Die Zusammensetzung beider Teile, zusammen 99,24%, war folgende, nachdem der unlösliche Teil mit Schwefelsäure und der von dieser Säure nicht angreifbare Teil mit Natriumcarbonat aufgeschlossen worden war:

In Schwefelsäure unlöslicher Teil:

	27a.
Alkalien	6,69
Tonerde	9,01
Kieselsäure	36,93
	52,63

Der übrige Teil ergibt

	27b.
K ₂ O	2,10
MgO	Spur
CaO	0,53
FeO	4,99
Al ₂ O ₃	8,90
Fe ₂ O ₃	0,85
Verlust H ₂ O u. CO ₂	5,01

Die durch Behandlung mit Schwefelsäure in Freiheit gesetzte Kieselsäure wurde nicht bestimmt.

K. Dalmer berechnet, daß aus dem Feldspat 24% SiO₂ und 7% K₂O weggeführt wurden.

Die Bildung des Minerals „Neolith“ wird von Th. Scheerer auf eine Umwandlung aus Orthoklas zurückgeführt (vgl. Bd. II, S. 383).

Die Umwandlung in *Analcim* wird durch Th. Scheerer¹⁾ beschrieben. Ein als Pseudomorphose nach Orthoklas erscheinender *Analcim* hatte folgende Zusammensetzung:

	28.
Na ₂ O	12,96
MgO	0,27
CaO	0,35
Al ₂ O ₃	22,88
Fe ₂ O ₃	0,14
SiO ₂	55,31
H ₂ O	8,18
	100,09

¹⁾ A. Phillips, Journ. chem. Soc. [2], 13, 684 (1875).

Umwandlung in Kaolin. Über die Kaolinisierung des Orthoklases existieren außer wenigen älteren Analysen auch einige neuere. Über die Kaolinbildung aus Orthoklas vgl. auch H. Stremme, S. 74. Die ältere allgemeine Ansicht, daß Kohlensäure die Umwandlung zu Kaolin herbeiführe, wurde eine Zeitlang verlassen, da man verschiedene Säuren, wie Schwefelsäure, Borsäure, Salz- und Flußsäure in Anspruch nahm, und die sog. postvulkanischen Erscheinungen als zur Kaolinbildung nötig ansah (vgl. auch H. Stremme, Genesis des Kaolins in der Literatur S. 130. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei auf diese Stelle hingewiesen).

Die Umwandlung des Orthoklases in Kaolin durch den bekannten kalten Sauerling von Gießhübel haben C. Gagel und H. Stremme nachgewiesen. Ferner bildet sich, wie F. Teller nachgewiesen hat, Kaolin aus Orthoklas in der Karlsbader Thermalspalte. Die Zusammensetzung der Gießhübeler Quelle, sowie der Karlsbader Thermen haben C. Gagel und H. Stremme tabellarisch gegeben.

Hier einige Analysen von zersetzten kaolinisierten Orthoklasen:

	29.	30.	31.	32.
Na ₂ O	} 4,07	8,59	—	—
K ₂ O				
MgO	0,39	0,96	—	—
CaO	1,10	—	—	—
FeO	0,19	5,39	—	—
Al ₂ O ₃	31,88	30,34	45,34	45,83
Fe ₂ O ₃	4,82	—	0,95	—
SiO ₂	57,54	54,72	53,31	54,17
H ₂ O	(7,10)	(5,78)	(12,76)	(13,90)

29. Zersetzter Orthoklas von Karlsbad; anal. C. v. John bei Fr. v. Höchster, Denkschr. Wiener Ak. **39** (1878).

30. Zersetzter Orthoklas von Karlsbad; anal. Crasso, Pogg. Ann. **49**, 385 (1842).

31. Feldspatrest von Gießhübel; anal. H. Stremme, ZB. Min. etc. 1909, 469.

32. Berechnet nach der Kaolinzusammensetzung, ebenda.

Carius fand *Mesotyp* als Kern eines weißen, durchscheinenden Feldspat enthaltenden Produkts; der Feldspat löste sich in warmer konzentrierter Schwefelsäure vollständig unter Abscheidung von Kieselgallerte.

	33.	34.
Na ₂ O	8,54	} 11,75
K ₂ O	1,75	
MgO	0,82	0,08
CaO	2,55	0,99
Al ₂ O ₃	24,72	26,36
Fe ₂ O ₃	0,22	1,64
SiO ₂	60,26	46,08
H ₂ O	—	13,10
	98,86	100,00

33. u. 34. Anal. Carius in Blums Pseudomorphosen III, 109.

Pseudomorphosen von *Zinnerz* nach Orthoklas. Solche wurden von R. Blum,¹⁾ G. Tschermak,²⁾ Th. Kjerulf³⁾ u. a. beschrieben. Das *Zinnerz* ist mit Quarz gemengt. Auch Turmalin tritt manchmal hinzu. A. Breithaupt war der Ansicht, daß zuerst eine Umwandlung in Kaolin vor sich geht, und daß dann das *Zinnerz* sich in Hohlräumen, welche der ausgelaugte Kaolin bildet, absetzt.

Pseudomorphosen nach Orthoklas von Huel-Coates, bestehen aus glimmerartigen Blättchen, Partikeln von Quarz und *Zinnerz*. Es liegen zweierlei Umwandlungsprodukte vor, glimmerreiche (mit Quarz) und zinnarme einerseits (Analysen Nr. 35 und 36), solche welche hauptsächlich aus *Zinnerz* bestehen, andererseits (Analysen Nr. 37 und 38).⁴⁾

Folgende Analysen liegen vor:

	35.	36.	37.	38.
δ	2,56		5,22	
Na ₂ O	0,38	0,41	Spur	Spur
K ₂ O	1,84	1,81	0,79	0,73
MgO	0,63	0,76	0,23	0,20
CaO	1,36	1,49	0,22	0,25
MnO	1,60	1,45	0,97	0,86
Al ₂ O ₃	34,69	34,85	9,09	9,21
Fe ₂ O ₃	5,50	5,38	2,68	2,60
SiO ₂	49,99	49,85	14,68	14,76
SnO ₂	Spur	Spur	70,74	70,52
Gebund. H ₂ O	0,70	0,76	0,25	0,25
Hygrosk. H ₂ O	2,82	2,92	0,47	0,47
	99,51	99,68	100,12	99,85

Anhangsweise seien hier noch einige Analysen von zersetzten Feldspaten angeführt, welche Gemenge von Natron- und Kalifeldspat sind. Diese wurden nach dem spezifischen Gewicht durch Jodkaliumquecksilberlösung voneinander aus dem Gestein getrennt. Einige entsprechen einem Albit, andere mehr dem Orthoklas; doch dürften stets Gemenge vorgelegen sein. Großen Wert besitzen daher die Analysen nicht, dies um so mehr, als verabsäumt wurde, den Glühverlust zu bestimmen.

Zersetzte Feldspate mit vorwiegend Natriumaluminiumsilicat sind folgende:

	39.	40.	41.	42.
δ	2,641	2,637	2,619	2,560
Na ₂ O	4,63	5,31	7,41	5,78
K ₂ O	1,68	2,80	2,31	5,97
MgO	Spur	Spur	Spur	Spur
CaO	1,35	1,86	1,79	1,57
Al ₂ O ₃	14,14	15,92	23,07	23,20
SiO ₂	77,74	74,03	65,99	63,34
	99,54	99,92	100,57	99,86

¹⁾ R. Blum, Pseudomorphosen III, 236 [vgl. J. Roth, Chem. Geol. 1, 313 (1897)].
²⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 49, 434 (1864); siehe auch A. Breithaupt, Paragenesis 121.

³⁾ Th. Kjerulf, nach J. Roth, l. c. 312. Siehe dort weitere ältere Literatur.

⁴⁾ Analyse 35 bei J. Roth unrichtig (Allg. chem. Geol. 1879, 314).

Kalifeldspate sind folgende:	43.	44.	45.	46.
δ	2,614	2,599	2,540	2,508
Na_2O	7,34	3,324	4,920	5,767
K_2O	9,55	11,217	10,060	13,099
MgO	Spur	Spur	Spur	0,120
CaO	1,53	0,535	4,001	0,382
Al_2O_3	19,90	22,410	20,072	19,682
SiO_2	62,48	62,899	61,355	60,805
	100,80	100,385	100,408	99,855

39. bis 46. Aus Granit von Epprechtstein (Fichtelgeb.); anal. M. Lublin, Inaug.-Diss. Erlangen, 1907; N. JB. Min. etc. 1908, II, 173.

L. Hezner¹⁾ analysierte eine Pseudomorphose nach Orthoklas aus Tirschenreuter Granit. Die Substanz ist seladonitartig, besteht aber aus Chlorit und feinsten Schüppchen, welche eher als Sericit, denn als Kaolin zu deuten sind. Die Analyse ergab:

δ	47.	2,55
Na_2O		0,65
K_2O		5,95
MgO		6,41
CaO		0,54
MnO		0,02
FeO		1,18
Al_2O_3		21,88
Fe_2O_3		3,57
SiO_2		54,80
TiO_2		Spur
P_2O_5		0,20
H_2O		5,38

Umwandlung von Mikroklin in Albit und Grad der Stabilität von Orthoklas (Mikroklin). Das häufig beobachtete Vorkommen von Albit in Mikroklinkristallen wird auf eine Umwandlung des Mikroklin in Albit zurückgeführt, oder auf sogenannte Entmischung, während der Entstehung.

J. de Lapparent²⁾ hat sich mit der Umwandlung des Mikroklin beschäftigt, besonders in granitischen Gesteinen und Porphyroiden. Der Mikroklin wird in diesen korrodiert und in Albit umgewandelt, wahrscheinlich infolge einer molekularen Verdrängung des Kalis durch Natron. Durch Gesteinsanalysen wird dies von J. de Lapparent wahrscheinlich gemacht.

Häufig beobachtet man auch Schalen von Albit nach Orthoklaskern und von Oligoklas auf Orthoklaskern (E. A. Wülfing).³⁾

Was die Stabilität der beiden Varietäten Orthoklas und Mikroklin anbelangt, so haben Ch. Lory u. L. Cayeux Neubildungen von Kalifeldspat in Jurakalken und Kreide des Pariser Tertiärbeckens konstatiert, welche nach F. Grandjean⁴⁾ nicht, wie bisher angenommen, dem Orthoklas, sondern dem Mikroklin angehören. A. Johnsen⁵⁾ schließt daraus, daß bei der gewöhnlichen Temperatur der Erdoberfläche der Mikroklin die stabilere Art des Kalifeldspats sei.

¹⁾ L. Hezner, ZB. Min. etc. 1914, 607.

²⁾ J. de Lapparent, Bull. Soc. min. **32**, 249 (1909).

³⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Physiogr. (Stuttgart 1905), I, 2, 307.

⁴⁾ F. Grandjean, C. R. **148**, 723 (1908).

⁵⁾ A. Johnsen, N. JB. Min. etc. 1913, I, 249.

Künstliche Umwandlung.

Versuche rühren vor allem wieder von J. Lemberg¹⁾ her. Es wurde Kalifeldspat durch KCl und auch durch Kalilauge umgewandelt. Weitere Versuche wurden mit Kaliumcarbonat, andere mit Natroncarbonat und mit Natronlauge ausgeführt.

	1.	2.
K ₂ O	23,84	24,38
CaO	0,37	—
Al ₂ O ₃	27,10	28,02
SiO ₂	33,26	31,85
KCl	7,00	7,80
H ₂ O	8,22	6,25
	99,79	98,30

1. Zu Glas geschmolzener Orthoklas von Striegau mit KOH-Lauge von 25^o/₀, worin Chlorkalium gelöst war, bei 100^o durch zwei Monate behandelt.

2. Adular mit 20^o/₀ iger KOH-Lauge und Chlorkalium durch sieben Monate bei 100^o behandelt.

	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O	14,14	0,85	14,38	0,42
K ₂ O	—	19,57	—	20,24
BaO	1,06	1,05	0,88	0,80
Al ₂ O ₃	23,64	24,40	24,71	25,15
SiO ₂	53,11	53,30	51,71	52,33
H ₂ O	8,05	0,81	8,32	1,06
	100,00	99,98	100,00	100,00

3. Sanidin von Wehr (siehe Anal. Nr. 201), durch zwei Monate mit einer bei 19^o gesättigten Lösung von Natriumcarbonat, welcher 0,8^o/₀ NaOH zugegeben war, bei 100^o digeriert.

Es waren 27^o/₀ des Sanidins unverändert geblieben und gibt die Analyse hier und auch bei den nächstfolgenden Versuchen nur die Zusammensetzung des löslichen Teils.

4. Nr. 3 einen Monat bei 100^o mit K₂CO₃-Lösung behandelt.

5. Sanidin von Wehr durch sechs Monate mit einer bei 18^o gesättigten Na₂CO₃-Lösung, welcher 0,4^o/₀ NaOH zugegeben war, digeriert. Es waren 11^o/₀ des Sanidins ungelöst.

6. Das Produkt Nr. 5 einen Monat mit K₂CO₃-Lösung behandelt.

Die Silicate 3 und 5 zeigen eine dem Analcim ähnliche Zusammensetzung, sind jedoch etwas basischer, so daß wohl ein Gemenge vorliegen dürfte.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Na ₂ O	3,13	6,40	10,94	4,52	8,20	10,04
K ₂ O	11,61	7,85	3,12	9,31	0,54	0,44
BaO	1,34	1,26	1,07	0,56	—	—
CaO	—	—	—	—	0,28	0,40
Al ₂ O ₃	19,20	19,81	20,28	19,35	14,62	17,67
SiO ₂	64,55	61,27	58,35	65,23	38,26	44,25
H ₂ O	0,17	3,41	6,24	0,27	5,12	6,52
In HCl unlösl.	—	—	—	0,76	33,15	21,30
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,17	100,62

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 35, 602 (1883).

7. Sanidin von Wehr.
 8. Derselbe durch 14 Monate mit Na_2CO_3 -Lösung bei 100° behandelt.
 9. Ebenso durch 28 Monate.
 10. Sanidinanalyse vom Drachenfels.
 11. Derselbe durch 28 Monate behandelt. Es bildeten sich kugelige, polyedrische Gebilde, daneben zeigt sich unveränderter Sanidin.
 12. Derselbe Sanidin fünf Stunden lang bei Hellrotglut erhitzt, dann 32 Monate lang wie oben behandelt. Es zeigten sich unter dem Mikroskop neben unveränderten Stücken polyedrische Gebilde, bisweilen an Ikositetraeder erinnernd.

	13.	14.	15.
Na_2O	1,71	14,43	—
K_2O	14,12	—	20,62
Al_2O_3	18,10	24,94	25,04
SiO_2	65,86	52,42	53,42
H_2O	0,21	8,21	0,92
	100,00	100,00	100,00

13. Adular vom St. Gotthard.
 14. Derselbe durch einen Monat mit Na_2CO_3 -Lösung behandelt.
 15. Derselbe sechs Monate lang mit derselben Na_2CO_3 -Lösung wie bei Sanidin, welcher $0,4\%$ NaOH beigegeben war, behandelt, es war keine Veränderung zu beobachten.

	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Na_2O	5,09	8,14	2,76	3,59	3,61	5,44
K_2O	9,48	6,13	12,63	0,37	0,38	0,52
CaO	0,10	0,12	0,23	—	—	—
Al_2O_3	19,43	20,59	18,52	6,56	6,30	10,30
SiO_2	64,03	61,18	65,58	17,73	17,33	25,90
H_2O	1,87	3,84	0,28	2,27	2,30	3,50
In HCl unlösl.	—	—	—	69,41	70,15	53,65
	100,00	100,00	100,00	99,93	100,07	99,31

16. Adular.
 17. Derselbe zuerst bei Hellrotglut geglüht, dann 32 Monate bei 100° mit Na_2CO_3 -Lösung behandelt.
 18. Orthoklas von Striegau.
 19. Derselbe, wie oben 32 Monate lang behandelt.
 20. Derselbe erst bei Hellrotglut geglüht, dann 32 Monate lang behandelt. Es zeigten sich kugelige Gebilde.
 21. Der aus dem Buchit abgetrennte Orthoklas 25 Monate lang behandelt. Bei den drei letzten Analysen haben wir nur die Zusammensetzung des löslichen Anteils.

Synthese.

Darstellung aus Schmelzfluß. Der Orthoklas erstarrt auch bei langsamer Abkühlung nur glasig, weil die Kristallisationsgeschwindigkeit dieses Silicats derart gering ist, daß sich Kristalle nicht bilden können; wir haben dieselben Verhältnisse wie bei Albit (vgl. S. 401).

P. Hautefeuille¹⁾ hat zuerst den Orthoklas aus Schmelzfluß dargestellt, Wolframsäure gebrauchte er als Kristallisor. Es ist wahrscheinlich, daß die Einwirkung der Wolframsäure, bzw. der Wolframate eine Viskositätsverminderung ist und daß durch diesen Zusatz sowohl die Kristallisationsgeschwindigkeit als auch die Kernzahl wächst, wie dies auch bei Albit der Fall sein dürfte. Jedenfalls wird die Erstarrungstemperatur durch den Zusatz dieses Kristallisators erniedrigt und es wächst dadurch seine Stabilität, welche bei hohen Temperaturen geringer ist.

P. Hautefeuille schmolz ein Gemenge von Wolframsäure und eines Kaliumaluminiumsilicats mit hohem Alkaligehalt bei 900—1000°. Es bildete sich zuerst ein Gemenge von Kalifeldspat und eines triklinen Kaliumaluminiumsilicats mit Tridymit. Durch sehr lange Ausdehnung der Erhitzung (bis 20 Tage) verschwand allmählich sowohl der Tridymit als auch das letztgenannte Silicat. Es verblieben Orthoklas und Wolframsäure. Nach Auswaschen der Wolframsäure verblieben Kalifeldspatkristalle, welche kristallographisch bestimmbar waren. Die Flächen sind (110), (001) und (101); der Winkel von (110):(001) ist 67° 35' bis 67° 52'. Der Winkel (001):(101) ist 50°. Zwillinge sind selten. Bei 900° bildeten sich säulenförmige Kristalle, bei denen (101) klein war; auch (441) wurde beobachtet. Bei 1000° erhielt P. Hautefeuille Prismen mit spitzen Endigungen. Über 1000° erhielt er keine Kristalle. Dies würde andeuten, daß die Orthoklase über dieser Temperatur nicht mehr stabil sind. Die optischen Achsen hatten die Lage wie in den natürlichen Kristallen.

Die Analyse ergab:

δ	. . . . .	2,55
Na_2O}	. . . . .	0,73
K_2O}	. . . . .	15,07
Al_2O_3	. . . . .	18,69
SiO_2	. . . . .	64,77
		99,26

P. Hautefeuille²⁾ hat dann weiter als Kristallisor Natriumphosphat oder Kaliumphosphat angewandt, wobei er neben Orthoklas noch Tridymit erhielt. Als er etwas Fluorid zusetzte, bildete sich ein Gemenge von Orthoklas mit Quarz. In letzterem Fall hatte der Feldspat den Habitus des Adulars; er war nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingt und ähnelte den künstlichen Kristallen der Hochöfen von Sangerhausen. P. Hautefeuille³⁾ glaubt, daß bei diesen Versuchen sich bei 800° ein Fluorphosphat bildete, wobei dieses die Tiegelwände angriff. Er hat auch bei einem einschlägigen Versuch, bei welchem die Temperatur 700° betrug und bei welchem saures Kaliphosphat, Kieselsäure und Tonerde zusammengeschmolzen waren, welche dann mit $\frac{1}{10}$ Kieselfluorkalium und Porzellanbruchstücken erhitzt wurden, Orthoklaskristalle auf dem Porzellan durch Sublimation erhalten.

St. Meunier⁴⁾ hatte seinerseits Versuche ausgeführt, bei welchen er natürliche Gläser entglasen ließ. Nach F. Fouqué und A. Michel-Lévy, läge jedoch kein Feldspat vor.

¹⁾ P. Hautefeuille, C. R. **85**, 952 (1877).

²⁾ P. Hautefeuille, C. R. **90**, 830 (1880).

³⁾ P. Hautefeuille, C. R. **83**, 616 (1876).

⁴⁾ St. Meunier, C. R. **90**, 1009 (1880).

Ferner hat derselbe Forscher bei hoher Temperatur Chlorsilicium auf einen mit Ätzkali imprägnierten Aluminiumdraht einwirken lassen und glaubte dabei Orthoklas erhalten zu haben, was jedoch nach F. Fouqué und A. Michel-Lévy¹⁾ nicht sichergestellt ist.

Andererseits hat A. Brun durch Entglasung von Orthoklasglas bei Einwirkung von Fluordämpfen Orthoklas erhalten.

Orthoklasbildung in künstlichen Gesteinen. Bei den Versuchen, künstliche Gesteine zu erzeugen, welche F. Fouqué und A. Michel-Lévy²⁾ unternahmen, bildete sich nur Plagioklas, aber kein Kalifeldspat. Auch A. Ötling³⁾ erhielt nur Plagioklas, ebenso erhielt K. Bauer⁴⁾ bei Umschmelzung von Granit und von Vesuvlava auffallenderweise nur diesen Feldspat, wohl aber Orthoklas bei der Umschmelzung von Diorit mit verschiedenen Schmelzmitteln.

K. Schmutz⁵⁾ erhielt neben Plagioklas auch Orthoklas, als er Leucitit mit Chlornatrium zusammenschmolz. Ebenso erhielt er Plagioklas und Orthoklas, als er Granit mit Chlornatrium und Kaliumwolframat zusammenschmolz.

Auch J. Morozewicz⁶⁾ erhielt bei verschiedenen Versuchen, bei welchen er Mischungen, welche die Zusammensetzung saurer trachytischer Gesteine hatten, keinen Orthoklas, wohl aber gelang es ihm einen künstlichen Liparit herzustellen, welcher Quarz, Sanidin und Biotit enthielt. Es wurden 300 g Liparitmischung mit 3 g Wolframsäure zusammengeschmolzen und 14 Tage lang bei 800—1000° erhalten.

Bildung auf nassem Wege. Ch. Friedel und A. Sarasin⁷⁾ haben in ähnlicher Weise wie den Albit auch den Orthoklas erhalten. Sie arbeiteten in ihrer Eisenröhre (vgl. Bd. I, S. 616) bei einer Temperatur von zirka 500° unter Druck. Zuerst stellten sie ein Tonerdesilicat aus Chloraluminium und Kaliumsilicat dar. Dazu gaben sie Kaliumsilicat und eine kleine Menge Ätzkali, sowie Wasser. Es wurde durch 36 Stunden erhitzt. Der kristalline neugebildete Niederschlag wurde mit Königswasser gewaschen, schließlich mit Wasser.

Die kleinen Kristalle zeigen gerundete Kanten. Das spezifische Gewicht war das des Orthoklases. Die Analyse ergab:

K ₂ O	14,4
Al ₂ O ₃	15,6
SiO ₂	(70,3)
	100,3

Außerdem hatte sich etwas Quarz gebildet, bei Anwendung der höchsten Temperatur dagegen Tridymit.

In einer weiteren⁸⁾ Versuchsreihe erhielten sie die drei wichtigsten Kristalltrachten des Kalifeldspats, adularähnliche mit herrschendem (010), dem Orthoklas der Granite ähnlich mit vorherrschendem Prisma nach der Klinodiagonale und sanidinähnliche nach der Vertikalen gestreckt.

¹⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, *Synthèse des minér. et roches* (Paris 1882), 138.

²⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, ebenda, 56.

³⁾ A. Ötling, *Tsch. min. Mit.* **17** (1887).

⁴⁾ K. Bauer, *N. JB. Min. etc. Beil.-Bd.* **12** (1899).

⁵⁾ K. Schmutz, *N. JB. Min. etc.* 1897, II, 124.

⁶⁾ J. Morozewicz, *Tsch. min. Mit.* **18**, 163 (1899).

⁷⁾ Ch. Friedel u. A. Sarasin, *Bull. Soc. min.* **2**, 158 (1879).

⁸⁾ Ch. Friedel u. A. Sarasin, ebenda, **4**, 171 (1881).

Die Winkel zeigen keine bedeutenden Abweichungen von denen der natürlichen Kristalle. Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetz wurden beobachtet.

Außer dem Orthoklas bildete sich ein wasserhaltiges rhombisches Silicat, Kaliumsilicat, leicht schmelzbar und schwer durch Salzsäure angreifbar.

Ferner erhielten Ch. u. G. Friedel¹⁾ aus Muscovit, welcher mit Kaliumsilicatlösung behandelt worden war, sanidinähnliche Kristalle, welche die Flächen (010), (110) und ($1\bar{1}0$) zeigten (Fig. 10).

Über diese Arbeiten, sowie neuere von J. Königsberger und Wolf, J. Müller, dann von E. Baur u. a., siehe S. 556 den Aufsatz von Prof. E. Baur. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei auf diesen hingewiesen.

Orthoklas als Hochofenprodukt. Schon seit langer Zeit ist Kalifeldspat als Hochofenprodukt bekannt. So konnte J. F. L. Hausmann²⁾ ihn von der

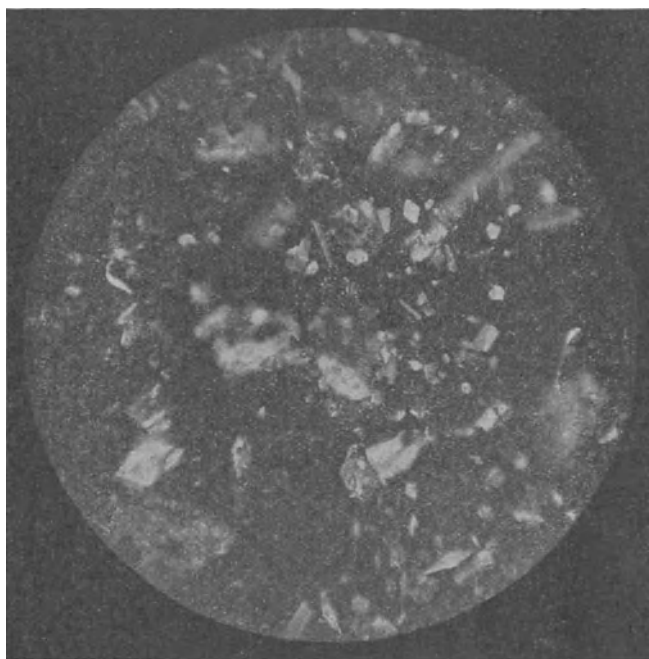


Fig. 10.

Sangerhäuser Hütte schon von 1819. Im Jahre 1834 wurde er wieder dort beobachtet, ferner auf der Kreuzhütte bei Laimbach und im Hochofen zu Josephshütte bei Stolberg (Westfalen). Man fand ihn in Begleitung von künstlicher Zinkblende und von dichter graphitischer Kohle im Hochofen über der Form und in Ritzen der Gestellsteine. Darüber berichtete C. Kersten.³⁾ Die Sangerhauser Feldspate sind vom Adulartypus und zeigen das Prisma, welches einen Winkel von $118^{\circ} 48'$ bildet, dann das Klinopinakoid und die

¹⁾ Ch. u. G. Friedel, ebenda, **13**, 129 (1890).

²⁾ J. F. L. Hausmann, Miner. 1847, 631 und Beitr. zur metallurg. Krystallkunde 42. Siehe auch A. Gurlt, die pyrogeneten Mineralien (Freiberg 1857), 77.

³⁾ C. Kersten, Pogg. Ann. **33**, 336 (1834); N. JB. Min. etc. 1835, 30.

Basis. Die Kristalle wurden von A. Breithaupt¹⁾ untersucht. Die Dichte war 2,541. Später wurden sie von G. vom Rath²⁾ untersucht, dann von E. Weiss.³⁾ Die Stollberger Kristalle zeigen außer jenen Flächen noch (100) und (130), auch Zwillinge nach (001) wurden beschrieben.

Ferner wurden Kristalle von F. Zincken⁴⁾ im Hochofen von Rotleberode beschrieben. Prechtl⁵⁾ beobachtete in einer geschmolzenen Glasmasse, welcher viel Feldspat zugesetzt worden war, große deutliche Kristalle.

Folgende Analysen dieser Hochofenfeldspäte liegen vor:

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O . . .	—	} 10,466	0,65	0,65
K ₂ O . . .	13,47		15,26	12,49
MgO . . .	—	—	0,34	0,54
CaO . . .	1,33	4,282	0,34	0,43
MnO . . .	—	Spur	0,36	—
CuO . . .	0,267	0,128	0,30	—
Al ₂ O ₃ . . .	19,20	18,501	16,84	} 20,04
Fe ₂ O ₃ . . .	1,20	0,685	0,88	
SiO ₂ . . .	64,533	65,953	65,03	63,96
	100,000	100,015	100,00	98,11

1. u. 2. Kristalle von Sangerhausen; anal. Heine, Pogg. Ann. **34**, 531 (1835).

3. Von ebenda; anal. H. Abich, N. JB. Min. etc. 1842, 603.

4. Von der Kreuzhütte bei Laimbach; anal. C. F. Rammelsberg, Metallurgie, 1850, 253 und Kryst. Chemie 266.

Appert und J. Henrivaux⁶⁾ glaubten im Handelsglas Feldspatmikrolithe zu finden, als sie dieses Glas durch längere Zeit nahe dem Schmelzpunkt erhitzen.

Andere Angaben sind weniger zuverlässig.

Zufällige Bildung auf nassem Wege. G. A. Daubrée⁷⁾ fand, daß bei der Einwirkung von Mineralwasser von Plombières auf Kaolin sich unter Druck und bei Einwirkung erhöhter Temperatur Orthoklas bildet.

Eisenfeldspat. P. Hautefeuille und A. Perrey⁸⁾ gelang es, das Aluminium des Kalifeldspats durch Eisen zu ersetzen. Sie verwendeten eine Mischung von 18 Teilen Kieselsäure und 8 Teilen Eisenoxyd, welche mit 28 Teilen von neutralem Kalivanadat und 10 Teilen Salpeter bei 700° zusammengeschmolzen wurden.

Außer einem Eisenleucit (vgl. S. 472) bildete sich auch ein Feldspat, welcher in seiner Zusammensetzung die Formel $KFeSi_3O_8$ ergab und welcher folgende Flächen zeigte: (001), (110), (010), (10 $\bar{1}$), (20 $\bar{1}$), (201), (44 $\bar{1}$). Der Winkel (110):(1 $\bar{1}$ 0) war 61,2°; der Winkel von (110):(001) war 67,16°. Fast alle Kristalle waren Zwillinge, teils nach dem Karlsbader-, teils nach dem Manebacher-, oder auch nach dem Bavenoer-Gesetz. Die Stärke der

¹⁾ A. Breithaupt, N. JB. Min. etc. 1836, 47.

²⁾ G. vom Rath, Pogg. Ann. **138**, 540 (1869).

³⁾ E. Weiss, Feldspatbildung 1866, 97.

⁴⁾ F. Zincken, Der Bergwerksfreund **10**, 15.

⁵⁾ Prechtl, Liebig-Kopp, Jahresber. 1847/48, 1171.

⁶⁾ Appert u. J. Henrivaux, C. R. **109**, 827 (1889).

⁷⁾ G. A. Daubrée, Ann. mines **12**, 203 (1851).

⁸⁾ P. Hautefeuille u. A. Perrey, C. R. **107**, 1150 (1888); Z. Kryst. **18**, 329 (1891).

Doppelbrechung war 0,0078. Die Elastizitätsachse a und die Ebene der optischen Achsen waren parallel zu (010). Ersterer bildet in Schlifflen nach (010) einen Winkel von $7-8^\circ$ mit der Kante (001), (010).

Genesis und Stabilitätsfeld des Orthoklases.

Betrachtet man die Orthoklasausscheidung aus Schmelzfluß, so ergibt sich, daß aus seiner reinen Schmelze der Orthoklas sich nicht ausscheidet, jedoch wohl nur infolge seiner sehr geringen Kristallisationsgeschwindigkeit in der äußerst viskosen Schmelze. Obgleich eine Messung der Viskosität nicht ausführbar war, zeigen doch Versuche, welche ich ausführte, daß noch nach Schmelzbeginn die Viskosität einen äußerst bedeutenden Wert besitzt.

Wir sahen, daß die viskositätvermindernde Wolframsäure die Kristallisation ermöglicht, eine Eigenschaft, welche aber auch andere viskositätvermindernde Zusätze besitzen. Diese Zusätze setzen die Erstarrungstemperatur herab und es ist Orthoklas bei diesen niederen Temperaturen stabiler.

Im Schmelzfluß beobachtet man, daß aus einer Leucit-schmelze Orthoklas sich bildet. Auf Beziehungen zwischen Leucit und Orthoklas hat schon J. Lemberg¹⁾ aufmerksam gemacht. Er glaubt namentlich an einen Einfluß des Druckes, da er die Unbeständigkeit des Leucitmoleküls unter hohem Druck annimmt. Es entsteht seiner Ansicht nach aus Leucit Orthoklas und Nephelin; diese sollen bei hohem Druck stabiler sein.

In wäßrigen Lösungen entsteht nach den Versuchen von E. Baur aus einer Lösung von Kieselsäure und Kaliumaluminat nur Quarz, während Ch. und G. Friedel bei ähnlichen Versuchen keinen Quarz, sondern Orthoklas erhielten. Letztere hatten eine verdünntere wäßrige Lösung angewandt. Zur Orthoklasbildung muß eine Lösung von $KAlO_2$ im Überschuß vorhanden sein, damit durch Massenwirkung Orthoklas sich bilden kann.

Um zu erproben, ob Orthoklas aus seiner Lösung darstellbar sei, machte ich²⁾ eine Mischung von Kalihydrat, Kieselsäurehydrat und Tonerdehydrat entsprechend 4 g $KAlSi_3O_8$, welche bei 400° mit 45 ccm H_2O erhitzt wurde. Da bildete sich kein Quarz, sondern Blättchen und Leisten, welche mit Orthoklas sehr große Ähnlichkeit hatten.

Im allgemeinen scheint die Orthoklasbildung in verdünnten Lösungen begünstigt zu werden, gegenüber der Quarzbildung.

Was die untere Temperaturgrenze, bei welcher Orthoklas sich bildet, anbelangt, so läßt sich eine Temperatur nicht angeben. Bei gewöhnlicher Temperatur dürfte sich dieses Silicat nicht bilden, auch die aufgewachsenen Adulare nicht. Immerhin wird man keine zu hohen Temperaturen für diese annehmen können; die Werte werden von verschiedenen Autoren sehr verschieden angegeben. Ich nahm seinerzeit $100-370^\circ$ für solche Orthoklase an.

Da Leucit sich, wie die Versuche von Ch. und G. Friedel beweisen, auch aus Lösungen bilden kann, so entsteht die Frage, welche Bedingungen (außer der Zusammensetzung der Lösung) nötig sind, um das eine oder das andere der beiden Silicate zu bilden. Die eben genannten Forscher erhielten nämlich aus einer Lösung, welche der Leucitzusammensetzung entsprach, Orthoklas. Außer der Temperatur könnte hier, wie E. Baur richtig bemerkt,

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 635 (1888).

²⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **25**, 92 (1906).

auch die Abkühlungsgeschwindigkeit von Einfluß sein, so daß sich bei rascher Abkühlung eher Leucit bildet (vgl. S. 565).

Im allgemeinen kann man sagen, daß sich Orthoklas bei ziemlich niedrigen Temperaturen aus Lösungen bilden kann. Aus Schmelzfluß wird er sich unter dem Einfluß der viskositätvermindernden Kristallisatoren bei nicht zu hoher Temperatur aus einer Schmelze, welche seine Bestandteile enthält, leicht bilden können.

Aus Lösungen scheint seine Stabilität gegenüber der des Leucits, wie die Pseudomorphosen beweisen (vgl. S. 473), zu wachsen.

Zur Beurteilung der unteren Temperaturgrenze ist besonders auch das Vorkommen wichtig. Im Pariser Becken werden von L. Cayeux und auch von Ch. Lory neogene Feldspate aus Jurakalken und Kreiden erwähnt (vgl. S. 548). Diese dürften sich wohl bei niedrigerer Temperatur gebildet haben, so daß man annehmen kann, daß Orthoklas bei einer Temperatur von vielleicht 100° sich bilden kann. Die Drusenmineralien der Granite dürften sich jedoch nach J. Königsberger bei höherer Temperatur gebildet haben (vgl. Bd. II, Abt. 1, S. 29 ff.). Für die Orthoklase der Marmore müßte man ebenfalls eine höhere Temperatur annehmen.

Auch das nachträgliche Wachsen von Feldspaten in Sandsteinen, welches nach Ch. R. van Hise¹⁾ im Sandstein von Eagle Harbor (Michigan) beobachtet wurde, würde für niedere Temperatur sprechen.

Orthoklas tritt auch als Pseudomorphose nach anderen Mineralien, wie Granat, Korund auf, wobei jedoch die Bildungstemperatur sich nicht bestimmen läßt.

Rubidium- und Cäsiumfeldspat.

W. Vernadsky hat, wie S. 528 berichtet wurde, Rb, Cs, sowie Li in Feldspaten nachgewiesen. Er konnte auch Rubidiumfeldspate ohne Kalium aus Schmelzfluß darstellen. Über Gehalt dieser Elemente nach Untersuchungen von Ph. Barbier im Orthoklas siehe S. 527.

E. Dittler stellte aus Schmelzfluß Orthoklase her, welche merkliche Mengen von Rubidium, Cäsium und auch Lithium enthielten (vgl. darüber S. 528).

Bildung der Feldspate aus wäßrigen Lösungen bei hohem Druck.

Von Emil Baur (Zürich).

Da die Feldspate die verbreitetsten gesteinsbildenden Mineralien sind — ihre Menge macht an 60% der Eruptivgesteine aus —, so ist die Frage nach ihrer Entstehung wohl die wichtigste Einzelfrage der Petrogenese. Problematisch erscheint zunächst die Genesis der Alkalifeldspate, weil deren Schmelzen nicht kristallinisch, sondern glasig erstarren. Man ist deswegen genötigt, bei der Bildung der sauren Tiefengesteine nach der Wirksamkeit von Umständen zu suchen, die die Entstehung jener Gläser ausschließen. Es gilt dies um so mehr, als auch der Quarz sich ebenso wie die Alkalifeldspate verhält. Aber

¹⁾ Ch. R. van Hise, Am. Journ. [3], 27, 161; Z. Kryst. 10, 318 (1885).

auch der Kalkfeldspat, Anorthit, sowie die kalkreicheren Kalknatronfeldspate, die zwar aus ihren Schmelzen kristallisieren,¹⁾ dürften in basischen Tiefengesteinen unter ähnlichen Bedingungen entstanden sein, wie die sauren Tiefengesteine.

Einen ersten Hinweis auf die fraglichen Bedingungen liefert die petrographische Tatsache der mangelnden Frittung am Rande eruptiver Tiefenmassive. Die Temperatur ihrer Kristallisation kann daher nicht so hoch angenommen werden, als die der Erstarrung der vulkanischen Ergußgesteine und der Laven. Für die Feldspate des Granits lassen sich neuerdings schon ganz exakte Angaben machen. Die Feldspate kommen daselbst neben β -Quarz vor, dessen Existenz nach oben durch die Umwandlung in Tridymit bei 800°, nach unten durch diejenige in α -Quarz bei 575° begrenzt ist.²⁾ Hierdurch wird der Kristallisation des Orthoklas, die beim Granit derjenigen des Quarzes vorangeht, ein ähnliches Temperaturgebiet angewiesen.

Zur Herabsetzung der Erstarrungstemperaturen der Silicatschmelzen auf so niedrige Werte ist es nötig, daß die Schmelze gewisse, sehr niedrig schmelzende und entsprechend flüchtige Stoffe enthalte. Noch mehr gilt dies für die Mineralbildung im Kontakthof, auf Pegmatitgängen und an Klüften eines eruptiven Massivs. Dort muß noch tiefere Temperatur geherrscht haben. Findet sich, wie in Pegmatiten, α -Quarz vor, so können wir sogar hinzufügen, daß die Bildungstemperatur unterhalb 575° gelegen war.

Fragt man nun nach der Natur des maßgebendsten flüchtigen Bestandteils der Magmen der Tiefengesteine, so läßt sich alsbald erraten, daß es das Wasser ist. Unter den Gründen dafür sind die entscheidenden: der Wassergehalt vieler zum primären Mineralbestand der Tiefengesteine gehörenden Mineralien, der Wassergehalt der Obsidiane und wäßrige Lösungen als Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz.³⁾

Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, sind eine Reihe von Versuchen unternommen worden, um die Einwirkung des Wassers in der Nähe seiner kritischen Temperatur und darüber hinaus auf Silicatsubstanz zu erforschen. Sie hatten das Ergebnis, daß in der Tat Kristallisationen von Feldspaten, sowie von Quarz und einer Reihe von Alkalitonsilicaten erhalten wurden, die zur Paragenese der Feldspate gehören. Diese Arbeiten werden, soweit sie in unser Thema fallen, im folgenden besprochen.

I. Die ersten in Betracht kommenden Versuche waren diejenigen von Ch. und G. Friedel und E. Sarasin.⁴⁾ Sie benutzten Stahlrohre von einer Wandstärke von 1 cm und mehr, mit druckfest aufschraubbarem Deckel, einer lichten Weite von 1,5 cm und etwa 200 ccm Hohlraum. Das Rohr war inwendig mit einer ziemlich starken Kupferhülse, die ihrerseits mit Platinblech bekleidet war, gefüttert. Es wurde in einem Gußeisenblock untergebracht, der durch Gasheizung auf bestimmter Temperatur gehalten wurde, die zu etwa 500° angegeben wird. Das Rohr wurde zu zwei Dritteln mit Wasser gefüllt und amorphe Silicatsubstanz hinzugegeben, wie gefällte Kieselsäure und Tonerde, gefälltes Aluminiumsilicat, Natriumsilicat, Kaliumhydroxyd, mit oder ohne

¹⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, *Synthèse des minér.* (Paris 1882).

²⁾ A. L. Day u. Genossen, *Die Kalkkieselreihe der Minerale*. *Tsch. min. Mit.* **26**, 183 (1907). — F. E. Wright u. E. L. Larsen, *Z. anorg. Chem.* **68**, 338 (1910).

³⁾ Vgl. z. B. J. Königsberger u. Wolf Müller, *ZB. Min. etc.* 1906, 72.

⁴⁾ Ch. u. G. Friedel u. E. Sarasin, *C. R.* **92**, 1374 (1881); **97**, 290 (1883); **110**, 1170 (1890); *Bull. Soc. min.* **13**, 129, 182, 233 (1890).

Zusatz zerkleinerter Mineralien, z. B. geraspelten Muscovits. Das Gemisch wurde 14—16 Stunden lang erhitzt, und nach Erkalten die kristallisierten Reaktionsprodukte von amorphen Resten durch Zerreibungen („Levigations“) und durch das Schweben in schweren Flüssigkeiten getrennt. Im Falle der Verwendung geraspelten Muscovits wurde die Dauer der Versuche auf 2—3 Tage verlängert, weil das Mineral vom Wasser nur langsam angegriffen wird. Die Autoren stellten fest, daß es bei Verwendung amorpher Ausgangsstoffe nicht nötig ist, die Versuchsdauer zu verlängern. Vielmehr erfolgen die Kristallisationen rasch und werden durch verlängerte Versuchsdauer nicht weiter verändert. Es gelang den Autoren in ihren Hauptversuchen, von ihren Kristallisationen analysenreines Material herzustellen, so daß sie in der Lage waren, die kristallographische Untersuchung unter dem Mikroskop durch Dichtebestimmung und chemische Analyse zu ergänzen.

Die Hauptergebnisse waren:

1. Ch. Friedel und E. Sarasin 1881. Gefälltes Aluminiumsilicat mit gelöstem Kaliumsilicat und wechselnden Mengen von Kaliumhydroxyd ergab Quarz (daneben bei höherer Temperatur, die allerdings nicht angegeben wird, Tridymit) und Orthoklas. Letzterer zum Teil in mikroskopischen Globuliten vom Aussehen ähnlich wie Gerstenkörner („Grains d'orges“), zum Teil in mikroskopischen, aber meßbaren Kristallen. War weniger Kieselsäure in der Beschickung (Zahlenangaben werden nicht gegeben), so trat der Quarz neben der Feldspatsubstanz zurück.

2. Ch. Friedel und E. Sarasin 1883. Gefälltes Aluminiumsilicat und gelöstes Natriumsilicat im Verhältnis der Zusammensetzung des Albits, erhitzt auf eine Temperatur, „die bei 400° liegen mußte“ („qui devait être voisine de 400°“), ergab Analcim. Dieselbe Mischung mit einem Überschuß von Natriumsilicat — und zwar so viel, als in der Mutterlauge des vorigen Versuchs gefunden wurde —, erhitzt auf 500° ergab Albit. Die größten Kristalle waren 0,1—0,2 mm groß. Neigung zur Globulitbildung wie beim Orthoklas wurde hier nicht bemerkt. Wurde der Beschickung Chlorkalium zugesetzt, so erfolgte neben Albit in mehr oder weniger guter Ausbildung Orthoklas.

3. Ch. und G. Friedel 1890.

a) Muscovit von Moos (Norwegen) mit so viel Kaliumsilicat als nötig, um die Beschickung auf die Zusammensetzung des Leucit zu bringen, ergab nach dreitägiger Erhitzung, nach welcher Zeit nur ein Teil des Glimmers aufgelöst und umgewandelt war, bei 500° schöne Orthoklaskristalle.

b) 1 g des obigen Muscovits mit 0,5 g gefällter Kieselsäure, 0,7 g KOH und etwa 70 g Wasser (von den Autoren nicht unmittelbar angegeben, aber aus ihren sonstigen Angaben zu berechnen), ergab nach zweitägiger Erhitzung auf 500° quadratischen Leucit („Amphigène“). Dasselbe ergab ein weiterer Versuch, in dem amorphe Kieselsäure, Tonerde und Kalihydrat 16 Stunden mit Wasser erhitzt wurden. Die Mutterlauge war nicht alkalisch, die Kristallisation rein und zur chemischen Analyse brauchbar.

c) 6 g des obigen Muscovits, 3 g NaOH und etwa 120 g Wasser („das zwanzigfache Gewicht vom Muscovit“) ergab einen kaliumhaltigen Nephelin in schönen Kristallen von hexagonalen Prismen, die 0,5—0,8 mm lang waren.

d) 6 g des obigen Muscovits, 0,6 g CaO, 4 g CaCl₂ und etwa 120 g Wasser ergaben neben unverändertem Muscovit im Goniometer meßbare und analysenreine Kristalle von Anorthit.

Diese Arbeiten zeigten in sehr schöner Weise, daß unter den Bedingungen der Versuche, die allerdings zum Teil nicht völlig exakt angegeben werden, aus Alkalitonsilicat-Mischungen der Reihe nach Quarz, die Alkalifeldspate und die beiden Feldspatvertreter, Leucit und Nephelin, erhalten werden, wenn man den Alkaligehalt der Mischung mehr und mehr steigert. Wird das Alkali durch viel Kalk ersetzt, so entsteht an Stelle des Nephelins $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{SiO}_2$, der diesem chemisch entsprechende Anorthit $\text{CaAl}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{SiO}_2$. Die hervorragendsten Minerale der eruptiven Tiefengesteine — soweit es sich um Alkalitonsilicate handelt — wurden somit unter Bedingungen dargestellt, die den in der Natur obwaltenden wahrscheinlich nahekommen.

Nach der Seite der tieferen Temperaturen ist diese Untersuchung etwas erweitert worden durch Versuche von K. von Chroustschoff.¹⁾ Er füllte in längliche Glasgefäße von 5 mm Wandstärke und etwa 150 ccm Inhalt eine 10%ige Lösung reiner dialysierter Kieselsäure und fügte dazu etwas gleichfalls dialysierte Tonerde und Kalilauge. Dann wurde das Gefäß zugeschmolzen und in einem Sandbade während mehrerer Monate auf 300° erhitzt. Es wurde erhalten ein Gemenge von Quarzkristallen (0,08 mm lang) mit rautenförmigen Lamellen von Orthoklas, die mit den Präparaten von G. Friedel verglichen und damit identisch befunden wurden.

II. Nach diesen Erfolgen war es nun wohl wünschenswert, die genaueren Grenzen für den Übergang von einem Bodenkörper zum anderen durch vermehrte Versuche festzustellen. Auch durfte man wagen, wenn ein etwas reichlicheres Versuchsmaterial beschafft war, dasselbe durch Anwendung der Theorie der heterogenen Gleichgewichte weiter auszubeuten. An die Bearbeitung dieser Aufgabe trat E. Baur²⁾ 1902 heran.

Er bediente sich eines stählernen Zylinders mit aufschraubbarem Deckel. Die Dichtung ermöglichte ein konischer, mit Graphit zu schmierender Schliff, mit dem der Deckel auf den Zylinder aufgepaßt war. Der Hohlraum der Bombe faßte 150 ccm. Die Bombe wurde in einem Ofen, der geschmolzenes Zink enthielt, eingebettet und auf 520° erhitzt. Die Beschickungen wurden etwa 6 Stunden lang auf dieser Temperatur gehalten, dann im Verlauf von einigen Stunden auf 450° abgekühlt, hierauf wurde die Heizung abgestellt und im Ofen erkalten gelassen.

Von den französischen Autoren wich E. Baur insofern ab, als er mit weniger Wasser arbeitete. Neben amorpher Silicatsubstanz, bestehend aus Mengen von 7—30 g verschiedener Gemische von feinpulveriger Kieselsäure und Kalium- oder Natriumaluminat, kamen jeweils 12 g Wasser zur Verwendung. Dem lag die Anschauung zugrunde, daß in der Bombe schließlich vorhanden sei: ein (oder mehrere) Bodenkörper, deren gesättigte Lösung und deren Dampf. Durch die gesättigte Lösung war der Dampfdruck nach oben hin begrenzt. Mehr Wasser hätte nur die Menge der Bodenkörper auf Kosten der gesättigten Lösung verringert. Nahm man zu wenig Wasser, so verschwand am Ende der Kristallisation die Lösung; d. h. man mußte mehr Kristalle erhalten und weniger amorphen Rest. Unter allen Umständen sollte nach dieser Anschauung die Menge des Wassers auf die Natur der Kristallisation keinen Einfluß ausüben. Auch durfte man annehmen, daß die amorphe, fein verriebene Alkalitonsilicatmischung sich zunächst ohne Rückstand mit dem

¹⁾ K. von Chroustschoff, C. R. **104**, 602 (1887).

²⁾ E. Baur, Z. f. phys. Chem. **42**, 567 (1903).

Wasser zu einer mehr oder weniger zähen Lösung verbände nach Art wasserhaltiger Gläser, wie sie durch Wirkung hochgespannten Wasserdampfes auf gewöhnliches Glas entstehen. Die Zusammensetzung der fixen, amorphen Beschickung war danach zugleich als die Zusammensetzung der Ausgangslösung anzusehen, aus der die Kristallisationen hervorgehen mußten.

In dieser Anschauungsweise steckt die Voraussetzung, daß bei 500° die Gasphase nur Wasser und keine merklichen oder in Betracht kommenden Mengen der fixen Beschickung enthalte. Dies wird man gefühlsmäßig für wahrscheinlich ansprechen. Neuerdings ist diese Annahme jedoch zweifelhaft geworden, worauf weiter unten zurückzukommen sein wird. Für den Augenblick genüge der Hinweis, daß dann — nämlich wenn der Dampf silicathaltig ist — auch die Wassermenge auf die Natur der Bodenkörper von Einfluß wird. Es ist möglich, daß in diesem bisher ungewürdigt gebliebenen Umstande der Grund zu suchen ist für einen sonst unerklärlichen Unterschied zwischen den Versuchsergebnissen Baur's und den Friedel's. Jenem war es nämlich nicht möglich, Leucit und Nephelin zu erhalten. Was in bezug auf die Existenzgrenzen von Orthoklas oder Albit und Quarz E. Baur 1902 ermittelte, können wir übergehen, da es in seiner zweiten Arbeit 1911 erweitert wiederkehrt.

III. E. Baur's experimentelles Verfahren war nicht eigentlich isotherm. Dieser Unvollkommenheit suchten 1906 J. Koenigsberger u. W. J. Müller¹⁾ abzuhelfen. Sie arbeiteten wie K. von Chroustschoff in der Nähe der kritischen Temperatur des Wassers, bei 320° und 360°, und benutzten wie die Friedel's einen Stahlzylinder, der mit einem Futter von Platiniridium versehen war. Die Erhitzung geschah im elektrischen Ofen. Neu war nun, daß im Stahlrohr quer in der Mitte ein feines Platinsieb angebracht war, das als Filter diente, wenn die Röhre gekippt wurde. Um dies bei der Versuchstemperatur ausführen zu können, war der ganze elektrische Ofen zum Kippen eingerichtet. Zudem mußte durch das Sieb noch ein dünnes Platinröhrchen hindurchgesteckt werden, um den oberen und den unteren Gasraum während der Filtration in Verbindung zu bringen.²⁾ Auch konnte der Ofen während der ganzen Dauer des Versuchs geschüttelt werden, was die Autoren für zweckmäßig hielten, um eine homogene wäßrige Lösung der festen Silicatbeschickung zu erzielen.

Das Stahlrohr war 40 cm lang, hatte 36 mm äußeren und 25 mm inneren Durchmesser. Die Beschickung bestand in vier Versuchen aus 8—10 g zerkleinerten Glases von 2—5 mm Korngröße (Zusammensetzung rund: 69% SiO₂, 2,5% Al₂O₃, 10% CaO, 2% K₂O, 15% Na₂O), 50—60 g Wasser und 2—15 g Kohlensäure (fest abgewogen und eingefüllt?). Es wurde 60 Stunden lang auf 360° erhitzt, dann während 12 Stunden filtriert und in 12 Stunden langsam abgekühlt. Im Filtrat fand sich in zwei Versuchen 0,07—0,2 g hauptsächlich als Quarz ausgeschiedene Substanz. Dies erinnert an Darstellungen von Quarz aus Natriumsilicatlösungen durch G. Spezia³⁾ zwischen rund 300° und 150°. Im Rückstand verblieb zersetzte Glassubstanz, in der außer Quarz nebst Opal, Chalcedon und Tridymit in einem Versuch tafelförmig ausgebildete, klare Kristalle von Orthoklas nachgewiesen wurden.

¹⁾ J. Koenigsberger u. W. J. Müller, ZB. Min. etc. 1906, 339, 353.

²⁾ Abbildung der Apparatur siehe: Z. f. angew. Chem. 25, 1275 (1912).

³⁾ G. Spezia, Atti Accad. R. Torino 40, 254, 730 (1905); 41, 3 (1906).

In vier weiteren Versuchen wurden je 10 g Obsidian (Zusammensetzung abgerundet: 74% SiO_2 , 13% Al_2O_3 , 4% Na_2O , 5% K_2O) mit 50—60 g Wasser und wechselnden Mengen von CO_2 und NaHCO_3 2 Tage lang auf 320° erhitzt, dann filtriert und abgekühlt wie oben, mit dem Ergebnis, daß sich im Filtrat meist etwas Quarz abschied, während der Obsidian im Rückstand zu einem großen Teil unverändert zurückblieb. Natriumhydrocarbonat befördert den Angriff unter Bildung von Quarzkrusten.

Das allgemeine Ergebnis der Untersuchung bestätigt, daß wäßrige Lösungen saurer Gläser bei 360° und tiefer in bezug auf Quarz als stabilem Bodenkörper übersättigt sind, und daß Feldspat zu seiner Entstehung einen um so erheblicheren Alkaliüberschuß in der Lösung verlangt, je tiefer die Temperatur sinkt.

IV. In seiner zweiten Mitteilung über „hydrothermale Silicate“ unternahm es E. Baur¹⁾ 1911, die Existenzflächen von Orthoklas und Albit im System Alkalitonskieselwasser für die Temperatur von 450° zu umranden. Der Gedanke ist derselbe wie früher; das Verfahren ist grundsätzlich auch das gleiche, aber es wird das Versuchsmaterial bedeutend vermehrt und es finden für die Aufstellung der beiden Diagramme (Fig. 11 u. 12) etwa 40 Versuche Verwendung. Die verwendete Stahlbombe war kleiner; ihr äußerer Durchmesser betrug 6 cm, der innere 2,4 cm; der Hohlraum faßte 20 ccm. Die Dichtung des aufgeschraubten Deckels vermittelte ein eingelegter ebener Ring aus Kupfer. Die Beschickung bestand aus wenigen Gramm amorphem, feinpulverigen, innig verriebenen Material unter Zusatz von 3—6 g Wasser.

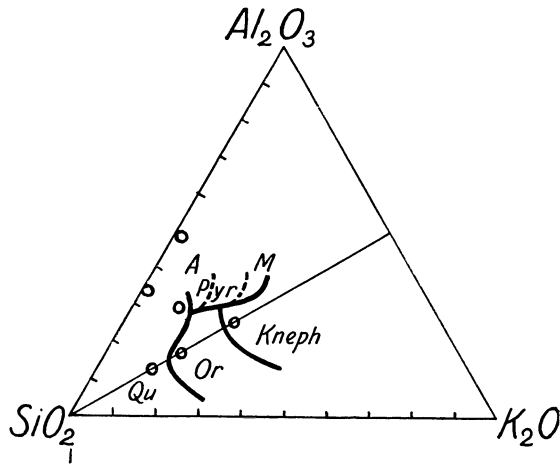


Fig. 11.

Es wird angenommen, daß der Druck im Reaktionsgefäß durch die Dampfspannung der jeweiligen Bodenkörperlösungen festgelegt, also die Art der Kristallisation von der Wassermenge unabhängig sei. Es werden eine Anzahl orientierender Versuche gemacht, um dies zu prüfen. Diese zeigen zwar, daß immerhin gewisse Phasen (z. B. gerade Orthoklas) ausbleiben, wenn die Wassermenge über ein gewisses Maß hinaus vermehrt wird. Aber dieser Befund wird durch Übersättigungserscheinungen zu erklären versucht.

Die Dauer der Erhitzung betrug abzüglich der Anwärmeperiode 12 bis 16 Stunden; man überzeugte sich, daß eine längere Dauer der Versuche am Ergebnis weder qualitativ, noch in bezug auf die Größe der mikroskopischen Kristallindividuen etwas ausmacht. Um die Isothermie zu garantieren, wurde die Bombe heiß aus dem elektrischen Ofen gezogen und in kaltem Wasser

¹⁾ E. Baur, Z. anorg. Chem. **72**, 119 (1911).

abgeschreckt. Die Reaktionsprodukte, die aus einer oder mehreren Kristallarten nebst amorphen Resten und einer mehr oder weniger alkalischen Mutterlauge bestanden, wurden von F. Becke kristalloptisch untersucht und bestimmt.

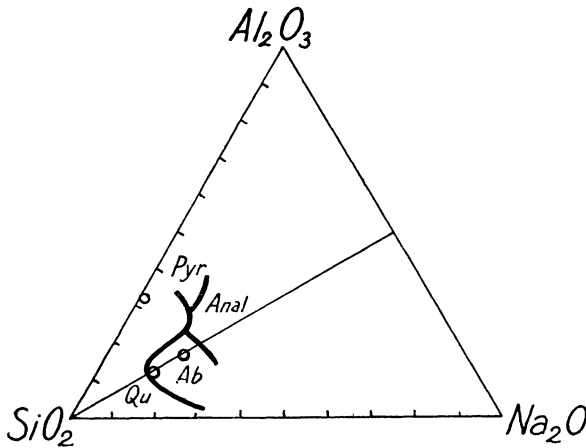


Fig. 12.

noch nicht bestimmt ist. Aber auch die ausgezogenen Kurven erheben keinen Anspruch auf Endgültigkeit; sie können nur zur vorläufigen Orientierung dienen. Die Bezeichnung der Felder heißt:

- Qu. = Quarz (SiO_2),
- Or. = Orthoklas ($\text{KAlO}_2 \cdot 3\text{SiO}_2$),
- Ab. = Albit ($\text{AlO}_2\text{Na} \cdot 3\text{SiO}_2$),
- Kneph. = Kaliumnephelinhydrat ($\text{AlO}_2\text{K} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{aq}$),
- Anal. = Analcim ($\text{AlO}_2\text{Na} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{aq}$),
- Pyr. = Pyrophyllit ($\text{AlO}_2\text{H} \cdot \text{SiO}_2$),
- A. = Andalusit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$),
- M. = Muscovit ($\text{AlO}_2\text{K} \cdot 2\text{AlO}_2\text{H} \cdot 3\text{SiO}_3$).

Die kleinen Kreise auf den Dreiecken bezeichnen die stöchiometrischen Punkte dieser Verbindungen, wasserfrei gedacht.

Mineralogisch unbekannt ist das Kalium-Nephelinhydrat, hexagonale Blättchen, die früher von J. Lemberg¹⁾ erhalten und analysiert und von A. Lagorio und Z. Weyberg²⁾ optisch charakterisiert wurden. Vgl. S. 413.

Für den Orthoklas lautet das Ergebnis der Untersuchung dahin, daß sein Existenzbereich nach der Seite der kieselsäurereicheren Mischungen durch den Quarz begrenzt ist, und zwar ist bei der Versuchstemperatur das Quarzfeld schon so weit vorgedrungen, daß in der Mischung ein Überschuß von Kaliumaluminat über die der reinen Feldspatmischung erforderliche Menge hinaus vorhanden sein muß, um die Kristallisation des Quarzes zu unterdrücken. Nach der Seite der kalireicheren Mischungen stößt das Orthoklasfeld unmittelbar an das des Kaliumnephelins; ein Existenzbereich des Leucits wurde also unter den Umständen des Versuches nicht gefunden. Nach der Seite der

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 968 (1887); **39**, 563 (1889).

²⁾ A. Lagorio u. Z. Weyberg, ZB. Min. etc. 1908, 401.

Photographische Abbildungen der verschiedenen erhaltenen Kristallarten finden sich in der zitierten Abhandlung.

Die beiden Diagramme, Fig. 11 und 12, geben die Ergebnisse wieder. Die Abmessungen der Konzentrationsdreiecke sind Molprocente der Bestandteile. Die Felderteilungen geben die Grenzmischungen für das Auftreten je eines kristallisierten Bodenkörpers an. Zwei davon, im Kalidreieck, sind gestrichelt, weil ihr Verlauf

tonerereichen Mischungen finden wir sodann als Nachbarn des Orthoklas drei wichtige Mineralien der kristallinen Schiefer: Andalusit, Pyrophyllit und Muscovit, die bekanntlich in der Natur sowohl paragenetisch neben Feldspat, wie auch als dessen Umwandlungsprodukte auftreten.

Für den Albit liegen die Dinge ähnlich, nur daß Analcim auftritt statt des der Analogie nach zu erwartenden Nephelins, der nicht erhalten wurde.

In bezug auf die Feldspatvertreter bleibt die weiter oben erwähnte Unstimmigkeit zwischen Baur's früheren Versuchen und denen der beiden Friedel bestehen. Wenn auch diese mehr Wasser verwendet hatten, so schien das doch kein Grund für ein abweichendes Ergebnis zu sein, solange man an der Existenz einer gesättigten wäßrigen Lösung und deren Dampf im Reaktionsraume festhielt. Das Vertrauen darin ist jedoch neuerdings erschüttert worden, teils durch neue Versuche, wonach z. B. Korund an Stelle von Muscovit und Pyrophyllit tritt, anscheinend, wenn mit einer vermehrten Dosis Wasser gearbeitet wird, — teils dadurch, daß P. Niggli¹⁾ die Aufmerksamkeit auf einen theoretischen, bisher unbeachtet gebliebenen, Umstand lenkte.

V. Es handelt sich um folgendes: Wenn in Fig. 13 die Kurve *S* die Schmelz- oder Löslichkeitskurve aller Gemische von Wasser *A* und einem (kristallinischen) Silicat *B* vorstellt, so erstreckt sich diese (mit Vernachlässigung eines kryohydratischen Punktes) vom Schmelzpunkt des Eises *a* bis zum Schmelzpunkt des Silicats *b*. Der mit der

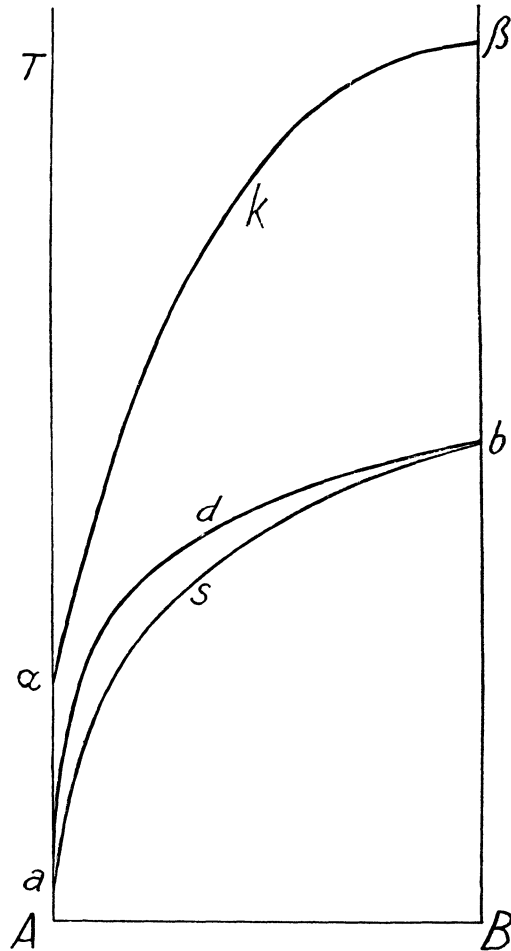


Fig. 13.

gesättigten Lösung auf *S* koexistierende Dampf wird nun zwar namentlich im unteren Temperaturgebiet praktisch aus reinem Wasser bestehen; strenggenommen hat aber doch das Silicat auch Teil daran, namentlich im oberen Temperaturgebiet, so daß der koexistierende Dampf eigentlich stets auch als silicathaltig angesehen und seine Zusammensetzung durch eine Kurve von der

¹⁾ P. Niggli, Z. anorg. Chem. **74**, 161 (1912); ZB. Min. etc. 1912, 321.

Art der Kurve *d* vorgestellt werden muß. Nun gibt es für das Wasser eine kritische Temperatur α und eine ebensolche für das Silicat β . Zwischen beiden erstreckt sich die kritische Mischungskurve *k*. Oberhalb derselben gibt es keine zweiphasigen Gebilde aus Gas und flüssiger Lösung. Solche kommen nur unterhalb der Kurve *k* vor in dem Zwischenraum zwischen *k* und *s*. Von *s—d* ausgehend und gegen *k* fortschreitend haben die zusammengehörigen

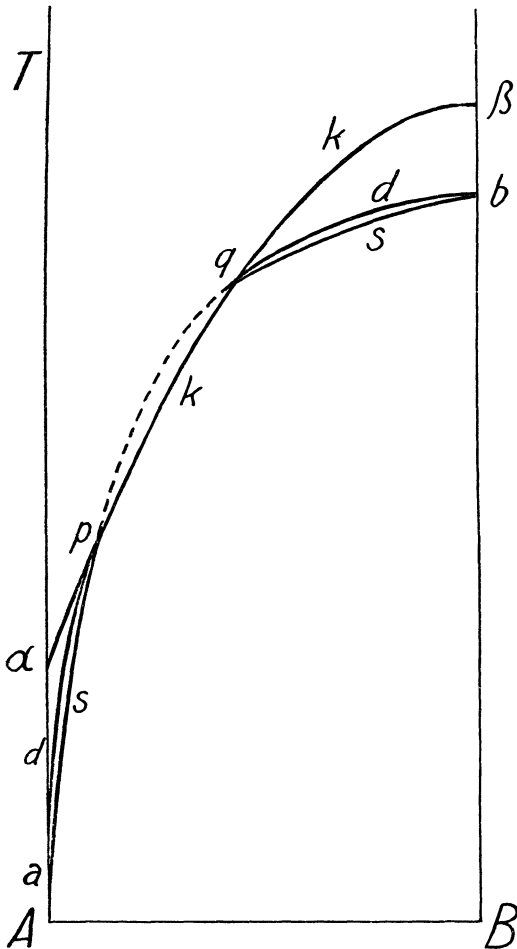


Fig. 14.

Zweiphasenblätter (Gas-flüssige Lösung) die Eigenschaft, in ihrer Zusammensetzung einander immer näher zu rücken, bis sie in *k* zusammenfallen.

Wenn nun *b* sehr hoch liegt, so kann es kommen, daß die Kurve *k* das Zweiphasenblatt *s—d* durchschneidet. Das hat eine sehr merkwürdige Konsequenz, die aus Fig. 14 zu ersehen ist. An den Durchschnitten *p* und *q* müssen die *d*- und *s*-Kurven sich berühren, weil es im Wesen einer kritischen Kurve liegt, daß auf ihr Flüssigkeit und Dampf identisch werden. Es ergibt sich also, daß das zunächst dreifache Gebilde aus festem *B*, gesättigter Lösung *s* und Dampf *d* bei Erreichung des Punktes *p* zweiphasig wird und so bleibt, bis zur Temperatur von *q*, wo von neuem eine flüssige Phase auftritt. In dem Gebiet von *p* und *q* besteht aber neben festem *B* nur eine gasförmige oder „fluide“ Phase.

In solchen zweiphasigen Gebilden ist nun der Druck unbegrenzt variabel; seine Begrenzung durch Auftreten einer dritten flüssigen Phase fällt ebert weg. Die Zusammen-

setzung des Dampfes ändert sich aber mit dem Drucke. Höher und höher gespannter Wasserdampf im überkritischen Gebiete übt sozusagen eine mehr und mehr lösende Wirkung auf einen Bodenkörper aus. Diese Verhältnisse werden deutlich, wenn man den allgemeinen Verlauf der Isothermen im Druck-zusammensetzungs-Diagramm betrachtet, wozu uns die Fig. 15 nach P. Niggli¹⁾ diene. Längs *A—B* werden die Zusammensetzungen der Konzentrationsvariablen

¹⁾ P. Niggli, Z. anorg. Chem. 74, 172 (1912).

Phasen notiert, senkrecht dazu die Drucke, p und q sind die Punkte, wo die kritischen Erscheinungen in gesättigten Lösungen auftreten, die mit $T_1—T_8$ bezeichneten Linien sind Isothermen. Betrachtet man nun z. B. die Isotherme T_3 , die im Gebiet der fluiden Phase verläuft, so sieht man, daß man hier den Druck zwischen den weitesten Grenzen, z. B. P_1 und P_4 , verändern kann. Solche Kurven können aber Knickpunkte haben, d. h. die Natur des Bodenkörpers kann sich auf dem Wege von $P_4—P_1$ ein oder mehrmals ändern.

Es ist nun wohl möglich, daß in den Versuchen Friedels und Baur's, die bei Temperaturen oberhalb der kritischen des Wassers angestellt wurden, die Kristallisation in der fluiden Phase erfolgt ist, ein Vorgang, dem von P. Niggli¹⁾ große Bedeutung für die Injektion und Pegmatitbildung zugeschrieben wird, und daß man sich bei jenen Versuchen im Gebiete zwischen p und q , wenn auch nicht ausschließlich, so doch vornehmlich befunden hat.

Wenn nun Ch. und G. Friedel Leucit, Nephelin und Anorthit darstellen konnten, während in Baur's Untersuchungen weder die beiden Feldspatvertreter, noch auch irgend eines der wichtigen Kalktossilicate gefunden wurde, so könnte man vielleicht mit Hilfe des Gedankens, der der Fig. 15 zugrunde liegt, hoffen, daß die Unterschiede ihre Erklärung in dem höheren Drucke der Friedelschen Experimente finden werden.

VI. Inzwischen haben zwei Arbeiten von P. Niggli²⁾ (1913) und von M. Schlaepfer und P. Niggli³⁾ (1914), die operativ wie diejenigen von E. Baur (1911) ausgeführt wurden, mit Sicherheit erkennen lassen, daß bei mäßigem Gehalte der Alkalien die Kristallisation tatsächlich aus fluiden Phase stattfindet und daß erst bei reichlicheren Mengen der Alkalien eine flüssige Lösung auftritt. Aber dann hört auch alsbald jede Kristallisation auf, indem Sättigungsgrenzen nicht mehr erreicht werden. Man hat es also vorwiegend mit Systemen zu tun, die eine fluide Phase enthalten, deren Zusammensetzung man nicht näher kennt, da nur ein gewisser Teil der aufgegebenen Beschickung auf einmal in ihr angetroffen wird. Daher verlieren die Diagramme Fig. 11

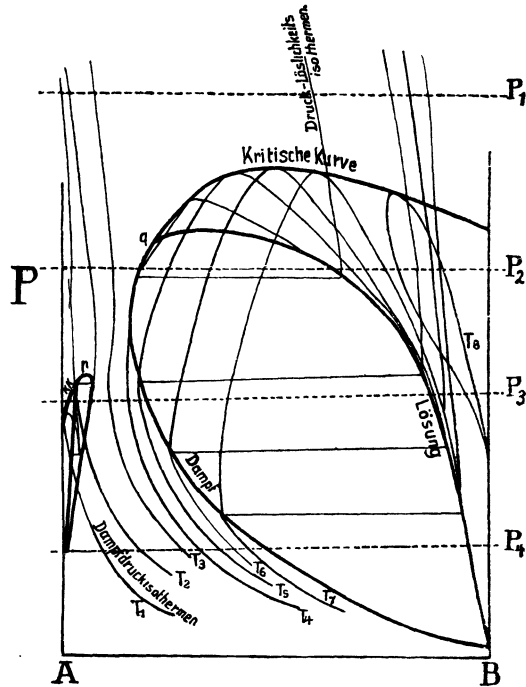


Fig. 15.

¹⁾ P. Niggli, Z. anorg. Chem. **74**, 174 (1912); ZB. Min. etc. 1912, 331.

²⁾ P. Niggli, Z. anorg. Chem. **84**, 31—55 (1913).

³⁾ M. Schlaepfer u. P. Niggli, Z. anorg. Chem. **87**, 52—80 (1914).

und Fig. 12 die Bedeutung, die ihnen eigentlich zgedacht war. Sie sollten Konzentrationspunkte enthalten, können aber in Wirklichkeit nur beanspruchen, die Bruttozusammensetzung der Beschickung darzustellen. Die wahre Zusammensetzung der variablen, sei es fluiden oder flüssigen, Phase wird zwar der Bruttozusammensetzung im allgemeinen nachfolgen, aber nur in einer mehr oder minder entfernten und nicht näher angebbaren Weise.

Die oben, unter V., aufgeworfene Frage, ob durch Vermehrung der Wassermenge in der Beschickung und damit des Druckes Änderungen in der Natur der Bodenkörper hervorgebracht würden, hat vorläufig eine bejahende Beantwortung nicht gefunden.¹⁾ Dagegen haben sich die Fälle vermehrt, wo unter wesentlich gleichen Bedingungen verschiedene Körper erhalten wurden. E. Baur's Muskovit und Andalusit konnten nicht wieder erhalten werden; statt dessen kam Korund, der früher ausgeblieben war. Dies zeigt, daß man es mehrfach mit metastabilen Phasen zu tun hat, deren Auftreten oder Wegfallen von gewissen Zusatzbedingungen abhängt, die wir noch nicht in der Hand haben.

Immerhin steht so viel fest, daß speziell für das System Kali-Kieselsäure-Tonerde die bei ca. 450° regelmäßig entstehenden Phasen die folgenden sind: Quarz, Korund, Orthoklas, Kalinephelinhydrat, Pyrophyllit. Das Existenzfeld des Orthoklas wird der Reihe nach von Quarz, Korund, Pyrophyllit und Kalinephelinhydrat umrandet. Im System Natron-Kieselsäure-Tonerde entspricht dem Orthoklas der Albit und dem Kalinephelinhydrat wahrscheinlich Analcim.

Wird im System $K_2O-SiO_2-Al_2O_3$ noch Eisenoxyd zugesetzt, so erhält man nach P. Niggli²⁾ neben Orthoklas und Kalinephelinhydrat noch Hämatit (Fe_2O_3) und Kaliägin ($KFeSi_2O_6$). Wird Kali teilweise oder ganz durch Kalk ersetzt, so verschlechtert sich die Kristallisationsfähigkeit; insbesondere erhält man keine Kalkonsilicate. Nach M. Schlaepfer und P. Niggli kann man aber die Mineralisation befördern durch Zusatz von Chlorcalcium für sich oder in Gemeinschaft mit Eisen. Man erhält dann Anorthit und eine Reihe eisenhaltiger Silicate, unter denen Fayalit (Fe_2SiO_4), Eisenkalkolivin ($[FeCa]_2SiO_4$), ein hedenbergitähnliches ($CaFeSi_2O_6$) und ein babingtonitähnliches Mineral ($[Fe^{2+}][Fe^{3+}]_2Si_2O_8$) besonders genannt seien. Wenn für diese eisenhaltigen Silicate ein Eisengehalt der Beschickung natürlich konstituierend ist, so erweist sich derselbe außerdem für die Kristallisation des Anorthits als katalytisch förderlich. Nach Ansicht der Autoren (M. Schlaepfer und P. Niggli) dürfte die Wirksamkeit des Chlorcalciums in gleicher Richtung zu suchen sein. Vielleicht ist aber ein Gehalt der fluiden Phase an Chloriden und Chlorwasserstoff auch konstituierend für die Beständigkeit des Anorthits. Jedenfalls stehen die neuen Erfahrungen über die Bildung des Anorthits im Einklang mit den oben (unter I.) angeführten Angaben von Ch. und G. Friedel, und es zeigt sich, daß auf den Chlorcalciumzusatz volles Gewicht zu legen ist.

Im allgemeinen lehren die vorstehend wiedergegebenen Untersuchungen, daß der Mineralbestand der hydrothermalen Synthese zwischen 400 und 500° noch fast dem der magmatischen Paragenesen entspricht. Insbesondere die Feldspate: Orthoklas, Albit, Oligoklas, Anorthit haben bei diesen Temperaturen ausgedehnte Existenzbereiche. Nur die Feldspatvertreter, Leucit und Nephelin, sind durch Kalinephelinhydrat und Analcim ersetzt, ein Umstand, der mit petro-

¹⁾ Vgl. M. Schlaepfer u. P. Niggli, l. c. S. 72.

²⁾ P. Niggli, Z. anorg. Chem. **84**, 31 (1913).

graphischen Beobachtungen über die häufige Umwandlung dieser Mineralien¹⁾ in Übereinstimmung steht. Jene sekundären Veränderungen in Eruptivgesteinen, die als Hämatitentmischung, als Analcimisierung und Sericitbildung bezeichnet werden, sind in den Horizont der hydrothermalen Silicatsynthese gerückt. Die Pegmatitbildung erfährt Aufklärung durch die hydrothermale Darstellung von Quarz, Tridymit, Korund, Orthoklas, Anorthit, Fayalit u. a. Von Bedeutung für kontaktmetamorphe Vorgänge sind die Darstellung von Andalusit, Muskowit, Korund, Fayalit und einigen Kalkeisensilicaten. Versagt hat die hydrothermale Synthese bis jetzt in bezug auf die Mehrzahl der Kalksilicate, die kompliziert gebaut sind, wie Granat, Zoisit, Epidot. Vermutlich wiederholen sich hier dieselben Verzögerungserscheinungen, die nach J. H. van't Hoff den Boraten des Calciums anhaften.

Eine Bibliographie der hydrothermalen Silicatbildung findet man bei P. Niggli und G. W. Morey.²⁾

Chemisch-technische Verwertung des Kalifeldspats.

Von L. Jesser (Wien).

Die von J. v. Liebig aufgestellten Grundzüge der Düngerlehre haben bereits zu Ende der fünfziger Jahre des verflossenen vorigen Jahrhunderts angeregt, die primären Kaliquellen, d. i. die Kalifeldspate und Kalifeldspatgesteine, für die Kaligewinnung nutzbar zu machen. Durch die Erschließung der deutschen Kalisalzlagerstätten wurde das Interesse an der Ausnutzung der Feldspate wieder zurückgedrängt. Der steigende Weltbedarf an Kali jedoch hat, insbesondere im letzten Jahrzehnt, zu einer intensiven Bearbeitung dieses Gebietes der chemischen Technik geführt. Ein durchschlagendes Ergebnis wurde aber bisher nicht erzielt. Die Vorschläge zur Verwertung der primären Kalimineralien sind fast ausschließlich der Patentliteratur zu entnehmen. Es sei dies ausdrücklich hervorgehoben, weil den Beschreibungen der Verfahren und ihrer Ergebnisse in den Patentschriften meist nicht jene Objektivität beigegeben werden kann, die bei wissenschaftlichen Publikationen im allgemeinen vorausgesetzt werden. Eine kritische Bearbeitung der Vorschläge zur Feldspatverwertung ist deshalb unmöglich und ich muß mich darauf beschränken, nur eine Übersicht derselben zu bringen.

Die Verwertung der Kaligesteine als Dünger.

Die wichtigsten Kalimineralien, die für die technische Verwertung in Betracht kommen, sind:

Kalifeldspat (Orthoklas und Mikroklin) mit	10—16 ⁰ / ₁₀₀ K ₂ O
Kaliglimmer (Muscovit)	8—10
Leucit.	15—21
Glaukonit	2—15

Es werden auch die kalisilicatführenden Gesteine, wie Granit, Granulit, Syenite, Porphyre, Phonolit, Trachyt, die 5—8⁰/₁₀₀ K₂O enthalten, für diese Zwecke herangezogen.

¹⁾ Vgl. P. Niggli, Z. anorg. Chem. **84**, 51 (1913).

²⁾ P. Niggli u. G. W. Morey, Z. anorg. Chem. **83**, 369—416 (1913).

In Italien wurde versucht, leucitführenden Gesteinen die Eisenmagnesiasilicate durch magnetische Aufbereitung zu entziehen, um die Kalisilicate anzureichern. Nach E. Langguth¹⁾ gelang es, den Leucitgehalt auf 30% zu bringen. J. O. O'Brien²⁾ körnt Leucitgesteine und entfernt den leucitarmen Staub durch Absieben.

Zunächst ist die Verwendung der primären Kalimineralen zu Düngezwecken im rohen Zustande vielfach versucht worden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß namentlich die Feldspate sehr schwer verwittern und Ackerböden oder Tone oft größere Mengen nicht oder minder zersetzten Feldspat enthalten. Es ist daher erklärlich, warum in Ackerböden, die nach der Analyse einen ungewöhnlich hohen Kaligehalt aufwiesen, vielfach durch Kalisalzdüngung eine sehr erhebliche Ertragsverbesserung erzielt werden konnte. Diese Erscheinung verweist auf eine geringe Assimilationsfähigkeit des Feldspatkalis und erklärt es, warum Düngungsversuche mit Feldspatmehl im allgemeinen wenig günstig ausgefallen sind.³⁾

Eine umfangreiche und eingehende wissenschaftliche Bearbeitung erfuhr der Vorschlag, Phonolithmehl, insbesondere aus dem Brohltal, als Kalidünger zu verwenden.

H. Stremme⁴⁾ faßt die sehr schwankenden Ergebnisse der von einer Reihe von Forschern ausgeführten Versuche über die Düngewirkung des Phonolithmehles dahin zusammen, daß ihm zwar eine günstige Wirkung schlechterdings zukommt, daß diese aber in den meisten Fällen hinter der der Kalisalze zurückbleibt. Das für die Versuche verwendete „Phonolithmehl“ wurde aus dem Leucitophyr des Brohltals hergestellt und es kommt für dessen Wirkung nur das Leucitkali in Betracht, während das Sanidinkali ganz unwirksam ist. J. Lemberg⁵⁾ hat bereits gezeigt, daß Leucit hinsichtlich des Basenaustausches sich wie ein Zeolith verhält, während Orthoklas diese Eigenschaft in weitaus geringerem Maße zeigt. Tatsächlich konnte H. Stremme beträchtliche Teile des Leucitophyrkalis durch Kohlensäure, Ammonium- und Natronsalzlösungen, also durch Reagenzien, die bei der Bodenadsorption zur Geltung kommen, in Lösung bringen. Leicht ausgenützt wird im Boden nur das salzsäurelösliche Kali des Leucits, Nephelins und der Glasmasse, also $\frac{2}{5}$ des Gesamtkalis. Bei Verwendung der Leucitophyre als Dünger muß sich demnach die Kaligabe zu der bei Kalisalzen wie 5:2 verhalten.

Es sei noch bemerkt, daß auch Düngerversuche mit Eiffeltrass ungünstige Ergebnisse zeitigten. Dies ist um so auffälliger, als sein Kaligehalt gegen 5% beträgt und die Austauschfähigkeit seiner Alkalien gegen Kalksalze, insbesondere gegen gelösten kohlensauren und schwefelsauren Kalk, eine so rasche und vollkommene ist, daß Wasser beim Durchleiten durch ein aus körnigem Traß bestehendes Filter nahezu vollständig enthärtet wird. Das unter dem Namen Allagit verwendete Ersatzmittel für den Riedelschen Permutit ist nichts anderes als Traß.

Vorschläge, die Assimilationsfähigkeit des Kalis der Gesteine zu erhöhen, ohne die Kalimineralen aufzuschließen, wurden vielfach gemacht. So wurde

¹⁾ E. Langguth, Z. prakt. Geol. 1905, 80.

²⁾ J. O. O'Brien, Engl. Pat. 27189 — 1902.

³⁾ Dr. Paul Krische, Die industrielle und landwirtschaftliche Verwertung des Kalis, „Kali“ 1907, 224 ff.

⁴⁾ H. Stremme, Kali 1912, 153.

⁵⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 1876, 519.

Kompostieren mit Humusstoffen¹⁾ oder mit Ätzkalk²⁾ vorgeschlagen. Auch soll das Gesteinsmehl mit Wasser angefeuchtet werden, das mit Mineralsäure schwach angeäuert wurde, und mit so viel Kohlepulver gemengt werden, daß sein Verbrennen ohne äußere Erhitzung aufrecht erhalten werden kann.³⁾

Inwieweit der erstrebte Zweck mit diesen Mitteln erreicht wird, mag dahingestellt sein.

Spaltung der Feldspate in Alkali und Kalktonerdesilicate.

Zahlreich sind die Verwertungsvorschläge, die auf dem Aufschließen der Kaliminerale beruhen. Diese Vorschläge bezwecken, die Kalisalze in wasserlösliche Verbindungen überzuführen, wobei entweder auf die technische Verwertung der anderen Bestandteile hingearbeitet wird, oder aber es soll das aufgeschlossene Mineral direkt als Dünger verwendet werden.

So hat Emil Meyer im Jahre 1857 vorgeschlagen, die von J. N. v. Fuchs angegebene Aufschließung von Feldspat durch Glühen mit Kalk dadurch wirtschaftlich zu gestalten, daß dem Feldspat der Kalk in einer für die Erzielung eines hydraulischen Zementes hinreichende Menge zugesetzt und der nach dem Auslaugen des Ätzkalis verbleibende Rückstand durch abermaliges Brennen auf Zement verarbeitet wurde.⁴⁾ Emil Meyer schlug für das Auslaugen bzw. die Vollendung des Aufschlusses vor, das gebrannte Gemenge von Feldspat und Kalk mehrere Stunden bei 8 Atm. zu dämpfen.

Emil Meyer gibt an, auf diesem Wege 9—10 Teile des Kalis, des Feldspats zu gewinnen.

Diese Arbeitsmethode wurde in neuester Zeit wieder von der Chemischen Fabrik Rhenania und Dr. A. Messerschmitt aufgenommen. Sie verwenden zum Aufschließen des Silicats den bei der Fabrikation von kaustischer Soda oder beim Leblancschen Verfahren abfallenden, äußerst fein verteilten Calciumcarbonatschlamm.⁵⁾ Die beim Brennen von Silicat mit Kalk erhaltenen Sinterungsprodukte sind zu dicht, um leicht ausgelaugt werden zu können. Sie werden im glühenden Zustand mit Wasser übergossen. Es treten Hydratationen ein und das Glühprodukt zerfällt zu einem feinen, leicht mit Wasser auslaugbaren Pulver.⁶⁾

F. Sckäcke⁶⁾ schlug vor, staubfein gemahlene Gesteinsmehl mit einer seinem Alkaligehalt mehr als äquivalenten Menge von Kalk als Kalkmilch unter höherem Druck zu zersetzen. O. Pohl⁷⁾ erhitzt eine feuchte Mischung des Gesteinsmehles mit Ätzkalk mit Wasserdampf mehrere Stunden bei 6—10 Atmosphären.

O. Aschan⁸⁾ fand, daß gemahlener Orthoklas durch Kochen mit Kalkmilch nur unvollständig zersetzt wird. Gelegentlich meiner Versuche, durch Aufschließen von Silicaten mit Ätzkalk, unter den gleichen Verhältnissen wie es

¹⁾ H. Sk. Gerdes, Schweiz. Pat. 40470.

²⁾ Ferd. Schäfer, Östr. Pat. 33529 — 1908.

³⁾ Sp. B. Newberry u. H. N. Barreth, Franz. Pat. 430997 — 1911 und L. v. Ordóny, Östr. Pat. 65035. — 1914.

⁴⁾ E. Meyer, Polytechn. Journal von Dingler **143**, 274 (1857).

⁵⁾ Chemische Fabrik Rhenania u. A. Messerschmitt D.R.P. 254544 — 1912 und 264900 — 1913.

⁶⁾ F. Schäcke, Franz. Pat. 388464 — 1908.

⁷⁾ O. Pohl, Östr. Pat. 38835 — 1909.

⁸⁾ O. Aschan, Z. anorg. Chem. **74**, 55.

O. Pohl für Feldspat vorschlug, und Glühen dieser Produkte, Zemente herzustellen,¹⁾ konnte festgestellt werden, daß die aufschließende Wirkung des Kalkes um so vollständiger ist, je inniger die Berührung des Kalkes mit dem Silicat war. So gelang ein befriedigendes Aufschließen von Quarzmehl nur dann, wenn die Mischung mit dem Kalkhydrat zu möglichst dichten Ziegeln gepreßt wurde. Es ist sicher, daß diese Umstände auch beim Aufschließen der Feldspate wohl im Auge zu behalten sein werden. Die Aschanschen Resultate, die mit Kalkmilch erhalten wurden, dürfen mithin nicht verallgemeinert werden.

A. Hambloch und S. Gelléri²⁾ behandeln Feldspat mit Ammoniumcarbonat und Wasserdampf unter Druck von 10—12 Atm. und einer Temperatur von 100°. Die gleiche Reaktion wird zur Vervollständigung des Aufschließens der Feldspate mit Kalk durch Glühen verwendet.

Vielseitig sind die Vorschläge, die aufschließende Wirkung des Kalkes beim Glühen durch Zugabe von Chloriden und Fluroriden zu vervollkommen. Schon im Jahre 1860 hat Fr. O. Ward³⁾ empfohlen, fein gepulverten Feldspat mit einem Gemenge von pulverförmigem Flußspat und kohlenurem Kalk im Flammofen bis zum Erweichen zu glühen und das Reaktionsprodukt mit heißem Wasser auszulaugen. Der Silicatrückstand sollte auf hydraulische Zemente verarbeitet werden.

A. W. Hoffmann⁴⁾ bezeugt das vollständige Gelingen eines mit diesem Verfahren im großen ausgeführten Versuches, während Dullo⁵⁾ mit dem Wardschen Verfahren nur die Hälfte des Kalis in Lösung bringen konnte. Dullo bemerkte, daß er die besten Resultate durch Glühen mit Chlorcalcium erhalten konnte, das auch dem Chlornatrium vorzuziehen sei.

J. G. A. Rhodin⁶⁾ schließt Feldspatmehl mit einem Gemisch von Ätzkalk und Kochsalz auf (10 Tle. Feldspat, 4 Tle. CaO, 4 Tle. NaCl), wobei die Masse nicht schmelzen darf. Mit dem Rhodinschen Verfahren sollen $\frac{3}{4}$ vom Kali des Orthoklases wasserlöslich gemacht werden, während mit Kochsalz allein kaum $\frac{1}{3}$ des Kaligehaltes in Lösung gebracht werden können.

Nach O. Aschan⁷⁾ sollen aus feingemahlenem Orthoklas durch Aufschließen mit einem Gemenge von Kalk und Kochsalz 81,5% des Orthoklaskalis in wasserlöslichen Zustand übergeführt werden. Beim Schmelzen von Feldspatmehl mit überschüssigem Chlorcalcium soll die Alkaliausbeute nahezu quantitativ sein.

R. van der Leeden⁸⁾ hat das letztere Verfahren der technischen Verwertung zugänglich gemacht, indem er den erforderlichen Überschuß an Chlorcalcium verringerte. Bei natürlichen Doppelsilicaten, die durch Salzsäure zerlegt werden, genügt es nach seinen Angaben, diese mit einer dem Alkaligehalt ungefähr äquivalenten Menge von Chlorcalcium zu erhitzen, um die Alkalien in lösliche Form zu bringen. Bei durch Salzsäure nicht zerlegbaren Silicaten kann die erforderliche Menge von Chlorcalcium durch Zusatz eines Reduktionsmittels, z. B. Kohle zu dem Reaktionsgemisch wesentlich verringert werden.

¹⁾ Zementfabrik Steinschal, Östr. Pat. 26966 — 1906.

²⁾ A. Hambloch u. S. Gelléri, D.R.P. 247496 — 1912.

³⁾ Fr. O. Ward, Dingl. pol. Journ. 150, 317.

⁴⁾ A. W. Hoffmann, Techn. JB. 1865, 198.

⁵⁾ Dullo, Techn. JB. 1865, 291.

⁶⁾ J. G. A. Rhodin, D.R.P. 125490.

⁷⁾ O. Aschan, Z. anorg. Chemie 74, 55.

⁸⁾ R. van der Leeden, D.R.P. 281006.

Zur Durchführung des Verfahrens kann man behufs Verbilligung Chlorcalcium enthaltende Abfallaugen, z. B. die Endlaugen der Ammoniak sodafabrikation, verwenden, die eingengt, mit dem gepulverten Silicat gemischt und dann erhitzt werden. Aus den so erhaltenen Laugen wird das Chlorcalcium durch fraktionierte Kristallisation gewonnen. Als Rückstand der Erhitzung bleibt ein eisenhaltiges Aluminiumsilicat zurück, welchem so erhebliche Mengen von Kalk beigemischt sind, daß ihm behufs Verarbeitung auf hydraulischem Zement nur mehr wenig Kalk zugemischt werden muß.

A. S. Cushman¹⁾ befeuchtet ein Gemisch von 100 Tln. Feldspatmehl und 20 Tln. Kalk mit 13 Tln. einer 50% igen Lösung von Chlorcalcium. Es bildet sich ein Calciumoxychlorid, das das Feldspat-Kalkmehl verbindet. Die erhärtete Masse wird im Drehofen auf dunkle Rotglut erhitzt. Die aufgeschlossene Masse kann als Dünger verwendet oder es können die Alkalien mit Wasser ausgewaschen werden.

Bambach & Co., Chemische Gesellschaft m. b. H. schließen das Silicat im Drehofen durch Glühen mit den Endlaugen der Kaliindustrie auf, die vorwiegend Chlormagnesia enthalten. Das Produkt enthält das Kali in bodenlöslicher Form.²⁾ Die Kaliwerke Großherzog von Sachsen Akt.-Ges. und Karl Hepke verwenden hierzu Magnesiumoxychlorid. Während beim Glühen mit Chlormagnesia ein hartes Sinterprodukt entsteht, das gemahlen werden muß, bildet sich mit Magnesiumoxychlorid ein streufähiger Dünger.³⁾

Im Zusammenhange mit diesen Verfahren, bei welchen die Alkalien aus den Feldspaten unter Bildung von Kalktonerdesilicaten freigemacht werden, seien auch die Arbeitsweisen mit Gips und Calciumsulfid besprochen.

So wird Feldspat mit Gips und Kohle geglüht. Auch Schwerspat wurde hierfür verwendet.⁴⁾ D. A. Peniakoff erhitzt Feldspat mit Gips und Schwefelcalcium oder Alkalisulfiden.⁵⁾ Die entstehenden Reaktionsprodukte sollen in der Glasindustrie Verwendung finden. A. J. Swayze erhitzt das Gemenge von Feldspat, Gips und Kohle auf eine so hohe Temperatur, daß die Schwefelalkalien verdampfen.⁶⁾ Eine andere Ausführungsform der Verfahren, Feldspate mit Gips aufzuschließen, ist als „Morse Sargent-Prozeß“ bekannt geworden. Feldspatpulver wird bei 1000° mit Gips geglüht. Die entweichenden Schwefelsäure- und Schwefeltrioxyddämpfe können zur Schwefelsäureherstellung Verwendung finden. Das teilweise aufgeschlossene Silicat wird weiterhin bei 600° mit einem beliebigen Chlorid geröstet. Aus dem Röstgut wird das Chlorkali ausgelaugt und der Röstrückstand zur Zementherstellung verwendet.⁷⁾

Bei den vorstehend besprochenen Arbeitsmethoden entstehen außer den Calcium- und Magnesiumoxychloridverfahren Calciumtonerdesilicate, die nach der Entfernung der Alkalien durch Auslaugen fast durchgehends zur Herstellung hydraulischer Bindemittel in Aussicht genommen wurden. Ihre Verwendbarkeit für die Zementherzeugung ist aber erst dann aussichtsreich, wenn die Alkalien aus ihnen nahezu vollständig entfernt werden. Schon ganz geringe

¹⁾ A. S. Cushman, V.St.A.P. 987436 — 1911.

²⁾ Bambach & Co., D.R.P. 284162 — 1915.

³⁾ Kaliwerke Großherzog von Sachsen Akt.-Ges. u. Karl Hepke, D.R.P. 286187 — 1915.

⁴⁾ Nach Chem. Ind. 1913, 463.

⁵⁾ D. A. Peniakoff, D.R.P. 87562 — 1896.

⁶⁾ A. J. Swayze, V.St.A.P. 789074 — 1905.

⁷⁾ Nach Engineering und Mining Journal 1912, 1219.

Mengen kohlen-saure und ätzende Alkalien (1^o/₀) beschleunigen die Abbindezeit ganz außerordentlich, denn zu rasch abbindende, auch nicht gesinterte Zemente sind stets minderwertig.

Es gelang nun nicht, aus den mit Kalk aufgeschlossenen Silicaten, das Alkali durch einfaches Auslaugen mit Wasser zu entfernen. Wie bemerkt, geben schon E. Meyer und später J. G. A. Rhodin und O. Aschan an, daß höchstens 60—80^o/₀ des Gesteinkalis in der wäßrigen Lösung übergehen. Diese Erscheinung wurde früher auf ein mangelhaftes Aufschließen zurückgeführt; sie hängt aber mit dem Zeolithcharakter dieser hydratwasserhaltigen Silicate zusammen. Es entstehen alkalihaltige Tonerdesilicate (Alumosilicate nach R. Gans), vielleicht neben freiem Alkali. Aus den letzteren können die Alkalien nur durch Austausch mit anderen Basen, wie Ammoniak und Kalk bzw. ihren Salzen in Lösung gebracht werden.

Diese Erscheinung tritt bekanntlich auch bei gefällttem Alkali-Tonerdesilicaten auf, die durch Umsetzung von Wasserglas und Alkalialuminaten in wäßriger Lösung erhalten werden. J. Lemberg¹⁾ hat festgestellt, daß bei den Umsetzungen dieser Alkalitonerdesilicate mit Chlorcalciumlösungen, entsprechend dem Massenwirkungsgesetz, Gleichgewichtszustände zwischen Lösung und der festen Phase eintreten. Es handelt sich hier um Vorgänge, auf die die Anwendung des Permutits und des Trasses zur Enthärtung des Wassers beruht. Zum Beleg für die Wesensgleichheit mit dem Permutit ist zu erwähnen, daß Ph. Eger²⁾ vorgeschlagen hat, den nach Entfernung der wasserlöslichen Alkalien aus mit Kalk oder Kalksalzen aufgeschlossenen Silicaten verbleibenden Rückstand zum Enthärten von Wasser zu verwenden.

Es ist auch nicht uninteressant, daß der Firma J. D. Riedel Akt.-Ges. ein Patent³⁾ erteilt wurde, den Permutit zur Gewinnung von Alkalicarbonaten aus Sulfaten und Chloriden zu verwenden. Kalkzeolithe werden mit Alkalichloriden oder Sulfaten behandelt. Das von den Tonerdesilicaten aufgenommene Alkali wird durch Behandlung mit Ammoncarbonat als Alkalicarbonate in Lösung gebracht. Bemerkte sei, daß J. D. Riedel Akt.-Ges. auch die Feldspate und Leucit zur Herstellung ihrer Permutite verwendet.⁴⁾

S. Gelléri und Dr. A. Hambloch⁵⁾ verwenden ein auf der gleichen Grundlage beruhendes Verfahren, aus dem Durchglühen von Kalk und Feldspat erhaltenen Produkte die Alkalien zu entfernen, um ein zur Zementfabrikation geeignetes alkaliarmes Kalktonerdesilicat zu erhalten. Sie behandeln den aufgeschlossenen Feldspat mit Ammoncarbonat und Wasser bei etwa 10—12 Atm. Will man die Alkalien als Sulfate gewinnen, so fügt man der mit Ammoncarbonat zu behandelnden Mischung Sulfate und zwar vorteilhaft Alunit zu und brennt das Material vor dem Dämpfen.

Die Eigenschaft der Ammonsalze, das Alkali aus Zeolithen frei zu machen, benutzt S. Gelléri und Dr. A. Hambloch, um aus den durch Glühen von Kalk und Feldspat erhaltenen Produkte das Alkali zu entfernen. Er behandelt sie mit Ammoncarbonat und Wasser bei 100^o und 10—12 Atm. Druck. Um die Alkalien als Sulfate zu gewinnen, werden die Silicate durch Glühen mit

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 1876, 519.

²⁾ Ph. Eger, D.R.P. 262865 — 1906.

³⁾ J. D. Riedel Akt.-Ges., Franz. Pat. 409513 — 1909.

⁴⁾ Derselbe, Brit. Pat. 3871 — 1911.

⁵⁾ S. Gelléri u. Dr. A. Hambloch, Östr. Pat. 64784 u. 651912.

Kalk und einem Sulfat vorteilhaft mit Alunit aufgeschlossen und dann mit Ammoncarbonat unter Druck behandelt.¹⁾

Die praktische Unmöglichkeit, aus den mit Kalk und Kalkverbindungen aufgeschlossenen Silicaten die Alkalien durch Auslaugen mit Wasser vollständig zu entfernen, hat A. Messerschmitt²⁾ veranlaßt, den nach dem Auslaugen des Kalis verbleibenden Rückstand mit Salpetersäure oder nitrosen Gasen im Überschuß zu behandeln. Das Reaktionsprodukt wird mit Wasser ausgelaugt, nach Zusatz von Kalkhydrat eingedampft und calciniert. Das aus einem Gemisch von neutralem und basischem Calciumnitrat, Kalisalpeter, Tonerdehydrat und Aluminiumsilicat bestehende Produkt ist ein wertvoller Dünger.

Der gleiche Autor³⁾ schlägt auch vor, die feingepulverten Kaligesteine, insbesondere Phonolit mit Nitraten, insbesondere Calciumnitrat bei 4—10 Atm. Druck aufzuschließen. Es sollen dadurch Alkalinitratlösungen gewonnen werden. Wahrscheinlich kommt auch hier der zeolithische Charakter des Leucits zur Geltung. Wird das durch Glühen des Silicats mit Kalk erhaltene Reaktionsprodukt mit einer dem Alkali äquivalenten Menge einer wäßrigen Calciumnitratlösung versetzt, so entsteht ein trockenes leicht mahlbares Pulver mit einem Gehalt von 9—10%₀ K₂O als Kalisalpeter.⁴⁾

Übergehend auf die Vorschläge, die beim Aufschließen der Feldspate mit Kalk nach dem Auslaugen der Alkalien verbleibenden Rückstände auf hydraulische Zemente zu verarbeiten, ist nur noch zu bemerken, daß ihr hydraulischer Modul durch Zugabe von Kalk auf die gewünschte Höhe gebracht werden muß. Die Chemische Fabrik Rhenania u. Dr. A. Messerschmitt schlagen vor, auch das Kieselsäure-Tonerdeverhältnis zu regeln in der Weise, daß entsprechende Gemische von kieselsäurereichen und tonerdereichen Gesteinen mit Kalkstein durch Glühen aufgeschlossen werden. Nach dem Auslaugen der Alkalien wird der Rückstand zu Zement gebrannt.⁵⁾

Über die praktischen Erfolge der Zementherstellung mit den bisher besprochenen Verfahren liegen keine Berichte vor. Es ist aber zweifellos, daß nicht nur nicht gesinterte hydraulische Zemente, sondern auch Portlandzement hergestellt werden kann, wenn es gelingt, die Alkalien in befriedigender Weise zu entfernen. Eine andere Frage betrifft die Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren, wenn man berücksichtigt, daß der Materialwert dieser Rückstände im günstigsten Falle kein höherer sein kann, als der einer aufbereiteten Zementrohmasse.

Der offensichtliche Nachteil dieser Verfahren liegt auch in der durch den zweimaligen Brand bedingten geringen Wirtschaftlichkeit. Es wurde daher versucht, unter Mitverwendung von Feldspat Zemente zu erzeugen, ohne jedoch an die Verwertung der Alkalien zu denken (C. v. Forell,⁶⁾ C. A. Kapferer & Schleuning,⁷⁾ H. Earle,⁸⁾ Ch. de la Roche,⁹⁾ Société A. Rousset & Co.,¹⁰⁾ M. Langlois,¹¹⁾ J. G. A. Rhodin.)¹²⁾

¹⁾ S. Gelléri u. Dr. A. Hambloch, D.R.P. 247496 — 1912.

²⁾ Chem. Fabrik Rhenania u. A. Messerschmitt, D.R.P. 255910 — 1913.

³⁾ Dieselben, D.R.P. 261099 — 1913.

⁴⁾ Dieselben, D.R.P. 272133 — 1914.

⁵⁾ Dieselben, D.R.P. 272916 — 1914.

⁶⁾ C. v. Forell, Brit. Pat. 1750 — 1891.

⁷⁾ C. A. Kapferer & Schleussing, D.R.P. 110523 — 1900.

⁸⁾ H. Earle, Brit. Pat. 24911 — 1903.

⁹⁾ Ch. de la Roche, D.R.P. 199243 — 1908.

¹⁰⁾ Société A. Rousset & Co., Franz. Pat. 325374 — 1902.

¹¹⁾ M. Langlois, Franz. Pat. 446380 — 1912.

¹²⁾ J. G. A. Rhodin, Brit. Pat. 18338 — 1910.

Um alkaliarme Portlandzemente zu erhalten, will E. W. Jungner¹⁾ dem Feldspat unter Außerachtlassung der Alkalien so viel Kalk zuschlagen, daß eine Rohmasse von normalem hydraulischen Modul entsteht. Diese Rohmasse wird wie Portlandzement gebrannt. Bei der hohen Brenntemperatur verdampfen die Alkalien. Die Brenngase werden in Kondensationsapparate geleitet und die Klinker in üblicher Weise vermahlen.

Ob es auf diesem Wege gelingt, normalen Portlandzement zu erzeugen, kann wohl als ausgeschlossen betrachtet werden, weil die Bildungsbedingungen der Portlandzemente bei Feldspat-Kalkmischungen nicht vorliegen.

E. Dittler und L. Jesser²⁾ konnten feststellen, daß die Bildung des Alits in der Weise erfolgt, daß zuerst unterhalb 1420° eine geringe Menge Schmelze gebildet wird. Ist die Temperatur von 1420° erreicht, so wandelt sich die übrige Rohmasse plötzlich in den krystallisierten Alit um. Im Zusammenhange mit diesen Vorgängen hat K. Endell³⁾ darauf hingewiesen, daß die Alitbildung in einem Zustande unvollständigen Gleichgewichts erfolgt. Alle diese Erscheinungen weisen daraufhin, daß die Bildungsbedingungen des Alits, insbesondere die große Geschwindigkeit seiner Entstehung, an den Ton der Rohmasse gebunden sind, und daß der Ersatz des Tones auch nur zum wesentlichen Teil durch Feldspat ganz andere Verhältnisse bei der Sinterung schafft. Von diesem Standpunkte aus ist die Bezeichnung „Portlandzement“ für ein nur aus Ton und Kalk bestehendes und bis zur Sinterung gebranntes hydraulisches Bindemittel gerechtfertigt.

Es ist mithin auch der weitere Vorschlag E. W. Jungners, Ton der Feldspatrohmasse zuzugeben, mit anderen Worten einer gewöhnlichen Portlandzementmasse ein Feldspat-Kalkgemisch vom Zementmodul in größeren Mengen beizumischen, wenig versprechend. Werden geringere Feldspatmengen zugegeben, so leitet das Jungnersche Verfahren in die üblichen Verhältnisse der Portlandzementfabrikation über, da ja die Tone oft wesentliche Mengen Feldspat enthalten.

Es sei noch bemerkt, daß S. Peacock⁴⁾ auch Zement unter ähnlichen Verhältnissen herstellen will wie E. W. Jungner. Er erhält jedoch ein Glühprodukt, das noch wesentliche Mengen Alkalien enthält. Um auch diese zu entfernen, fügt er dem gebrannten Produkte so viel Ätzkali zu, daß bei Berücksichtigung des nicht verflüchtigten Alkalis auf 1 Äquivalent Tonerde, 1 Äquivalent Alkali vorhanden ist und bringt die Tonerde durch Kochen mit Wasser unter Druck in Lösung. Der Rückstand wird zu Zement gebrannt.

Schließlich sei noch der Vorschlag Ph. Schneiders erwähnt, die Feldspate der Hochofencharge zuzugeben und das Generatorgas einer Stelle zu entnehmen, bei der es noch nicht so weit abgekühlt ist, daß eine Kondensation der Alkalidämpfe eintritt. Es wird ein alkalireicher Gichtstaub gewonnen.⁵⁾

Gewinnung von Tonerde und Tonerdesalzen neben Alkalien bzw. Alkalisilicaten.

Eine weitere Gruppe von Verfahren zielen darauf ab, außer den Alkalien auch die Tonerde zu gewinnen sowie die Kieselsäure nutzbar zu machen.

¹⁾ E. W. Jungner, Brit. Pat. 26497 — 1912 und 28970 — 1912.

²⁾ E. Dittler u. L. Jesser, Ztrbl. f. Zementchemie I, 1910, S. 71.

³⁾ K. Endell, „Cement“ 1914, 296.

⁴⁾ S. Peacock, V.St.A.P. 1035812 — 1912 und 1036897 — 1912.

⁵⁾ Ph. Schneider, Brit. Pat. 4403 — 1913.

Vorzugsweise kommt in Betracht die Herstellung von Alaun oder von Aluminiumhydroxyd neben Alkalisalzen. Die Kieselsäure wird meist in Form von Wasserglas verwertet.

Diese Methoden schließen sich naturgemäß an die für die Aufarbeitung des Bauxits und des Tons auf Tonerdeverbindungen vorgeschlagenen an.

So schlug H. Müller¹⁾ vor, natürliche Alkalitonerdesilicate mit Kalk und ätzenden, kohlen-sauren und schwefelsauren Alkalien, letztere vorteilhaft unter Zusatz von Kohle heller Rotglut auszusetzen. Durch Auskochen der schwach gesinterten Masse soll nahezu kieselfreies Alkalialuminat erhalten werden.

Nach G. Levi²⁾ wird Leucit, Sodalith, Nephelin u. ähnl. mit Alkalilauge oder Alkalicarbonatlösung unter einem Druck von mindestens 6, zweckmäßig aber von 16—20 Atm. behandelt. Es soll nach Angabe des Erfinders Alkalisilicat in Lösung gehen, Tonerde jedoch ungelöst zurückbleiben, eine Aluminatbildung mithin vermieden werden. Aus dem von der Alkalisilicatlösung getrennten Rückstand wird die Tonerde mit starker Alkalilauge als Aluminat in Lösung gebracht.

A. J. Swayze³⁾ und S. Peacock⁴⁾ führten vorerst den Feldspat durch Erhitzen in eine amorphe Form über und schließen das gepulverte amorphe Produkt mit Alkalilösung unter Druck auf. Alkalisilicat soll in Lösung gehen. Während der erste Autor Alkalisilicat und -aluminat in Lösung bringen will, gibt S. Peacock an, daß bei 5 Atm. Druck die Tonerde ungelöst bleibt und alle Kieselsäure in Lösung geht, wenn 2 Äquivalente Alkali auf 1 Äquivalent Kieselsäure verwendet wurde. Derselbe Autor schlägt auch vor, die Feldspatalkalien durch Erhitzen von 2 Äquivalente Kalk auf 1 Äquivalent Feldspatkieselsäure im Rotierofen zu verflüchtigen und den Rückstand durch Erhitzen mit Alkali unter Druck die Tonerde zu entziehen.⁵⁾

E. Raynaud verwendet Alkalisulfat und Kohle allein bzw. Alkalisulfide an. Aus der aufgeschlossenen Masse wird die Tonerde und das Alkali mit Wasser unter Einleitung von schwefliger Säure in Lösung gebracht. Auch beim Rösten von Feldspat mit Pyrit sollen die Alkalien und die Tonerde in lösliche Formen gebracht werden.⁶⁾ Ein analoges Verfahren hat J. Seellergood bereits 1864 zur Gewinnung des Kalis aus einem grünen eisenschüssigen Sand von New Jersey (Glaukonitsand?) vorgeschlagen.⁷⁾ E. C. Eckel⁸⁾ schlägt für Glaukonit eine analoge Arbeitsweise vor.

J. M. Neil⁹⁾ schließt mit Alkalisulfat oder Alkalibisulfat auf und leitet in die geschmolzene Masse Schwefeldioxyd und Wasserdampf oder Luft ein. H. P. Basselt verwendet ein Gemenge von Natriumsulfat und Natriumcarbonat¹⁰⁾ bzw. Chlornatrium und Natriumcarbonat,¹¹⁾ Th. B. Stillman arbeitet mit einem Überschuß von Pottasche und Soda.¹²⁾ Das Aluminat wird mit Wasser aus-

¹⁾ H. Müller, D.R.P. 12947 — 1880.

²⁾ G. Levi, D.R.P. 174698 — 1906.

³⁾ A. J. Swayze, Brit. Pat. 16850 — 1907.

⁴⁾ S. Peacock, V.St.A.P. 1030122 — 1912.

⁵⁾ Derselbe, V.St.A.P. 1036897 — 1912.

⁶⁾ E. Raynaud, Brit. Pat. 22285 — 1898.

⁷⁾ J. Seellergood, Bull. de la soc. chim. 1864, 473.

⁸⁾ E. C. Eckel, V.St.A.P. 101172 — 1912.

⁹⁾ J. M. Neil, Brit. Pat. 22557 — 1912.

¹⁰⁻¹¹⁾ H. P. Basselt, V.St.A.P. 1079589 — 1913 und 1095306 — 1914.

¹²⁾ Th. B. Stillman, V.St.A.P. 1106984 — 1914.⁷

gezogen und das Kalisilicat bleibt ungelöst. F. Thompson¹⁾ verwendet Natriumbisulfat und Kochsalz, während die Societa Romana Solfati²⁾ Leucit mit ätzenden oder kohlen-sauren Alkalien und mit so viel Kalk bei Rotglut aufschließt, daß aus dem Leucit einerseits wasserlösliches Natriumaluminat, andererseits ein wasserunlösliches Calciumalkalisilicat entsteht. Letzteres soll mit Natriumbisulfat in Natriumsulfat und Calciumsilicat umgesetzt werden.

Nach J. Heibling³⁾ wird Ton mit Ammonsulfat und Kalisulfat bei 300° erhitzt. Es entweicht Ammoniak, das wiedergewonnen wird, und es bildet sich saures Kalisulfat, das den Ton aufschließt. Aus dem Reaktionsprodukt wird Kalialaun in Lösung gebracht. E. L. Rinman⁴⁾ behandelt Feldspat mit Ammonsalzen allein bei den gleichen Temperaturen und behauptet, ihn aufzuschließen und Tonerde sowie Alkalisalze und Kieselsäure zu gewinnen.

Diese Patentschriften enthalten meist eingehende Darstellungen der Trennung der Kieselsäure von dem Aluminat bzw. der Alaunlösung, auf die nicht weiter eingegangen wird.

Auch Säuren wurden für die technische Verarbeitung der Kalisilicate vielfach vorgeschlagen.

K. Dementjeff und J. Ousihkoff⁵⁾ schließen säurelösliche Kalisilicate mit verdünnter Schwefelsäure von 10° Be bei 40° C und einer Einwirkungs-dauer von 6—8 Stunden auf. Aus der Lösung wird die Kieselsäure durch Kochen abgeschieden. Der Niederschlag wird mit Natriumcarbonat behandelt und die Kieselsäure als Wasserglas in Lösung gebracht. Die von der Kiesel-säure befreite Lösung wird zur Alaungewinnung eingedampft. Ähnlich arbeitet J. O. O'Brien,⁶⁾ der auch Salz-, Fluß- und Phosphorsäure zum Aufschließen der Silicate verwendet. W. T. Gibbs⁷⁾ schließt bei 100° C mit Schwefelsäure auf, die 500 g SO₃ im Liter enthält und gibt geringe Mengen (1%) Kiesel-fluorwasserstoffsäure zu, die die Zersetzung wesentlich beschleunigen soll. Unter diesen Verhältnissen soll die Kieselsäure abgeschieden werden. Aus der Lösung wird Alaun auskristallisiert. E. Ladd⁸⁾ verwendet Salzsäure und Kiesel-fluorsäure.

A. Pezzolato⁹⁾ schließt mit Schwefelsäure von 40° Be auf, die mit schwefeliger Säure gesättigt ist.

Das Reaktionsprodukt wird bis zur Lösung der Sulfate mit Wasser ver-dünnt, filtriert und Gips sowie basisches Tonerdesulfat mit Kalkhydrat oder Car-bonat ausgeschieden und vom Alkalisulfat getrennt. Infolge der Einwirkung der schwefeligen Säure ist das Eisen in Oxydulform in der Lösung enthalten, das durch Kalkhydrat nicht abgeschieden wird. Der Tonerdeniederschlag ist daher eisenfrei. Er wird mit Schwefelsäure wieder in Lösung gebracht. Unter ähn-lichen Verhältnissen arbeitet F. Schulz und H. Gruber.¹⁰⁾

Auch Flußsäure und Kiesel-fluorwasserstoffsäure wurde zum Aufschließen der Silicate vielfach angewendet. Die Verwendung eines Gemisches von Salz-

¹⁾ F. Thompson, V.St.A.P. 995 105 — 1911.

²⁾ Societa Romana Solfati, Brit. Pat. 17985 — 1904.

³⁾ J. Heibling, Brit. Pat. 2148 — 1893.

⁴⁾ E. L. Rinman, Brit. Pat. 15590 — 1906.

⁵⁾ K. Dementjeff u. J. Ousihkoff, Brit. Pat. 14953 — 1901.

⁶⁾ J. O. O'Brien, Brit. Pat. 5559 — 1902.

⁷⁾ W. T. Gibbs, D.R.P. 173902 — 1906.

⁸⁾ E. Ladd, Brit. Pat. 18923 — 1909.

⁹⁾ A. Pezzolato, Ital. Pat. 94339 — 1908 aus „Kali“ 1908, 132.

¹⁰⁾ H. Gruber, Brit. Pat. 16129 — 1911.

säure mit einem Überschuß von Flußsäure ist bereits 1860 für diese Zwecke vorgeschlagen worden.¹⁾

J. O. O'Brien²⁾ zersetzt Feldspat mit Kieselfluorwasserstoffsäure und bringt die Tonerde in Lösung, während das Kalisalz dieser Säure nebst Kieselsäure im Rückstand verbleiben. (Analog W. T. Gibbs.)³⁾

Ch. A. Doremus⁴⁾ arbeitet mit Flußsäure allein bei 50° C. Das wasserunlösliche kieselflußsaure Kali wird von dem entsprechenden Tonerdesalz getrennt und durch Glühen mit Calciumsulfat in Kalisulfat und Fluorcalcium zerlegt.

Anschließend sei noch des von R. van der Leeden⁵⁾ vorgeschlagene Verfahrens gedacht, die Kaliminerale für sich oder im Gemenge mit Reduktionsmitteln bei höherer Temperatur in einer Atmosphäre von Chlor zu rösten. Die Chloride der Alkalien und der Tonerde werden von dem Reaktionsgemisch durch Sublimation gebrannt, während das Siliciumtetrachlorid abdestilliert wird. Die Entstehung des Siliciumtetrachlorids kann man umgehen, wenn man so viel Halogen zusetzt um Alkalichloride zu bilden und unter Druck erhitzt.

Verarbeitung von Phosphaten mit Feldspat u. dgl.

Die Methoden zur Überführung der natürlichen Phosphate in citronensäurelösliche Verbindungen mit Hilfe der natürlichen Kalisilicate schließen an das Wolterssche Verfahren an.⁶⁾ W. Wolters erhitzt natürliche Phosphate mit Silicaten der Alkalien bei Gelb- bis Weißglut und zwar kommen bei diesem Verfahren künstliche Alkalien (Gläser) in Betracht, die durch Zusammenschmelzen von Glassätzen, z. B. Kreide, Sulfat und Quarzsand, erhalten werden. Der älteste Vorschlag, Feldspat zum Aufschließen des Phosphats zu verwenden, wurde von J. Newton⁷⁾ gemacht. Dieses Verfahren ist unbrauchbar, weil der Schmelzpunkt des Feldspats viel zu hoch ist, um den Prozeß im Cupolofen durchführen zu können. G. Schröder, Fernandez-Krug und W. Hampe⁸⁾ schlugen daher vor, das Rohphosphat mit Granit, Porphyr, Phonolit, Basalt u. a., sowie mit Kalk zusammenzuschmelzen und das Schmelzgut abzuschrecken. W. Wolters⁹⁾ fand, daß die Menge des Rohphosphats, welches dem Gemenge der Gesteine mit dem Kalk ohne allzu große Beeinträchtigung der Schmelzbarkeit zugesetzt werden kann, sehr gering ist, daß aber die Citronensäurelöslichkeit durch das Abschrecken nur unbedeutend erhöht wird. Er gibt an, daß bei einem Gemisch von Feldspat und Phosphorit von 5,0% P_2O_5 , 0,9% P_2O_5 ohne Abschrecken und 1,1% nach dem Abschrecken citratlöslich ist, während aus einer Mischung von Basalt und Phosphorit von 7,9% P_2O_5 , 4,8% bzw. 5,5% P_2O_5 in die citronensäurelösliche Form übergeht. W. Wolters¹⁰⁾ schlug vor, mit künstlichen Silicaten zu arbeiten und die Schmelze in kaltes Wasser einzuleiten. Bei Anwendung dieser Kühlmethode soll die Citronen-

¹⁾ Nach Journ. prakt. Chem. **81**, 112 ff. (1860).

²⁾ J. O. O'Brien, Brit. Pat. 5559 — 1902.

³⁾ W. T. Gibbs, V.St.A.P. 772657 — 1904.

⁴⁾ Ch. A. Doremus, V.St.A.P. 1054518 — 1913.

⁵⁾ R. van der Leeden, D.R.P. 267867 — 1913 und 278259 — 1914.

⁶⁾ W. Wolters, D.R.P. 101205 — 1899.

⁷⁾ J. Newton, Engl. Pat. 2983 — 1856.

⁸⁾ W. Hampe, D.R.P. 114482 — 1900.

⁹⁾ W. Wolters, D.R.P. 170353 — 1906.

¹⁰⁾ W. Wolter, D.R.P. 101205.

säurelöslichkeit der Phosphorsäure gegenüber der der langsam abgekühlten Schmelze doppelt so groß sein. Es soll auch nahezu die ganze Phosphorsäure citronensäurelöslich sein.

Das Wolterssche Verfahren ist wegen des hohen Preises der künstlichen Kalisilicate, die nur mit Hilfe der Staßfurter Kalisalze hergestellt werden können, zu teuer. Überdies verursacht dessen technische Durchführung große Schwierigkeiten, weil die Schmelzen das Ofenfutter zerstören. Auch die Alkaliverluste durch Verdampfen sind sehr hoch. Die Chemische Fabrik Rhenania und Dr. A. Messerschmitt¹⁾ greifen daher auf den Feldspat zurück und erhitzen ein inniges Gemenge von jungvulkanischen Gesteinen mit Phosphorit und Kalkstein bis zur Sinterung, die bei 1100° beginnt. Der Prozeß wird im Drehofen durchgeführt. Zur Erleichterung der Sinterung dient ein geringer Sodazuschlag. Auch kann Leucit durch Glühen mit Kalk gesondert aufgeschlossen und ein Gemenge von Phosphorit und Kalkstein zugeschlagen werden.²⁾ Dieselben Autoren geben an, daß ein geringer Zuschlag von Kalk die schwere Schmelzbarkeit des Phosphat-Gesteingemisches wenig bessert, daß aber eine volle Citronensäurelöslichkeit der Phosphorsäure erreicht wird, wenn auf 100 Teile des Silicatgesteins nicht weniger als 120 Teile Kalkstein kommen. Für die Bemessung des kohlen-sauren Kalkes wird der Carbonatgehalt des Phosphorits in Rechnung gezogen. Es ist daher möglich, minderwertige und für die Superphosphatfabrikation unbrauchbare Phosphate nutzbar zu machen. Zu hohe Kalkzugabe erhöht die Flüchtigkeit des Kalis, ohne aber die Citronensäurelöslichkeit der Phosphorsäure zu beeinflussen.³⁾

Eingehende Forschungsergebnisse über den Einfluß der Kalkzugabe und des Tonerdegehalts auf die Citronensäurelöslichkeit der mit Kalk aufgeschlossenen Phosphate wurden von W. Mathesius und H. Blome veröffentlicht.⁴⁾ Obwohl diese Veröffentlichung die Einflüsse des Feldspatzuschlags zur Phosphat-Kalkmischung nicht behandelt, sei sie eingehend besprochen, weil ihre Resultate auch Schlüsse auf das Verhalten feldspathaltiger Rohmischungen zulassen.

Nach W. Mathesius u. H. Blome entsteht aus Bicalciumphosphat citronensäurelösliche Phosphorsäure, wenn die Bildung einer Verbindung $5\text{CaOP}_2\text{O}_5\text{SiO}_2$ ermöglicht wird. Bei der Erzeugung der reinen Verbindung ist es gleichgültig, mit welcher Abkühlungsgeschwindigkeit die geschmolzene Verbindung zum Erstarren gelangt. Ist aber die Substanz durch irgend welche Zusätze verunreinigt, so wird die Citronensäurelöslichkeit durch die Geschwindigkeit der Abkühlung wesentlich beeinflusst und zwar in dem Sinne, daß, je rascher die Abkühlung und je größer die Verunreinigung ist, um so mehr die Citronensäurelöslichkeit vermindert wird. Es muß die Abkühlungsgeschwindigkeit eine derartige sein, daß das Auskristallisieren der Verbindung $5\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$ ermöglicht wird. Die Bildung dieser Verbindung ist aber auch von der chemischen Zusammensetzung der ganzen Schmelze abhängig. Schon die Zugabe weniger Prozente Tonerde zur reinen Verbindung setzt die Citronensäurelöslichkeit auf einen praktisch unbrauchbaren Grad herab, und auch nach Abkühlung der Tonerde durch Kalk, z. B. $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$ oder $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{CaO}$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$, $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{K}_2\text{O}$ tritt die gleiche Erscheinung ein. Ein günstiges

¹⁾ Chemische Fabrik Rhenania u. Dr. A. Messerschmitt, D.R.P. 274 409 — 1914.

²⁾ Dieselben, Franz. Pat. 462352 und Zusatzpat. 18325.

³⁾ Dieselben, D.R.P. 277705.

⁴⁾ W. Mathesius u. H. Blome, D.R.P. 282461 — 1915.

Resultat wird aber erhalten, wenn man der reinen Verbindung außer Tonerde und Kalk noch Kieselsäure hinzufügt. Die Erfinder weisen zur Erklärung dieses Verhaltens darauf hin, daß eine komplexe Phosphorkieselsäure vorhanden ist, die zu ihrer Sättigung 5 Moleküle Kalk bedarf. Tritt Tonerde dazu, so verdrängt sie die Phosphorsäure und bewirkt, selbst wenn reichlich Kalk zur Bindung der Phosphorsäure vorhanden ist, die Entstehung citronensäureunlöslicher Verbindungen. Es muß so viel Kieselsäure und Kalk vorhanden sein, daß die Tonerde vollständig abgebunden wird und weitere Mengen von Kalk und Kieselsäure müssen zur Bildung des kristallisierten Kalksalzes der Phosphorkieselsäure ausreichen. Da schon die Anwesenheit weniger Prozente Tonerde, wenn sie mit Kieselsäure und Kalk in der oben angegebenen Weise abgesättigt ist, die Schmelztemperatur um mehrere 100° herabsetzen, kann diese Eigenschaft zu nutze gemacht werden, um Schmelztemperaturen zu erhalten, die die Durchführung dieses Prozesses in den üblichen Ofenkonstruktionen ausführbar machen.

Wie bereits bemerkt, haben die Erfinder die Verhältnisse, wie sie bei der Nutzbarmachung der Alkaligesteine für den Phosphatprozeß vorlagen, nicht berücksichtigt. Es ist aber durch die im D.R.P. 282461 niedergelegten Forschungsergebnisse auch die Klärung der Alkaligesteinsverfahren in wissenschaftlicher und technischer Beziehung angebahnt.

Zu bemerken wäre noch, daß T. S. Willson und M. M. Haff Feldspat und Phosphat bei etwa 1000° sintern, das gemahlene Sinterungsprodukt mit Wasser aufschleimen und mit schwefeliger Säure behandeln. Man erhält eine kali- und phosphorsäurereiche Lösung, die eingedampft wird.¹⁾

G. Levi erhitzt Phosphorit mit Kieselsäure oder Feldspat u. dgl. im elektrischen Ofen unter Verhältnissen, bei welchen Phosphorsäureanhydrid und Alkalien verdampfen. Die im Wasser angesammelte Phosphorsäure wird zur Umwandlung von Phosphorit in Monocalciumphosphat verwendet. Sind Alkalien zugegen, entstehen beim Aufschließen des Phosphorits Alkalisuperphosphate.²⁾

J. Hechenbleickner führt in die Phosphatdämpfe Luft ein, um abfällige Phosphordämpfe zu oxydieren.³⁾

Diese erstgenannten Verfahren finden sich bereits in dem allerdings in chemischer Beziehung unklaren Brit. Pat. 13134 — 1898 der Electric Reduction Company, in der angegeben ist, daß in der nach dem Verdampfen der Phosphorsäure verbleibenden Schlacke die Tonerde und die Alkalien mit schwefeliger Säure ausgezogen werden.

Cäsiumsilicate.

Von C. Doelter (Wien).

Wir haben nur ein Silicat, in welchem größere Mengen von Cäsium vorkommt, den Pollux. Jedoch kommt dieses Element in kleineren Mengen in mehreren Mineralien vor, so im Beryll, in manchem Lepidolith. In Spuren dürfte es in vielen Mineralien vorkommen, so in den Orthoklasen (Mikroklinen). Vgl. darüber S. 527 bei Kalifeldspat. Auch in Glimmern dürfte es nicht selten in Spuren vorkommen.

¹⁾ T. S. Willson, V.St.A.P. 1103910 — 1914.

²⁾ G. Levi, Östr. Pat. 51553 — 1912.

³⁾ J. Hechenbleickner, V.St.A.P. 1112211 — 1914.

Über Trennung und Bestimmung von Cäsium siehe im Verlaufe Bd. III, den Aufsatz von R. Pribram.

Über künstlichen Cäsiumfeldspat siehe S. 556.

Pollux (Pollucit).

Regulär holoedrisch.

Analysenmethode. Siehe darüber Bd. I, S. 560, ferner bei H. W. Foote.¹⁾ Spezielle ausführliche Trennungsmethoden, namentlich von Rubidium und Cäsium finden sich bei R. Pribram in dem Aufsatz über Vorkommen und Bestimmung des Cäsiums im späteren Verlaufe (Bd. IV).

Analysen.

Die erste Analyse von R. Plattner hatte kein Cäsium ergeben, sie wurde hier weggelassen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Li ₂ O	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	—
Na ₂ O	1,72	1,72	3,88	2,48	2,31	2,19
K ₂ O	—	2,71	Spur	0,47	0,78	0,41
Cs ₂ O	35,69	29,80	34,07	30,00	30,71	30,53
(CaO)	—	—	0,68	—	—	—
Al ₂ O ₃	16,39	16,39	15,97	16,31	17,24	—
(Fe ₂ O ₃)	0,86	0,86	0,68	—	—	—
SiO ₂	46,20	46,20	44,03	48,15	46,48	—
H ₂ O	2,32	2,32	2,40	2,59	2,34	—
	103,18	100,00	101,71	100,00	99,86	

Sämtliche von S. Piero in Campo (Elba), in Drusen der Turmalin führenden Granitgänge.

1. Berechnung der Plattnerschen Analyse, Pogg. Ann. **69**, 443 (1846), durch G. J. Brush, Am. Journ. **38**, 115 (1864).

2. Berechnung der Plattnerschen Analyse durch H. L. Wells, Z. Kryst. **19**, 64 (1891).

3. Analyse von F. Pisani, C. R. **58**, 714 (1864).

4. Analyse von C. F. Rammelsberg, Monatsber. Berliner Ak. 1878, 9.

5. Analyse von C. F. Rammelsberg, Monatsber. Berliner Ak. 1880, 671. Siehe auch derselbe, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 1886, 186.

6. Zweite Bestimmung von C. F. Rammelsberg.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Li ₂ O	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,13
Na ₂ O	1,72	2,03	1,68	1,81	2,06	2,11
K ₂ O	0,47	0,51	0,48	0,49	0,33	0,42
Cs ₂ O	36,77	35,36	36,10	36,08	36,25	36,03
(CaO)	0,21	0,22	0,22	0,22	—	—
Al ₂ O ₃	16,41	16,39	16,30	16,37	16,77	16,90
SiO ₂	43,48	43,59	43,51	43,53	43,75	43,54
H ₂ O bei 125—130°	—	1,53	1,50	1,52	1,57	1,59
H ₂ O bei Rotglut	1,49					
H ₂ O bei heft. Glühen	0,04					
	100,62	99,67	99,84	100,06	100,76	100,72

¹⁾ H. W. Foote, Z. Kryst. **27**, 60 (1897).

7., 8. u. 9. Auf der Lepidolithfundstätte, von Hebron (Maine); anal. H. L. Wells, Z. Kryst. 19, 63 (1891); Am. Journ. 41, 214 (1891).

10. Mittel der drei Analysen nach F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 207, 1902.

11. u. 12. Beide von Rumford (Maine), aus Granit, mit Turmalin, Lepidolith, Spodumen, Amblygonit, Zinnerz, Columbit und Mikrolith vorkommend; anal. H. W. Foote, Z. Kryst. 27, 60 (1898).

	13.	14.	15.	16.
Na ₂ O	1,69	2,97	2,00	—
K ₂ O	0,48	—	—	—
Cs ₂ O	36,38	33,48	36,44	42,53
Al ₂ O ₃	16,45	17,00	16,49	15,39
SiO ₂	43,55	45,00	43,62	40,72
H ₂ O	1,45	1,55	1,45	1,36
	100,00	100,00	100,00	100,00

13. Berechnung nach der Formel: H₂R₄Al₄(SiO₃)₉, (H. L. Wells),
wenn $\overset{I}{R} = \frac{128}{160}$ Cs, $\frac{5}{160}$ K, $\frac{27}{160}$ Na.

Berechnung von C. F. Rammelsberg nach der Formel: H₂R₄Al₄Si₉O₂₇,

14. wenn (Na, K):Cs = 1:2,5,

15. wenn (Na, K):Cs = 1:4.

16. Theoretische Zusammensetzung nach H. L. Wells, wenn nur Cäsium vorhanden wäre.

Formel. C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnete seine Analysen, jene von F. Pisani und von H. L. Wells und fand folgende Atomverhältnisse:

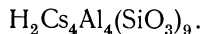
	R:Al: Si :H ₂ O	Cs:(Na, K)
Analyse Nr. 3	2,5:2 :4,67:0,8	2:1
" " 3	1,9:2 :4,5 :0,8	2,4:1
" " 4	2:2 :4,5 :0,5	3,8:1

Die Formel ist H₂R₄Al₄Si₉O₂₇.

H. L. Wells²⁾ stellt ebenfalls die Formel H₂R₄Al₄Si₉O₂₇ auf,

oder $H_2R_4Al_4(SiO_3)_9$.

Man kann dies auch für das reine Cäsiumsilicat schreiben:



Diese Formel wird auch von H. W. Foote angenommen.

Chemisch-physikalische Eigenschaften. Durch Salzsäure langsam unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure abscheidbar.

A. de Gramont³⁾ schmolz Pollux mit Natriumcarbonat und erhielt dann ein helles Cäsiumspektrum, ferner Linien von Li, Si, Al und einige von Ca.

Vor dem Lötrohre sehr schwer unter Gelbfärbung der Flamme schmelzbar. Mit Fluorammonium erhitzt und dann mit Salzsäure befeuchtet, erhält man die Cäsiumreaktion.

Die Dichte ist nach H. L. Wells²⁾ bei dem Vorkommen von Hebron

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 227 (1895).

²⁾ H. L. Wells, l. c. 70.

³⁾ A. de Gramont, C. R. 126, 1513 (1898).

2,985—2,987 und 2,976—2,977. F. Pisani fand für Pollux von Elba: 2,901; C. F. Rammelsberg¹⁾ 2,868—2,896; H. W. Foote 2,938—3,029.

Farblos, auch weiß. Lebhafter Glasglanz, Kristallflächen matt. Durchsichtig. Bruch muschelrig. Härte 6—7.

Optisch isotrop. Brechungsquotienten:

Elba: $N = 1,515$ (rot); $N = 1,517$ (gelb); $N = 1,527$ (blau)
A. Des Cloizeaux.²⁾

Hebron $N = 1,5215$ (Li-Licht); $N = 1,5247$ (Na-Licht); $N = 1,5273$ (Tl-Licht) S. L. Penfield.³⁾

Einwirkung von Chlorammonium. F. W. Clarke und G. Steiger⁴⁾ haben, wie bei anderen Silicaten, auch bei diesem die Einwirkung von Salmiak versucht. Es wurden 5 g im geschlossenen Rohre während 40 Stunden bei 350° erhitzt und dann ausgelaugt, wobei in der wäßrigen Lösung 0,14% CaO, 1,28% Na₂O und 12,30% Cs₂O sich befanden.

Bei einem zweiten Versuche wurden 11,53% Cs₂O ausgelaugt.

Die Rückstände hatten bei beiden Versuchen folgende Zusammensetzung:

	17.	18.
NH ₃ . . .	2,52	2,83
Cs ₂ O . . .	28,84	(29,90)
Al ₂ O ₃ . . .	18,32	17,85
SiO ₂ . . .	49,21	47,87
H ₂ O . . .	1,91	1,55
	100,80	100,00

Alkalien aus der Differenz.

Von der Kieselsäure waren 3,26% löslich in Natriumcarbonat und nach dem Glühen 4,13% löslich. Daher ist beim Erhitzen SiO₂ abgespalten worden.

Vorkommen und Genesis. Pollux ist ein Drusenmineral, welches in den Turmalin führenden Granitgängen von Elba mit Quarz, Turmalin, Castor (Petalit) und Beryll vorkommt. Charakteristisch sind die zerfressenen Oberflächen der Polluxstücke, welche auf Korrodierung, wohl durch Fluordämpfe deuten. Vielleicht ist er ein pneumatolythisches Mineral. Andererseits kommt er auch mit zerfressenen Quarzen auf einer Lepidolithlagerstätte in Hebron vor.

Rubidiumsilicate.

Rubidium kommt mit Cäsium zusammen in Mineralien vor, doch scheint die Menge dieses Elementes gegenüber der des Cäsiums meistens zurückzustehen. Die Analysen des Cäsiumsilicats Pollux weisen merkwürdigerweise keinen Gehalt an Rubidium auf; doch dürfte es in Spuren vorkommen.

In manchen Beryllen, in den Kalifeldspaten, einzelnen Glimmern kommt Rubidium, aber selten in wägbaren Mengen vor. Allerdings ist auch meistens

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Monatsber. Berliner Ak. 1880, 671.

²⁾ A. Des Cloizeaux, Nouv. Rech. 1867, 318 und Man. de Min. 39, 2 (1874).

³⁾ S. L. Penfield bei H. L. Wells, l. c. 68.

⁴⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. No. 207 (1902); Z. Kryst. 38, 695 (1903).

auf dieses Element nicht geprüft worden. Über Trennung und Bestimmung des Rubidiums siehe Bd. III den Aufsatz von R. Pribram.

Ein selbständiges Rubidiumsiliat kommt in der Natur nicht vor. Künstlich ist, wie wir sahen, Rubidiumfeldspat hergestellt worden.

Beryllium-Aluminiumsilicate.

Die Berylliumsilicate sind zum Teil einfache Silicate, zum Teil komplexe. Die ersteren haben wir bereits betrachtet. Die letzteren enthalten außer dem zweiwertigen Beryllium noch ein dreiwertiges Metall, welches ausnahmslos Aluminium ist. Eisen als Ferriverbindung kommt nur in kleinsten Mengen isomorph dem Aluminiumsiliat beigemischt vor.

Die hier in Betracht kommenden Silicate sind: Beryll (Smaragd), Euklas.

Außerdem kommt Beryllium noch in einigen anderen Aluminiumsilicaten vor, namentlich in solchen, welche seltene Erden enthalten, von welchen wir seinerzeit den Gadolinit, welcher beträchtliche Mengen von Beryllium enthält, dann auch den Erdmannit kennen lernten. Ferner kommt hier der vorwiegend Calcium enthaltende Bityit in Betracht.

Analysenmethode der Beryllium-Aluminiumsilicate.

Die Verarbeitung des Berylls, behufs Gewinnung von Beryllerde, erfolgt nach folgenden Methoden:

1. Durch Aufschließen mit Alkali.¹⁾
2. Mit der dreifachen Menge KF oder der $2\frac{1}{4}$ fachen Menge von NH_4F oder mit $1\frac{1}{2}$ Teilen CaF_2 im Schmelzfluß und nachherigem Digerieren mit konzentrierter Schwefelsäure.
3. Ein Gemenge von Beryll mit Kohle im Verhältnis 2:1 wird mit Öl angemacht und dann mit trockenem Chlorgas behandelt. Das Berylliumchlorid bleibt zurück, die übrigen Bestandteile werden weggeführt.
4. Eine neuere Methode²⁾ ist die des Erhitzens mit 50 Teilen CaC_2 bei 100 Teilen Beryll. Durch Auslaugen mit Flußsäure und Schwefelsäure wird das Beryllium gewonnen.

Die Beryllanalyse ist eine der schwierigsten Silicatanalysen und sind namentlich die älteren Analysen meistens nicht als zuverlässig zu betrachten.

Die Aufschließung erfolgt, wie bei anderen Silicaten, durch Behandlung mit schmelzendem Alkalicarbonat oder durch Schmelzen mit Fluorkalium und Fluorammonium; oder nach der gewöhnlichen Methode mit Flußsäure und Schwefelsäure.

Der Gang der Analyse ist der gewöhnliche, durch M. Dittrich in Bd. I, beschriebene. Schwierigkeiten macht jedoch die Trennung von Aluminium und Beryllium, und beruhen etwaige Analysenfehler auf der nicht genügenden

¹⁾ Ch. A. Parsons, Am. Journ. Chem. Soc. **26**, 721.

²⁾ P. Lebeau, C. R. **126**, 1202 (1898). — Literatur siehe bei C. Gmelin-Kraut, II, **2**, 516 (1909).

Trennung dieser beiden Elemente. Die Fällung der Oxyde der beiden Elemente erfolgt durch Natroncarbonat, welche dann durch schweflige Säure gelöst werden.¹⁾ Beim Kochen scheidet sich dann nur das Tonerdehydrat $\text{Al}(\text{OH})_3$ ab. Man kann auch das Berylliumoxyd durch Kalioalat abscheiden. Der gemeinsame Niederschlag von etwas Tonerde und Beryllerde wird mit Ammoniumcarbonat behandelt, wobei sich die Tonerde mit der ganzen Menge von Berylliumerde löst.²⁾

Zur Reinigung des Berylliumcarbonats verwandelt man dasselbe in Sulfat, kristallisiert um und fällt mit Ammoniak.

Eine andere Methode von C. Renz beruht auf dem Verhalten gegenüber Äthylamin, worin Berylliumoxydhydrat völlig unlöslich ist.³⁾ Ich erhielt bei dieser Methode etwas zuviel Beryllerde. Eine andere Methode ist die der Fällung mit unterschwefligsaurem Natron, welches nur Tonerde fällt.⁴⁾

Näheres siehe auch bei Beryllium, sowie bei K. Peters, Bd. III, S. 11.

Die Bestimmung des Berylliums erfolgt durch Fällung von $\text{Be}(\text{OH})_2$ und Glühen, dann Wägen von BeO . Weitere Mitteilungen über Trennung und Bestimmung des Berylliums siehe im Verlaufe Bd. III.

Beryll.

Dihexagonal-bipyramidal. $a:c = 1:0,4989$ (N. v. Kokscharow).

Synonyma und Varietäten: Smaragd, Goldberyll, Aquamarin.

Analysenzusammenstellung.

Die Anordnung erfolgt so, daß Berylle, welche einen Gehalt an Lithium, Rubidium oder Cäsium aufweisen, besonders betrachtet werden. Innerhalb der Gruppen ist die Anordnung eine geographische.

Bei älteren Analysen ist die Berylliumbestimmung ungenau.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
δ	—	—	—	2,6935	2,684	—	—
BeO	12,70	12,79	11,49	9,30	9,26	12,29	14,00
(MgO)	0,30	0,83	0,48	0,54	0,54	1,12	—
(CaO)	2,00	0,78	Spur	0,54	0,54	0,56	—
Al_2O_3	17,17	16,36	19,65	23,01	23,07	18,37	19,00
Fe_2O_3	2,62	1,63	0,67	—	—	1,41	—
SiO_2	65,17	66,22	65,12	66,49	66,54	66,95	67,00
H_2O	0,10	—	1,95	0,04	0,04	—	—
	100,06	98,61	99,36	99,92	99,99	100,70	100,00

1. Von Zwiesel; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1860, 555.

2. Vom Habachtal (Salzburg) aus Glimmerschiefer; anal. F. Hofmeister, Journ. prakt. Chem. **76**, 1 (1859).

3. Im Pegmatitdetritus von Craveggia (Novara); anal. G. Spezia, Z. Kryst. **7**, 623 (1884).

4. u. 5. Vom Ifinger (Tirol) aus Glimmerschiefer; anal. R. Přibram, Tsch. min. Mit. **8**, 190 (1887).

¹⁾ C. H. Warren, Ch. N. **72**, 310 — G. Wyrouboff, Bull. Soc. chim. **27**, 733 (1902).

²⁾ F. Hofmeister, Journ. prakt. Chem. **76**, 1 (1859).

³⁾ C. Renz, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **36**, 2753 (1903).

⁴⁾ Zimmermann, Z. f. anal. Chem. **27**, 62 (1888). — C. Friedheim, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **39**, 3868 (1906).

6. Aus Pegmatit von Pisek (Böhmen), undurchsichtig, gelb; anal. F. Kovář bei K. Vrba, Z. Kryst. **24**, 111 (1895).

7. Theoretische Zusammensetzung.

	8.	9.	10.	11.	11a.	12.
Na ₂ O	0,77	0,68	} 0,68*)	Spur	Spur	—
K ₂ O	0,39	0,33				
BeO	11,48	11,55	11,65	14,33	14,21	9,94
(MgO)	0,45	0,43	0,02	0,55	0,61	1,16
(CaO)	0,32	0,31	0,65	0,17	0,14	Spur
FeO	—	—	1,46	—	—	—
(NiO + ZnO)	—	—	0,74	—	—	—
Al ₂ O ₃	14,58	14,69	18,82	16,10	16,40	19,19
Fe ₂ O ₃	2,84	2,68	—	1,20	0,90	5,00
SiO ₂	65,74	65,69	64,41	66,06	65,80	63,64
(P ₂ O ₅)	—	—	—	0,11	0,09	—
H ₂ O	0,19	0,18	1,22	—	—	—
Glühverlust	2,53	2,36	—	1,46	1,41	1,07
	99,29	98,90	99,65	100,11**)	99,67***)	100,00

8. u. 9. Aus Granitpegmatit von dem Motajica-Planinagebirge (Bosnien); anal. F. Koch, Wiss. Mit. aus Bosnien-Herzeg. **8**, 427 (1901); Z. Kryst. **40**, 298 (1904).

10. Blaßgrün, von Limoges; anal. J. H. Pollock, Trans. Roy. Soc. Dublin (2), **8**, 139 (1904); Z. Kryst. **42**, 318 (1907). *) Alkalichloride.

11. u. 11a. Vom Chanteloube (Limoges); anal. P. Lebeau, C. R. **125**, 601 (1895). **) Mn₃O₄ 0,13%.

12. Vom Montblanc, aus Beryllgranit; anal. L. Duparc u. L. Mrazec, Arch. sc. nat. u. phys. **27**, 659 (1892); Z. Kryst. **24**, 647 (1895). ***) Mn₃O₄ 0,11%.

In folgenden Analysen enthalten nur die Bestimmung der Hauptbestandteile:

	13.	14.	15.
BeO	12,41	13,22	12,87
Al ₂ O ₃	19,61	19,27	19,52
SiO ₂	65,87	65,83	65,86
Flüchtige Subst.	2,12	1,57	1,58
	100,01	99,89	99,83

13. Aus Pegmatit von Biauchaud (Puy de Dôme); anal. Ph. Barbier u. F. Gonard, Bull. Soc. min. **33**, 76 (1910).

14. u. 15. In einem Quarzgang von Montjeu (Saône u. Loire); anal. wie oben.

	16.	17.	18.	19.	20.
BeO	14,69	15,97	13,72	13,74	13,09
(MgO)	—	2,62	—	0,13	—
(CaO)	—	2,99	—	0,43	—
Al ₂ O ₃	18,16	17,09	17,57	17,22	17,87
Fe ₂ O ₃	—	—	0,27	1,53	1,62
SiO ₂	66,08	62,88	67,78	65,52	66,13
H ₂ O	1,07	2,32	—	0,90	—
	100,00	103,87	99,34*)	99,47	98,71

16. Aus den Granitgängen von S. Piero (Elba); anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1875, 650.

17. Von ebenda; anal. A. Grattarola, Z. Kryst. **5**, 503 (1882).

18. Limoges (Frankr.); anal. Klatzo, Inaug.-Diss. (Dorpat 1868), 46. Jahresber. Chem. 1869, 1216. *) Enthält nach S. L. Penfield u. D. Harper, Am. Journ. **32**, 107 (1886) auch 1,20% Na₂O.

19. Aus Granit vom Donegal (Irland); anal. S. Haughton, Journ. geol. Soc. 1, 417 (1862).

20. Von Killiney aus Quarzgesteinen; anal. F. R. Mallet bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1875, 66.

	21.	22.	23.	24.
BeO	13,02	12,56	12,75	12,75
(MgO)	1,16	—	—	—
(CaO)	—	0,18	—	—
Al ₂ O ₃	14,58	19,64	16,51	16,46
Fe ₂ O ₃	0,52	0,53	3,03	1,50
SiO ₂	66,10	67,00	67,61	67,36
H ₂ O	0,80	—	—	—
	96,18*)	99,91	100,00**)	98,35***)

21. Von Aberdeen; anal. R. Plattner bei A. Breithaupt, Miner. 1847, 691.

22. Gelb, aus Gneis, große Kristalle von Fossum (Norw.); anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. 49, 533 (1840). *) Rest Na₂O u. Li₂O.

23. u. 24. Anal. J. Ch. Moberg, Acta Soc. Fenn. 2, 71; Berzelius' Jahresber. 24, 313 (1844). 23. Von Tannela **) Mit 0,10% Ta₂O; 24 von Somero ***) Mit 0,28% Ta₂O.

	25.	26.	27.	28.
δ	—	—	—	2,676
Li ₂ O	—	—	—	Spur
Na ₂ O	—	—	—	0,24
BeO	14,01	14,18	13,32	11,50
FeO	—	—	1,97	0,69
Al ₂ O ₃	19,26	18,59	20,51	20,39
SiO ₂	66,37	67,10	65,96	66,17
H ₂ O	—	—	—	1,14
	99,64	99,87	101,76	100,13

25. Von Paavo (Finnl.), nahe bei der Kupfergrube Orijärvi, gelblicher Smaragd, in rotem Albit; anal. K. Brax bei F. J. Wiik, Z. Kryst. 7, 80 (1883).

26. Von ebenda; anal. O. Runth bei F. J. Wiik, wie oben.

27. Von Sibirien, ohne näheren Fundort; anal. Jewreinow bei N. v. Kokscharow, Min. Rußl. 4, 258.

28. Von Adun-Tschilon aus Granit; anal. S. L. Penfield, Am. Journ. 28, 25 (1884); Z. Kryst. 10, 403 (1885).

	29.	30.	31.	32.	33.	34.
δ	—	2,80	—	—	—	2,73
Na ₂ O	—	—	—	0,70	—	0,34
BeO	12,30	12,9	13,10	12,40	12,70	14,40
(MgO)	—	—	—	0,90	0,40	0,64
(CaO)	—	Spur	0,40	—	—	1,00
FeO	—	—	0,90	—	—	—
Al ₂ O ₃	18,80	18,5	17,30	17,95	19,40	17,80
Fe ₂ O ₃	0,90	0,6	—	—	—	—
SiO ₂	67,60	67,1	65,60	67,85	67,20	65,20
H ₂ O	—	—	—	—	1,92***)	0,62
	99,60	99,1	98,10*)	99,80**)	101,62**)	100,00

29. Von Australien; anal. Schneider bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie 1860, 555; 1875, 650.

30. Vom Vegetable Creek (N. S.-Wales); anal. A. Liversidge, J. Roy. Soc. N. S.-Wales 29, 316 (1895); Z. Kryst. 28, 220 (1897).

31. Aus Pegmatitgang des Granits von Valparaiso, grün bis himmelblau; anal. Ovåle bei Domeyko, Min. Pérou 1879, 666. *) 0,80% NiO.
 32. Smaragd aus den Gruben von Muso, aus Kalkstein (Columbia); anal. Lévy, C. R. **45**, 877 (1857). **) Spur von Chrom. ***) Glühverlust.
 33. Von ebenda; anal. J. B. Boussingault, C. R. **69**, 1249 (1869). Glühverlust. **) Spur von Chrom.
 34. Smaragd aus zersetztem Felsit, von Emmaville, N. S.-Wales; anal. J. M. Curran, J. Roy. Soc. N. S.-Wales **30**, 214 (1897); Z. Kryst. **31**, 285 (1899).

	35.	36.	37.
δ	2,650	2,691	2,680
BeO	10,53	12,90	13,85
Al ₂ O ₃	17,60	16,10	15,53
Fe ₂ O ₃	4,98	1,87	1,64
SiO ₂	66,00	66,71	65,79
Glühverlust	0,95	2,08	3,07
	100,06	99,66	99,88

35. Chester City Steinbruch (Pennsylvanien); anal. J. Eyer man, Miner. Pennsylv. Selbstverlag, II. (1911).
 36. Broad u. Olnaystraße, Philadelphia; anal. wie oben.
 37. Cope's Bridge, East Bradford, Chester Co.; anal. wie oben.

	38.	39.
Na ₂ O	0,46	0,47
K ₂ O	0,62	0,41
BeO	11,29	10,50
(MgO)	0,41	0,47
(CaO)	2,60	1,40
(FeO)	3,13	2,88
Al ₂ O ₃	32,49	27,23
SiO ₂	47,47	54,27
H ₂ O	0,48	—
	98,95	97,63

38. u. 39. Beide von Glenkullen (Irl.); anal. E. G. J. Hartley, Proc. Roy. Dubl. Soc. **5**, 627 (1887).

	40.	41.	42.	43.
δ	—	2,708	2,72	—
Na ₂ O	—	0,71	—	—
BeO	12,91	13,73	12,47	13,35
(CaO)	—	0,06	0,06	—
FeO	—	0,38	—	—
Al ₂ O ₃	17,22	17,75	18,66	19,10
Fe ₂ O ₃	2,03	0,21	0,09	—
SiO ₂	66,97	65,54	66,56	65,39
H ₂ O	—	2,01	2,30	1,76
	99,13	100,39	100,35*)	99,60

40. Von Goshen (Mass.); anal. F. R. Mallet, Am. Journ. **17**, 180 (1854).
 41. Von Stoneham (Maine), blaßgrün; anal. S. L. Penfield u. D. Harper, Am. Journ. **32**, 110 (1886).
 42. Von Winslow, Madagaskar, rosarot; anal. A. Damour, Bull. Soc. min. **9**, 153 (1886). *) Mn₂O₃ 0,21%.
 43. Grün, bei Home post-office (West-Tennessee); anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U. S. Nr. 419, 267 (1910).

Die folgenden Analysen, welche sich auf Smaragd und Aquamarin beziehen, zeigen nur die Bestimmung der Hauptbestandteile.

	44.	45.	46.	47.
BeO	12,90	13,10	12,89	13,27
Al ₂ O ₃	18,43	18,58	18,95	18,71
Fe ₂ O ₃	Spur	Spur	Spur	—
SiO ₂	66,65	66,96	65,95	66,02
Glühverl. . . .	2,19	2,10	2,20	1,45
	100,17	100,74	99,99	99,45

44. bis 46. Smaragde aus den Smaragdgruben von der Takowaja (Ural); anal. P. Zemjatschensky, *Trans. Soc. imp. Natural. St. Pétersbourg* **29**, I, 5 (1900); *Z. Kryst.* **36**, 177 (1902).

47. Aquamarin aus den Gruben des Ilmengebirges bei Kyschtym (Ural); anal. P. v. Sustschinsky, wie oben S. 21; *Z. Kryst.* **36**, 177 (1902).

	48.	49.	50.	51.	52.	53.
δ	—	—	—	—	2,714	2,707
Li ₂ O	0,05	0,72	0,28	0,13	0,46	0,16
Na ₂ O	0,51	1,45	0,75	0,46	0,84	0,87
K ₂ O	—	—	0,12	—	0,18	0,14 ¹⁾
BeO	11,32	10,26	13,08	11,03	13,42	13,03
(MgO)	0,34	—	—	—	—	0,09
(FeO)	0,78	0,54	0,26	0,49	—	—
Al ₂ O ₃	19,83	20,13	18,40	20,80	17,86	18,50
Fe ₂ O ₃	0,44	—	—	—	—	0,33
SiO ₂	65,14	64,74	65,72	65,13	64,98	65,21
TiO ₂	—	—	—	—	—	Spur
H ₂ O	2,04	2,69	2,06	2,19	2,16	1,80
	100,45	100,53	100,79*)	100,23	99,90	100,13

48. Von Royalston (Mass.), blaugrün; anal. S. L. Penfield, *Am. Journ.* **28**, 15 (1884).

49. Von Branchville (Connect.); anal. S. L. Penfield u. E. S. Sperry, *Am. Journ.* **36**, 317 (1888); *Z. Kryst.* **17**, 405 (1890).

50. Glasartig, durchsichtig, von Willimantic (Connect.); anal. wie oben. *) 0,12 MnO.

51. Von Amelia Co (Virg.); anal. S. L. Penfield, *Am. Journ.* **28**, 25 (1884).

52. Von Mesa Grande, S. Diego (Calif.); anal. W. E. Ford, *Am. Journ.* [4] **30**, 128 (1911); *Z. Kryst.* **48**, 464 (1911).

53. Weiß von der Zinn-Mine, Wereslow (Maine); anal. W. F. Hillebrand, *Bull. geol. Surv. U.S. Nr.* 419, 267 (1910).

	54.	55.	56.	57.	58.	59.
Li ₂ O	—	—	—	0,12	0,30	0,04
Na ₂ O	—	0,41	2,28	1,43	1,18	0,73
K ₂ O	—		1,61	0,32	0,28	0,15
BeO	13,27	11,40	10,87	13,49	13,89	13,76
(CaO)	1,02	1,06	Spur	—	—	—
(MgO)	1,81	0,56	—	—	—	— ²⁾
Al ₂ O ₃	17,21	20,08	18,64	18,02	17,44	18,14
Fe ₂ O ₃	—	—	—	0,61	1,05	—
SiO ₂	65,09	64,39	63,90	64,56	64,28	64,76
H ₂ O	1,44	1,27	1,62	1,96	1,85	2,24 ³⁾
	99,84	99,17	98,92	100,51	100,27	99,82

¹⁾ Mit Cs₂O.

²⁾ MnO 0,003%.

³⁾ Glühverlust.

54. bis 56. Alle drei Berylle von Elba; anal. L. Maddalena, Atti R. Acc. Linc. [5] **21**, I, 633; N. JB. Min. etc. 1913, II, 21.
 57. Blauer Aquamarin von Ambatolampy (Madag.) aus Pegmatit; anal. L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, Bull. Soc. min. **34**, 240 (1911).
 58. Aquamarin von Sahanivotry (Madag.); anal. wie oben.
 59. Rosa Beryll von Tsilaisina (Madag.); anal. wie oben.

Cäsium- und lithiumhaltige Berylle.

W. Vernadsky hat einen Beryll, welcher 3,10% Cs₂O enthielt, Woro-bieffit genannt. Da jedoch viele Berylle kleinere Mengen des Elementes Cäsium enthalten, so ist es bei dem Umstande, als in älteren und in manchen neueren Analysen auf Cäsium nicht geprüft wurde, wahrscheinlich, daß alle Berylle zum mindesten Spuren, vielleicht aber bestimmbare Mengen dieses Elementes enthalten, und nicht nötig, dafür einen neuen Namen einzuführen. Hier wurden alle cäsium- und lithiumhaltigen, welche auch sehr verbreitet sind bei der Analysenzusammenstellung besonders angeführt, ohne daß es wohl nötig wäre, diese als besondere Varietät anzunehmen.

	60.	61.	62.
δ	2,716	2,747	—
Li ₂ O	0,10	0,75	0,84
Na ₂ O	0,54	1,21	1,39
K ₂ O	—	0,10	—
Cs ₂ O	0,03	1,61	1,66
BeO	13,50	12,13	10,54
FeO	0,18	0,16	0,48
Al ₂ O ₃	17,86	17,89	18,89
Fe ₂ O ₃	0,37	—	—
SiO ₂	65,62	64,12	64,29
H ₂ O	2,34	2,24	2,44
	100,54	100,21	100,53

60. Von N. Milford, Litchfield Co. aus einer Glimmergrube; anal. S. L. Penfield u. E. S. Sperry, Am. Journ. **36**, 317 (1888); Z. Kryst. **17**, 406 (1890).
 61. Von Norway (Maine); anal. wie oben.
 62. Von ebenda; anal. S. L. Penfield, Am. Journ. **28**, 25 (1884).

	63.	64.	65.	66.	67.	68.
δ	2,80	2,8474	2,81	2,75	2,79	—
Li ₂ O	1,60	1,99	2,00	0,83	1,68	1,39
Na ₂ O	1,13	2,05	0,24	1,03	1,60	Spur
K ₂ O	—	0,68	—	—	—	—
Cs ₂ O	3,60	0,87	4,56	1,43	1,70	3,10
Rb ₂ O	—	1,34	—	—	—	—
BeO	11,36	11,76	29,05 ¹⁾	30,30 ¹⁾	11,43	11,45
CaO	—	—	0,34	—	—	—
MgO	—	—	—	—	—	0,24
MnO	—	—	Spur	Spur	—	0,04
FeO	—	—	0,26	1,04	—	—
Al ₂ O ₃	17,74	17,41	— ¹⁾	— ¹⁾	17,73	18,34
Fe ₂ O ₃	0,40	—	—	—	—	Spur
SiO ₂	62,44	61,67	60,39	62,70	62,79	62,84
Glühverl.	2,03	2,20	1,65	2,63	2,65	1,92
	100,30	99,97	98,49	99,96	99,58	99,32

¹⁾ Mit Al₂O₃ zusammen.

63. Von Hebron (Maine) mit Pollucit in Lepidolith, farblos; anal. H. L. Wells nach E. S. Dana, *Miner.* 1892, 407.
 64. Rosaberyll vom Maharitra; anal. L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, *Bull. Soc. min.* **34**, 135, 241 (1911).
 65. Dasselbe Vorkommen; anal. Rengade u. A. Lacroix, ebenda **34**, 124. Unvollständige Analyse.
 66. Rosaberyll von Vohyaday (Madag.); anal. wie oben. Unvollständige Analyse.
 67. Madagaskar, vielleicht vom selben Fundort; anal. W. E. Ford, *Am. Journ.* **30**, 129 (1910).
 68. Worobieffit von Lipowka (Ural); anal. K. Nenadkewitsch bei W. Vernadsky, *Tr. du Musée géol. Pierre-le-grand Acad. St. Pétersbourg* **2**, 81 (1908); *N. JB. Min. etc.* 1909, II, 21.

Der Vollständigkeit halber sei hier eine Analyse gebracht eines Smaragdes, welcher vielleicht ein künstlicher war.

	69.
δ	3,139
MgO	1,60
CaO	1,96
BeO	7,34
Al_2O_3	28,66
Fe_2O_3	2,25
SiO_2	49,91
X_1	0,49
X_2	7,66
	99,87

X_1 wurde mit Oxalsäure, X_2 mit Kaliumbisulfat vom Niederschlag $\text{FeO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{X}_n\text{O}_m$ getrennt. D. Rebuffat,¹⁾ welcher diese Analyse ausführte, glaubt, daß Zirkonerde vorliegt. Die Flüssigkeit, welche von dem mit Ammoniak erhaltenen Niederschlag getrennt war, enthält vielleicht Molybdän. Da die Analyse von jener der natürlichen Smaragde so stark abweicht, dürfte es sich eher um ein Kunstprodukt handeln.

Gehalt an anderen Elementen.

A. de Gramont,²⁾ welcher das Spektrum des Berylls von Limoges untersuchte, fand darin nur Si, Al, Na, Be und Ca.

Beryll enthält, wie schon D. Brewster und später auch A. Bücking konstatierte, zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse.³⁾

Die Flüssigkeit wird von vielen Forschern für Kohlensäure angesehen. W. A. Tilden⁴⁾ untersuchte die Gase, welche aus Beryll in der Wärme sich entwickeln und fand 6,7 Volumteile, wovon 6 Kohlensäure sind.

Heliumgehalt. R. Strutt⁵⁾ fand im Beryll von Acworth zuerst Helium; dieser ist nach R. Strutt radioaktiv. Auch nicht radioaktive Berylle enthalten Helium, wie A. Piutti⁶⁾ am Rosaberyll von Elba konstatierte. Er hat zahl-

¹⁾ O. Rebuffat, *Lav. di Chimica R. Scuola d'appl. Ign. Napoli* 1894; nach *Z. Kryst.* **26**, 219 (1896).

²⁾ A. de Gramont, *C. R.* **126**, 1513 (1898); *Bull. Soc. min.* **21**, 95 (1898).

³⁾ Siehe Näheres bei H. E. A. Wülfing, *Mikrosk. Phys. d. Miner.* (Stuttgart 1904), I, 385.

⁴⁾ W. A. Tilden, *Proc. Roy. Soc.* **60**, 453 (1896).

⁵⁾ R. Strutt, *Le Radium* **5**, 202 (1908).

⁶⁾ A. Piutti, *Le Radium* **11**, 1 (1913), Maiheft.

reiche Berylle auf Helium untersucht und in vielen Helium gefunden. Er fand, was in anderer Hinsicht von Interesse ist, keinen Zusammenhang zwischen dem Heliumgehalt und dem Alter des Minerals. Es wurde in Beryllen von jüngerem Alter oft mehr Helium gefunden als in ganz alten. Übrigens wechselt der Heliumgehalt bei Stücken von demselben Fundort, insbesondere in jenen von Wottawa, Pisek, Acworth, Limoges und Temecula. Am meisten enthielt der Beryll von Fahlun, am wenigsten die von Miasc, Manitou (Colorado) und vom Monte Antero. Im inneren Teil der Kristalle ist der Heliumgehalt größer als in dem äußeren.

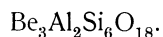
Formel und Konstitution.

Die Schwierigkeit der Trennung von Aluminium und Beryllium, auf welche S. 583 hingewiesen wurde, ist so groß, daß die wenigsten Analysen eine genaue Bestimmung des Berylliums ergeben, zumeist weniger als vorhanden sein dürfte. Aus den Analysen berechnet sich das Verhältnis:

	Al + Be : Si	Al : Be
Aduntschilon	1 : 1,7	1 : 2,35
Hebron	1 : 1,6	1 : 2,4
Stoneham	1 : 1,7	1 : 2,28
Stoneham	1 : 1,5	1 : 3,1
Litchfield	1 : 1,5	1 : 3
Willimantic	1 : 1,5	1 : 3
Brancheville	1 : 1,6	1 : 2,2
Royalston	1 : 1,6	1 : 2,3
Amelia	1 : 1,64	1 : 2,2

Demnach ist das erste Verhältnis 1:1,57, das zweite Verhältnis schwankt jedoch sehr stark und nähert sich bei vielen Analysen 1:2,5, bei anderen 1:3.

C. F. Rammelsberg¹⁾ nimmt das Verhältnis Be:Al:Si mit 3:2:6 an. Daher die Formel:



Diese Formel erfordert:

BeO	14,0
Al ₂ O ₃	18,9
SiO ₂	67,1

Die meisten Analysen zeigen weniger BeO, weil eben meistens zu wenig Beryllium bei der Analyse erhalten wird. Nur wenig Analysen geben mehr, als das Verhältnis 2:3 für Beryllium verlangt, so z. B. eine Analyse von C. F. Rammelsberg vom Elbaner Beryll, welche 2:3,3 ergibt.

Die erwähnte Formel ist allgemein angenommen. Allerdings ist die Tonerdemenge von 19% auch nicht erreicht; rechnet man die Elemente Li, Cs, Rb und Na zum Beryllium, was allerdings wegen der verschiedenen Wertigkeit vielleicht nicht ganz einwandfrei wäre, so ergeben manche der neueren Analysen viel mehr als 14% für BeO und weniger als 19% für Al₂O₃. Das Verhältnis verschiebt sich von 2:3 zu 2:3,5 nach der Formel Be₇Al₄Si₆O₂₅ oder Be₄Al₂Si₇O₂₁ mit 16% BeO und 17% Al₂O₃. Allerdings kann die

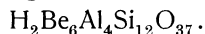
¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 278 (1895).

Zersetzung damit zusammenhängen. Immerhin wären sehr genaue Analysen nötig und zwar an ganz reinem, frischem Material, um die Formel $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ endgültig zu bestätigen.

Wassergehalt. Alle Berylle zeigen einen nicht ganz zu vernachlässigenden Wassergehalt, welcher oft 2% übersteigt. Das Wasser entweicht, wie S. L. Penfield zuerst gezeigt hat, erst beim Glühen. Es wurde zumeist angenommen, daß es sich um Zersetzungswasser handelt. Es ist dies aber, wenn auch zum Teil richtig, vielleicht nicht ganz allgemein.

E. T. Allen u. J. K. Clement¹⁾ haben außer Tremolit (vgl. Bd. II, S. 636) auch den Beryll in bezug auf seinen Wassergehalt untersucht. Beryll von Alexander Co. enthielt 2,5%: Der Wasserverlust vollzog sich äußerst langsam, nach dem Erhitzen vor dem Gebläse war der Beryll anscheinend unverändert. Es dürfte ein analoger Fall, wie bei Tremolit vorliegen, nämlich die Gegenwart von gelöstem Wasser. Jedenfalls wird man den Wassergehalt dieses Minerals nicht in die Formel einbeziehen dürfen.

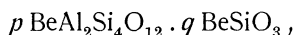
S. L. Penfield berücksichtigte das Wasser und bekam die Formel:



Nach den neueren Untersuchungen kann diese Formel nicht angenommen werden, um so mehr als ein solcher Wassergehalt nie erreicht wird.

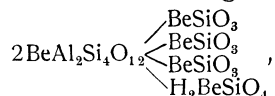
Konstitution. Über diese hat sich namentlich W. Vernadsky²⁾ geäußert. Die Umwandlung des Berylls weist nach demselben auf die Existenz eines Glimmer- oder Kaolinkernes, da Umwandlungen in dieses Mineral häufig sind.

Es wäre eine Gruppe $\text{R}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ vorhanden. Auch die grüne Farbe soll dies beweisen, daß ein als isomorphe Beimengung auftretendes Chromsilicat vom Kaolintypus vorliegt, da andere Chromsilicate rosenrot sind.³⁾ Die Berylle sind daher ein Additionsprodukt der Leucitgruppe zum Glimmerkern; es würden daher zwei Silicate vorkommen:



wobei $q:p$ kleiner oder gleich 2 sind, p ist 1, 2 oder 3.

W. Vernadsky, dessen Abhandlung aus dem Jahre 1908 datiert, kannte nicht die Arbeit von E. T. Allen und J. K. Clement, er nimmt die Penfieldsche Formel, in welcher das Wasser aufgenommen ist, an.



Be kann vertreten sein durch Na, Li, Cs in BeSiO_3 .

Chemische Eigenschaften.

Beryll ist in Säuren, mit Ausnahme von Flußsäure, unlöslich. Das Pulver von südamerikanischem Smaragd ist nach A. Kenngott⁴⁾ nach dem Glühen, mit Wasser versetzt, deutlich alkalisch, während ungeglühter dies nicht zeigt.

¹⁾ E. T. Allen u. J. K. Clement, Am. Journ. **26**, 101 (1908).

²⁾ W. Vernadsky, Tr. Musée géol. Pierre la Grand, près. l'Acad. St. Pétersbourg 1908, II, 81 und 975; nach Ref. N. JB. Min. etc. 1909, II, 21.

³⁾ Dazu ist zu bemerken, daß auch rosenrote Berylle existieren.

⁴⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 780.

J. Lemberg¹⁾ behandelte Beryll bei 200° mit 12% iger Na₂SiO₃-Lösung, wobei dieser bis auf 19% in sehr Na-reiche, durch Salzsäure zerlegbare Silicate umgewandelt worden war.

Es bildet sich ein Beryllium-Alkalisilicat. J. Lemberg verweist dabei auf die Ähnlichkeit des Vorgangs mit jenem bei der Umwandlung in Glimmer.

Physikalische Eigenschaften.

Dichte 2,6—2,7 an reinem Material (siehe auch die Analysen und S. 597).

Härte 7—8. Unebener oder muscheliger Bruch.

Spaltbar nach (0001), wenig vollkommen, spröde.

Glasglanz, zuweilen etwas fettig. Farbe, bei Smaragd: gras-, oliven-, seladon- und reinsmaragdgrün. Bei Beryll: blaß- bis honiggelb, gelbgrün; bei Aquamarin himmelblau, bläulichgrün, grünblau. Goldgelb bei Goldberyll.

Auch farbloser, gelblichweißer und rosa Beryll kommt vor.

Brechungsquotienten:

	N_{ω}	N_{ϵ}		
Wasserheller Beryll	1,571	1,566	(Na-Licht)	F. Kohlrausch, ²⁾
Grünlichblau	1,5804	1,5746	(Na-Licht)	F. Kohlrausch, ²⁾
Blaugrün (Nertschinsk)	1,5719	1,5674	(Na-Licht)	J. Danker, ³⁾
Blaßgrüngelb	1,58935	1,58211	(Na-Licht)	H. Dufet, ⁴⁾
"	1,58620	1,57910	(Li-Licht)	H. Dufet, ⁴⁾
"	1,59210	1,58485	(Ti-Licht)	H. Dufet, ⁴⁾
Wasserhell	1,574039	1,569022	(Na-Licht)	A. Offret, ⁵⁾
"	1,570984	1,566044	(Li-Licht)	A. Offret, ⁵⁾
"	1,578410	1,573328	(Cd-grün)	A. Offret, ⁵⁾

Vgl. auch A. Schraufs Messungen für die verschiedenen Spektrallinien.

Nach W. E. Ford⁶⁾ bewirkt die Einführung von Alkalioxyden in ein Mineral eine Erniedrigung des Brechungsquotienten, während bei Beryll das Gegenteil der Fall ist, weil BeO ein niedriges Molekulargewicht besitzt. Wegen des hohen Molekulargewichts des Cäsiums ist aber dessen Einfluß der vorherrschende. Doppelbrechung nicht stark, negativ.

Neuere Bestimmungen wurden an Beryllen von Madagaskar und elbanischen vorgenommen:

	N_{ω}	N_{ϵ}	
Rosaberyll von Maharitra	1,5944	1,5865	(Li-Licht)
"	1,5974	1,5890	(Na-Licht)
"	1,5996	1,5917	(Ti-Licht)
$N_{\omega} - N_{\epsilon}$	0,0084		(Na-Licht).

$2E = 4^{\circ} 6'$; $2V = 2^{\circ} 34'$ (Na-Licht).

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **44**, 240 (1892).
²⁾ F. Kohlrausch, Sitzber. phys.-med. Ges. Würzburg, 23. Juli 1877; Z. Kryst. **2**, 101 (1878).
³⁾ J. Danker, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. **4**, 269 (1886).
⁴⁾ H. Dufet, Bull. Soc. min. **8**, 262 (1885).
⁵⁾ A. Offret, ebenda **13**, 561 (1890).
⁶⁾ W. E. Ford, Z. Kryst. **48**, 465 (1911).

	N_{ω}	N_{ε}	
Rosaberyll von Maharitra . .	1,5968	1,5886	(Li-Licht)
" " " . .	1,6002	1,5921	(Na-Licht)
" " " . .	1,6033	1,5955	(Tl-Licht)
$N_{\omega} - N_{\varepsilon}$	0,0081		(Na-Licht)

Diese Bestimmungen rühren sämtlich von L. Duparc, M. Wunder und R. Sabot¹⁾ her.

Die folgenden Bestimmungen sind von A. Lacroix und Rengade²⁾ vorgenommen worden an demselben Vorkommen:

	N_{ω}	N_{ε}	
Für Na-Licht	1,5996	1,5811	(soll wohl richtig heißen 1,5911).
$N_{\omega} - N_{\varepsilon}$ ist	0,0085.		

Weitere Bestimmungen rühren von L. Maddalena³⁾ her und wurden an Vorkommen von S. Piero (Elba) ausgeführt, wobei die zwei ersten Bestimmungen (links) mit dem Abbé-Pulfrichschen Apparat, die anderen (rechts) mittels der Minimalablenkungsmethode durchgeführt wurden.

	N_{ω}	N_{ε}	N_{ω}	N_{ε}	δ
Farbloser Beryll	1,57682	1,57169	1,5769	1,5717	2,6891
Pfirsichblütenrot	1,57778	1,57269	—	—	2,6917
Himmelblau, nicht wie die vorigen völlig durchsichtig .	1,59169	1,58524	1,5850	1,5916	2,7639

L. Duparc und Mitarbeiter⁴⁾ haben eine Zusammenstellung gegeben.

Durch diese Zusammenstellung der Analysen und der Brechungsquotienten in einer Tabelle wird gezeigt, daß die letzteren mit der Intensität der Färbung zunehmen und daß dieselbe Zunahme für die Dichte stattfindet. Ferner nehmen die Quotienten mit der Doppelbrechung, sowie die Dichte mit zunehmendem Alkaliengehalt zu.

		Li-Licht	Na-Licht	Tl-Licht
1. Aquamarin von Tétéhina,	N_{ε}	1,5728	1,5756	1,5791
	N_{ω}	1,5787	1,5818	1,5850
2. " " Ambatolampy	N_{ε}	1,5748	1,5774	1,5801
	N_{ω}	1,5806	1,5834	1,5867
3. " " Antaboko	N_{ε}	1,5798	1,5831	1,5864
	N_{ω}	1,5865	1,5899	1,5931
4. " " Tongafena, blau	N_{ε}	1,5736	1,5791	1,5823
	N_{ω}	1,5863	1,5856	1,5886
5. " " " grünlich,	N_{ε}	1,5740	1,5778	1,5805
	N_{ω}	1,5803	1,5834	1,5867

¹⁾ L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, Bull. Soc. min. **34**, 134 (1911).

²⁾ A. Lacroix u. Rengade, Min. de France **4**, 809 (Paris 1910).

³⁾ L. Maddalena, R. Acc. d. Linc. [5] **21**, 633; N. JB. Min. etc. 1913, II, 21.

⁴⁾ L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, Mém. Soc. sc. phys. et nat. **36**, III, 283 (1910); Z. Kryst. **52**, 296 (1913).

Fundort	Maharitra	Tétéhina	Ambatolampy	Antaboko	Tongafena
Achsenwinkel $2E$	$4^{\circ} 54'$	$9^{\circ} 44'$	$10^{\circ} 12'$	$5^{\circ} 23'$	$8^{\circ} 42'$

Dichte 2,8808, 2,7116, 2,7186, 2,7379 für die letztgenannten Varietäten.

Erhöhung der Werte der Brechungsquotienten mit der Temperatur.
 A. Offret¹⁾ hat die Brechungsquotienten für verschiedene Farben bei Temperaturen von 20—320° gemessen und fand folgende Werte:

		Rot (Li-Licht)	Gelb (Na-Licht)	Grün (Cd-Licht)	Blau (Cd-Licht)
20°	N_{ω}	1,570980	1,574043	1,576570	1,580448
	N_{ε}	1,566050	1,569027	1,571497	1,575348
320,4°	N_{ω}	1,575089	1,578219	1,580862	1,584904
	N_{ε}	1,569887	1,572936	1,575439	1,579306

H. Dufet²⁾ hatte gefunden:

$$\delta \omega = 10^{-7} (189,4 - 10,34 \theta + 0,2735 \theta^2)$$

$$\delta \varepsilon = 10^{-7} (180,3 - 10,314 \theta + 0,2735 \theta^2)$$

Optische Anomalien, da Beryll oft zweiachsig erscheint.

H. Bücking³⁾ veränderte die Größe und Lage des Achsenwinkels durch Druck. C. Doelter⁴⁾ fand bei Temperaturerhöhung verschiedene Winkelgröße, und zwar wird der Achsenwinkel in der Hitze sehr klein.

Deutlicher Pleochroismus.

Spezifische Wärme nach J. Joly⁵⁾ an durchsichtigem Beryll 0,2066, an halbdurchscheinendem 0,2127. P. W. E. Öberg⁶⁾ fand nur 0,1979.

Ausdehnung durch Erwärmen. Die Ausdehnungsquotienten bei Temperaturerhöhung sind gering, in der Richtung der Hauptachse zeigt sich dagegen eine Kontraktion. Die beiden Werte sind nach H. Fizeau⁷⁾:

Nach der Hauptachse . . . = - 0,00000106

Senkrecht zu dieser . . . = + 0,00000137

Benoît⁸⁾ fand für diese Werte $10^{-9} (-1304,9 + 8,06 \theta)$ und $10^{-9} (993,7 + 9,316 \theta)$.

A. Offret⁹⁾ fand für 0—500°: 1,000743.

H. Panebianco¹⁰⁾ fand aus der Formel Fizeaus, daß der Beryll bei - 4,7° C seine maximale Dichte hat.

Über die Fortpflanzung der Wärme im Beryll siehe A. Jannettaz.¹¹⁾

¹⁾ A. Offret, Bull. Soc. min. **13**, 561 (1890).

²⁾ H. Dufet, ebenda **8**, 262 (1885).

³⁾ H. Bücking, Z. Kryst. **7**, 563 (1883).

⁴⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1884, II, 217.

⁵⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1887).

⁶⁾ P. E. W. Öberg, Öfv. k. Vet. Ak. Förh. (Stockholm 1885), Nr. 8, 45.

⁷⁾ A. Fizeau, Pogg. Ann. **135**, 380 (1868).

⁸⁾ Benoît bei H. Dufet, l. c.

⁹⁾ A. Offret, l. c.

¹⁰⁾ H. Panebianco, Riv. di min. et crist. Ad. **38**, 3 (1909).

¹¹⁾ A. Jannettaz, Bull. Soc. min. **15**, 133 (1893).

Elastizitätskoeffizient. Nach W. Voigt¹⁾ wächst er mit steigender Belastung (siehe dort die Zahlen).

Das Maß der kubischen Kompressibilität ist $M = 7,255 \cdot 10^{-8}$, also 70 mal kleiner als das des Wassers.

Elektrische Eigenschaften. Die Dielektrizitätskonstante ist nach J. Curie²⁾ in der Richtung der optischen Achse 6,24, in der Richtung senkrecht dazu 7,58. W. Schmidt³⁾ fand 5,55 und 6,05. Die Pyroelektrizität ist nach G. Hankel gering. Beryll ist paramagnetisch. Bezüglich der Magnetisierungszahlen siehe W. Voigt und S. Kinoshuto.⁴⁾

Natürliche Ätzfiguren wurden beobachtet.

Schmelzbarkeit. Klare Kristalle werden vor dem Lötrohre trübe, schwer zu blasiger Schlacke schmelzbar, was bei alkalireichen leichter gelingt.

A. Brun⁵⁾ fand für Smaragd von Limoges den Schmelzpunkt von 1410 bis 1430°.

J. Joly⁶⁾ fand, daß gelbe und grüne Berylle bei 357° fast farblos wurden. Ich⁷⁾ fand für die Entfärbung eine höhere Temperatur, als ich Aquamarin in Sauerstoff erhitzte. Sattgrüner Smaragd wurde bei Erhitzen in Sauerstoff nur heller, aber im ganzen wenig verändert, ebenso in reduzierenden Gasen.

Luminiszenz. L. Sohnke⁸⁾ beobachtete Fluoreszenz, was J. Schincaglia⁹⁾ nicht bestätigte. A. Engelhardt¹⁰⁾ beobachtete im ultravioletten Licht bei Uralschem Beryll hellgrüne Fluoreszenz, ebenso bei solchem von Langenbielau.

W. Vernadsky¹¹⁾ beobachtete Tribolumineszenz.

Mit Radiumstrahlen beobachtete ich keine Lumineszenz.

Einwirkung von Strahlungen und Farbenveränderung. Für Röntgenstrahlen ist nach C. Doelter¹²⁾ Beryll undurchlässig. Derselbe Autor¹³⁾ fand nur sehr geringfügige Farbenveränderung mit Radiumstrahlen; er wird etwas dunkler. Dagegen wird Aquamarin sowohl von Röntgen- als auch von Radiumstrahlen dahin verändert, daß er mehr bläulich wird. Der durch Radiumstrahlen veränderte Aquamarin wurde durch weitere Bestrahlung nicht mehr verändert. Rosaberyll wird nach G. Kunz durch Röntgenstrahlen kirschrot.

A. Piutti hat im Anschluß an seine Arbeiten über den Heliumgehalt der Berylle (vgl. S. 590) die Dichten vieler Berylle neu bestimmen lassen und

¹⁾ W. Voigt, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 5, 84 (1887); Wied. Ann. 31, 474, 701.

²⁾ J. Curie, Ann. chim. phys. 17, 385 (1889); 18, 203 (1880).

³⁾ W. Schmidt, Ann. d. Phys. 9, 919 (1902).

⁴⁾ W. Voigt u. S. Kinoshuto, Nachr. k. Ges. Wiss. (Göttingen 1907), 123, 270; Z. Kryst. 47, 81 (1910).

⁵⁾ A. Brun, Arch. Sc. phys. et nat. 12, 352 (1902).

⁶⁾ J. Joly, Rep. British Assoc. 1888, 684; Z. Kryst. 18, 484 (1891).

⁷⁾ C. Doelter, Das Radium und die Farben (Dresden 1910), 78; siehe auch W. Hermann, Z. anorg. Chem. 60, 369 (1908).

⁸⁾ L. Sohnke, Z. Kryst. 30, 619 (1899).

⁹⁾ J. Schincaglia, Nuovo Cimento, Pisa IV, 10, 212; 11, 299 (1900); Z. Kryst. 34, 311 (1901).

¹⁰⁾ A. Engelhardt, Inaug.-Diss. (Jena 1912), 26.

¹¹⁾ W. Vernadsky, N. JB. Min. etc. 1912, I, 381.

¹²⁾ C. Doelter, ebenda 1896, II, 96.

¹³⁾ C. Doelter, Das Radium und die Farben (Dresden 1910), 25; vgl. auch A. Miethe, Ann. d. Phys. 19, 633 (1906) und G. Kunz, Am. Journ. 31, 45 (1911).

gebe ich dessen Tabelle. Die Reihenfolge ist auch die des abnehmenden Heliumgehaltes. Die Bestimmungen rühren von E. Quercigh her.¹⁾

Fahlun	2,712	Pisek, gelb	2,834
Örijärvi	2,725	Pisek, grün, durchsichtig	2,848
Hiddenit Station (N. Carol.)	2,727	Rabenstein	2,685
Newlier (Chester)	2,718	Mursinsk	2,706
Wottawa (Böhmen)	2,638	Acworth	2,720
Wottawa, innerer Teil	2,689	Acworth, innerer Teil	2,7504
Wottawa, äußerer Teil	2,698	Acworth, äußerer Teil	2,7491
Minas Novas (Bras.)	2,870	Minas Gerães	2,886
Limoges	2,674	Arendal	2,676
Limoges	2,679	Borschtschovotschnoi	2,671
Masullschlucht (Tirol)	2,697	Takowaja	2,701
Bogota	2,669	Madagaskar, Rosa	2,751
Temecula, östl. Los Angeles (Calif.)	2,694	Madagaskar, Hellrosa	2,739
Habachtal	2,736	Plum-Trec (N. Carol.)	2,740
Pisek, grünlich	2,835	Nertschinsk	2,628

Umwandlung.

Die hauptsächlichsten Umwandlungen sind die in Glimmer und Kaolin. Man beobachtet auch Umwandlungen in Brauneisen.

Es existieren nur wenige Analysen von Umwandlungsprodukten, meist aus älterer Zeit.

Die Umwandlung in erdige, kaolinartige Substanz zeigen folgende Analysen:

	1.	2.
BeO	10,20	1,10
Al ₂ O ₃	24,70	38,86
Fe ₂ O ₃	2,60	0,94
SiO ₂	58,80	45,61
H ₂ O	2,50	14,04
	98,80	100,55

1. Von Tirschenreuth (Bayern); anal. H. Müller, Zool.-min. Ver. Regensburg **6**, 33 (1852); Journ. prakt. Chem. **58**, 180 (1853).

2. Von Limoges; anal. A. Damour, Bull. Soc. géol. (2) **7**, 227 (1850).

Wie aus den Analysen hervorgeht, ist die Zersetzung in dem Vorkommen von Limoges viel weiter vorgeschritten, als in dem ersteren. Die Beryllerde ist fast ganz weggeführt und es verbleibt ein wasserhaltiges Tonerdesilicat, während in dem ersten diese Kaolinisierung nur wenig eingetreten ist.

Eine weitere Analyse bezieht sich auf die Umwandlung in Muscovit, was auch der hohe Kaligehalt beweist, auffallend ist aber hier der noch sehr hohe Berylliumgehalt, so daß man annehmen muß, daß ein guter Teil des Berylls noch unzersetzt ist.

¹⁾ A. Piutti, Le Radium **10**, Maiheft 1913.

	3.	4.
δ	2,70	—
K_2O	7,82	7,45
MgO	0,32	0,50
BeO	13,11	12,55
FeO	0,30	0,18
Al_2O_3	17,46	19,05
SiO_2	57,32	56,23
H_2O	3,64	4,83
	99,97	100,79

3. u. 4. Beide vom Hof Kararivét zu Brodbo (Schweden); anal. Atterberg, Geol. För. Förh. Stockholm **2**, 405 (1872).

Ein verhältnismäßig wenig zersetzter Beryll ist der Rosterit von A. Grattarola; das innere der Kristalle scheint noch ganz frisch zu sein.

	5.	6.
Li_2O	—	2,74—2,77
K_2O	—	Spur
Na_2O	—	0,58
BeO	8,62	9,71
MgO	1,26	1,57
CaO	0,42	2,55
Al_2O_3	21,93	21,18
SiO_2	61,97	60,26
H_2O	nicht best.	3,07
	94,20	98,92

5. u. 6. Rosterit, schwach rosenrot, S. Piero, Elba; anal. A. Grattarola nach Z. Kryst. **5**, 502 (1881).

Synthese.

L. Ebelmen¹⁾ glaubte Beryll dadurch erhalten zu haben, daß er natürlichen Smaragd bei sehr hoher Temperatur mit verschiedenen Mengen von Borsäure zusammenschmolz, wobei er teilweise etwas Chromoxyd zugab. Es waren kleine hexagonale Kristalle.

H. Ste Claire Deville²⁾ ließ Chlorsilicium auf Beryllerde und Tonerde einwirken, erhielt jedoch keinen Beryll, noch andere Berylliumsillicate, welche in der Natur vorkommen, sondern eine Verbindung $6BeO \cdot 5SiO_2$, welche keiner der natürlichen Verbindungen entspricht.

Die Smaragdbildung gelang in befriedigender Weise P. Hautefeuille u. A. Perrey.³⁾ Sie verwendeten außer den Bestandteilen des Minerals ein Schmelzmittel, nämlich Lithiummolybdat im Überschusse. Die Temperatur war die des Schmelzpunktes des genannten Salzes, zirka 800° . Die Versuchsdauer betrug 14 Tage. Außer Oktaedern einer Lithiumverbindung erhielten sie deutliche Kristalle (Prisma mit der Basis). Bei Zusatz von Chromoxyd nahmen die Kristalle die Farbe des natürlichen Smaragds an. Bei Zusatz von Eisenoxyd war das Produkt grüngelb.

¹⁾ L. Ebelmen, Ann. chim. phys. **22**, 211 (1848).

²⁾ H. Ste Claire Deville, C. R. **52**, 780 (1861).

³⁾ P. Hautefeuille u. A. Perrey, C. R. **106**, 1800 (1888).

Bei späteren Versuchen¹⁾ erhitzen sie die Bestandteile des Berylls mit der fünffachen Menge von Lithiumvanadat. Die Versuchsdauer betrug 80 Tage.

Sie konnten auch einen Teil der Tonerde durch Chromoxyd oder durch Eisenoxyd ersetzen, ebenso gelang es, einen Teil des Berylliums durch Zinkoxyd oder durch Magnesia zu ersetzen.

H. Traube²⁾ stellte zuerst die amorphe Verbindung $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ dar und kristallisierte das wasserfreie Salz mit Borsäure im Schmelzfluß um. Er erhielt die wasserführende Verbindung aus 3 Mol BeSO_4 , 1 Mol $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mit Na_2SiO_3 (Wasserglas) und erhielt einen Niederschlag von der genannten Zusammensetzung. Das Natriumsilicat darf nicht im Überschusse zugesetzt werden, da das ausfallende Silicat sonst Natron enthält. Von diesem Salz wurden nun 6 g nach scharfem Trocknen mit 2,5 g wasserfreier geschmolzener Borsäure gemengt und durch 3 Tage lang in einem Gaskammerofen der Kgl. Porzellanmanufaktur erhitzt. Die höchste Temperatur dieses Ofens betrug 1700° .

Der obere Teil des Schmelzproduktes bestand aus farblosen hexagonalen Täfelchen und Prismen, welche sich als optisch einachsig erwiesen und negativen Charakter der Doppelbrechung besaßen. Die Analyse ergab:

BeO	13,48
Al_2O_3	18,61
SiO_2	67,38
	<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>
	99,47

Aus der Synthese schließt H. Traube, daß der Beryll ein Metasilicat, vielleicht $3\text{BeSiO}_3 \cdot \text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_9$ sei.

Vorkommen und Genesis. Beryll kommt im Pegmatit und Granit vor, oft in Drusenräumen des Granits, auch im Glimmerschiefer, dann auch mit Topas zusammen und auf Zinnerzgängen. Eine ganz andere Entstehung haben die Smaragde von Muso bei Santa Fé de Bogota, welche im bituminösen Kalkstein auftreten.

Aus dem Vorkommen geht hervor, daß Beryll sehr verschiedene Genesis haben kann; jedenfalls ist die Entstehung aus Granit und Pegmatit die häufigste und sie dürfte durch die Synthese von P. Hautefeuille erklärt werden: Bildung aus einem Schmelzfluß, welcher Kristallisatoren (Molybdate und Vanadate) enthält. Andererseits ist eine ähnliche Bildung wie Topas auf Zinnlagerstätten wahrscheinlich. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß auch hier eine ähnliche Bildungsweise stattfand, wie bei der genannten Synthese. Auch Borsäure kann, der H. Traubeschen Synthese zufolge, mitgewirkt haben.

Noch ungeklärt bleibt jedoch die Entstehung der südamerikanischen Smaragde; es wäre zu erwägen, ob diese nicht bereits existierten und erst später in dem Kalkstein eingeschlossen wurden. Was nun die in Glimmerschiefern und Gneisen enthaltenden Smaragden anbelangt, so wäre hier die Entstehung dieser Gesteine maßgebend, welche aber noch nicht genügend geklärt ist; jedenfalls würde es sich um solche Gesteine der Schieferzone handeln, welche sich in größeren Tiefen gebildet haben.

Ob Beryll sich auf rein wäßrigem Wege gebildet hat, läßt sich nicht behaupten, ist jedoch nicht unwahrscheinlich.

¹⁾ P. Hautefeuille u. A. Perrey, Ann. chim. phys. (6) **20**, 447 (1890); Z. Kryst. **21**, 306 (1893).

²⁾ H. Traube, N. JB. Min. etc. 1894, I, 275.

Euklas.

Monoklin. $a:b:c = 0,32369:1:0,33324$ (C. Schabus), $\beta = 79^\circ 44'4''$
 oder: $a:b:c = 0,6303:1:0,6318$ (C. F. Rammelsberg), $\beta = 91^\circ 42'$.

Dieses Mineral ist mit Datholith, Homilit und Gadolinit isomorph, was namentlich deutlich wird, wenn man die Parameter nach C. F. Rammelsberg annimmt.

Analysen.

Es existieren nur wenige alte Analysen und es fehlt jede Analyse aus neuerer Zeit, was sich durch die Kostbarkeit des äußerst seltenen Materials erklärt.

	1.	2.	3.	4.
BeO	21,78	21,43	16,97	17,24
(CaO)	—	—	0,14	—
(FeO)	—	—	1,03	—
Al ₂ O ₃	30,56	31,87	34,07	35,16
Fe ₂ O ₃	2,22	1,31	—	—
SiO ₂	43,22	44,18	41,63	41,40
SnO ₂	0,70	0,35	0,34	—
H ₂ O	—	—	6,04	6,20
F	—	—	0,38	—
	98,48	99,14	100,60	100,00

Sämtliche von Minas Geraës, Brasilien.

1. Anal. J. Berzelius, Schweiggers Journ. **27**, 73.
2. Anal. R. Mallet, Phil. Mag. **5**, 127 (1853).
3. Anal. A. Damour, C. R. **40**, 942 (1855).
4. Theor. Zusammensetzung.

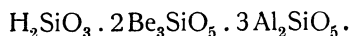
Formel. Erst A. Damour erkannte, daß der Euklas ein wasserhaltiges Mineral sei. Aus der Analyse A. Damours ergibt sich die Formel. Wenn man Ca und Fe zu Be rechnet, so hat man das Verhältnis

$$\text{H:Be:Al:Si} = 1:1:1:1$$

ist und demnach ist die Formel:



C. F. Rammelsberg¹⁾ dachte sich das Silicat zusammengesetzt aus:



P. Groth²⁾ schreibt die Formel:



Nach ihm ist der Euklas ein basisches Silicat.

Eigenschaften. Dichte von uralischem Euklas 3,051—3,111; die des brasilianischen beträgt nach A. Breithaupt 3,094—3,095, nach A. Des Cloizeaux³⁾ für farblosen 3,089 und für blauen 3,097.

Glasglanz, durchsichtig. Zum Teil farblos, auch hellgrün, gelbgrünlich, blaugrün. Die als Edelsteine verwendeten sind indigo oder himmelblau, blau-

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Erg.-Heft II, 210 (1895).

²⁾ P. Groth, Tableau syst. Genève 1904.

³⁾ A. Des Cloizeaux, Man. Minér. 483.

grün, mitunter smaragdgrün. Starker Pleochroismus. Nach (010) vollkommen spaltbar, kleinmuscheliger Bruch. Härte 7—8.

Brechungsquotienten. Nach A. Des Cloizeaux¹⁾ an brasilianischem Euklas:

$$N_{\alpha} = 1,6520; \quad N_{\beta} = 1,6553; \quad N_{\gamma} = 1,6710 \text{ (Na-Licht).}$$

$$2E = 88^{\circ} 47' \text{ (rot) und } 88^{\circ} 7' \text{ (blau).}$$

$$2V = 49^{\circ} 37' \text{ (ber.).}$$

Der Achsenwinkel steigt mit der Temperatur, um $2,18^{\circ}$ zwischen 12° und 176° , von A. Des Cloizeaux²⁾ beobachtet.

G. Hankel³⁾ beobachtete Pyroelektrizität. Auch durch Reiben und durch Druck werden die Kristalle elektrisch.

Mit Radiumchlorid bestrahlt, nahm farbloser Euklas eine zartbläuliche Farbe an, auch hellgrünlicher wurde eine Spur dunkler. Ultraviolette Strahlen heben diese Färbungen wieder auf.⁴⁾

Vor dem Lötrohre schmelzbar unter Aufblähen, wobei sich ein weißes Email bilden soll. Phosphorsalz und Borax lösen den Euklas im Schmelzfluß.

Von Säuren, mit Ausnahme von Flußsäure nicht angreifbar.

Künstliche Darstellungen. Diese ist bisher nicht gelungen. G. A. Daubrée⁵⁾ hat verschiedene Versuche zur Darstellung von Berylliumsilicaten durch Einwirkung von Chlorsilicium auf Beryllerde gemacht, erhielt aber kein den natürlichen Vorkommen entsprechendes Produkt. C. Doelter⁶⁾ hat kürzlich den Versuch gemacht, Euklas künstlich darzustellen. Es handelte sich darum, einen Euklas darzustellen, in welchem das Wasser ganz durch Fluor ersetzt werden sollte; Fluor vertritt im natürlichen Euklas zum Teil das Hydroxyl.

Zu diesem Zwecke wurde ein Gemenge von Berylliumcarbonat, Tonerde und Kieselsäureanhydrid, der Formel des wasserfreien Euklases entsprechend, hergestellt und dieses abwechselnd mit Schichten von NaF in einen Magnesia-tiegel eingebracht. Es bildeten sich kleine Kristalle, langsäulig, tafelig, deren Brechungsquotienten 1,650 waren, Doppelbrechung sehr schwach, die Auslöschung ist gerade. Diese Daten sprechen zwar wohl für eine Bestimmung als Euklas, lassen jedoch eine sichere Identifizierung mit diesem Mineral nicht zu.

Vorkommen und Genesis. Die uralischen und brasilianischen Kristalle stammen aus Seifen, daher läßt sich aus ihrem Vorkommen nichts schließen. Im Mölltale und am Großglockner kommen sie mit Periklin, Quarz, Rutil, Calcit, Ankerit vor und sitzen bald auf Quarz oder auf Periklin, bald direkt im Glimmerschiefer.

Demnach würde es sich hier um ein Mineral der kristallinen Schiefer handeln, welches eine ähnliche Bildungsweise haben muß wie Periklin. Nähere Anhaltspunkte über die Bildungsweise fehlen.

Dagegen haben F. Kolbeck und M. Henglein⁷⁾ ein neues Vorkommen aus Pegmatit beschrieben, welches ebenso wie das von V. Dürrfeld⁸⁾ be-

¹⁾ A. Des Cloizeaux, *Man. de Minér.* (Paris 1862), 482.

²⁾ A. Des Cloizeaux, *Nouv. Recherches Paris* **18**, 643 (1867).

³⁾ G. Hankel, *Sächs. Ges. d. Wissensch.* **12**, 252 (1882).

⁴⁾ Unveröff. Mit.

⁵⁾ G. A. Daubrée, vgl. bei Phenakit Bd. II, 1.

⁶⁾ C. Doelter, *Sitzber. Wiener Ak.* **122**, Abt. I, 6 (1913).

⁷⁾ F. Kolbeck u. M. Henglein, *ZB. Min. etc.* 1908, 335.

⁸⁾ V. Dürrfeld, *Z. Kryst.* **47**, 245 (1910).

schriebene aus den Granitdrusen von Epprechtstein, wegen des gleichzeitig vorkommenden Fluorits, wohl auf eine Bildungsart unter dem Einfluß von Fluordämpfen hinweisen würde, wie sie bei meinem vorhin erwähnten synthetischen Versuch vorgelegen sind.

Magnesium-Aluminiumsilicate.

Von **C. Doelter** (Wien).

Die Zahl reiner Magnesium-Aluminiumsilicate ist nicht sehr groß, doch befinden sich unter diesen einige, welche Bedeutung besitzen, wie die Chlorite, der Cordierit, Saphirin (Grandidierit), Pyrop.

Sehr zahlreich sind diejenigen Magnesium-Aluminiumsilicate, welche außer solchen mit Silicaten von Kalium-Aluminium, mit Alkali-Eisensilicaten zu Mischungen vereinigt sind, wie dies beim Biotit und den Turmalinen der Fall ist. Ferner sind Mischungen von Magnesium-Aluminiumsilicaten mit Calcium-Aluminiumsilicaten der Melilith, der Clintonit, Xanthophyllit, Brandisit und solche Mischungen von Magnesium-Aluminiumsilicaten mit Ferro-Aluminiumsilicaten der Ottrelith und Chloritoid. Letztere Mineralien bilden die Gruppe der Sprödglimmer.

Da meistens isomorphe Mischungen mehrerer Silicate vorliegen, so ist die Klassifikation recht schwer, da die Übergänge zahlreich sind.

Wir behandeln zuerst die reinen Magnesium-Aluminiumsilicate, dann die Magnesiumkalium-Aluminiumglimmer, die Turmaline usw. Was die Mischungen mit Calcium-Aluminiumsilicaten anbelangt, so reihen sie sich, unserer Gepflogenheit zufolge, besser den Calcium-Aluminiumsilicaten als isomorphe Mischungen beider Arten von Silicaten an.

Schwieriger noch ist die Trennung solcher Magnesium-Aluminiumsilicate, welche isomorphe Mischungen solcher und von Ferro-Aluminiumsilicaten sind. Sie können entweder nach den reinen Eisenoxydul-Tonerdesilicaten folgen, oder anhangsweise auch, namentlich bei geringerem Gehalt an Eisenoxydul, gleich bei den entsprechenden Magnesium-Aluminiumsilicaten untergebracht werden.

Die meisten der genannten reinen oder isomorphe Mischungen darstellenden Silicate sind wasserführende, mit Ausnahme des Pyrops und wohl des Cordierits, welcher wahrscheinlich wasserfrei ist.

Magnesium-Aluminiumorthosilicat (Pyrop).

Regulär holoedrisch.

Varietät. Caprubin.

Der Pyrop gehört zur Granatgruppe, welche wir weiter unten behandeln. Er unterscheidet sich von den übrigen Granaten auch kristallographisch, da er in Würfelform vorkommt.

Unserer Einteilung gemäß stellen wir den Pyrop hierher und verweisen bezüglich seiner gemeinsamen Eigenschaften mit den Granaten auf diese. Ebenso sollen isomorphe Mischungen des Magnesium-Aluminiumorthosilicats mit analogen Eisenoxydul-Aluminiumorthosilicaten und mit anderen Aluminiumorthosilicaten, in welchen Mg durch Ca ersetzt ist, dort behandelt werden.

In der Natur ist, wie dies ja sehr häufig ist, die genannte Verbindung $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ nicht ganz rein anzutreffen, da meistens etwas Mg durch Fe ersetzt ist, auch etwas Al kann durch Fe ersetzt sein, wobei noch für den Pyrop der charakteristische Chromoxydgehalt in kleinen Mengen hinzutritt. Bei einigen Pyropen wächst der sonst geringere Eisenoxydulgehalt stark, so daß diese aus isomorphen Mischungen von $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ mit $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$ bestehen, wobei jedoch das erstere Salz vorwiegt. Diese werden hier mit den eigentlichen Pyropen behandelt. Ein Teil der Tonerde wird auch durch Eisenoxyd ersetzt.

Wir teilen die Pyrope ein in eisenoxydulärmere und in eisenoxydulreichere.

Eisenoxydularme.

Bei manchen Analysen wurde die Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul nicht analytisch durchgeführt, so daß es nicht sicher ist, ob ein eisenoxydulfreier Pyrop in Wirklichkeit existiert; eine scharfe Trennung der angeblich eisenoxydulfreien von den eisenoxydularmen ist daher nicht durchführbar, da bei der unterlassenen Trennung der Eisenoxydationsstufen das Eisen bald als Oxydul, bald als Oxyd angesehen wurde.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	—	—	—	3,697
MgO	21,24	21,47	20,70	18,70	19,90
CaO	4,40	4,23	4,32	3,97	5,42
MnO	—	—	—	—	0,36
Al_2O_3	20,72	22,70	23,11	23,90	21,12
Cr_2O_3	2,24	—	—	—	2,86
Fe_2O_3	10,96	9,34	9,96	9,70	8,11
SiO_2	39,62	40,60	40,44	41,81	42,29
H_2O	0,82	1,66	1,47	1,92	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,06

1. bis 3. Alle drei aus dem Serpentin von Zöblitz; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 534 (1875).

4. Aus Serpentin von Greifendorf (Sachsen); anal. wie oben, S. 540; vgl. S. 540 bei J. Lemberg.

5. Von der Reutmühle; anal. J. Mrha, Tsch. min. Mit. **19**, 136 (1900).

	6.	7.	8.	9.	10.	11.
δ	—	—	—	—	3,7099	3,710
Na_2O	}	}	}	0,07	—	—
K_2O						
MgO	15,00	20,79	17,85	19,32	21,42	20,12
CaO	5,29	5,78	5,04	4,94	4,34	5,38
MnO	2,59	—	0,46	0,34	0,13	0,38
FeO	9,94	6,90	8,11	7,93	7,53	7,88
Al_2O_3	22,35	19,67	22,45	21,21	21,63	21,25
Cr_2O_3	4,17	2,60	—	0,91	1,98	1,80
Fe_3O_3	—	4,05	5,46	4,21	1,61	1,84
SiO_2	41,35	40,45	40,92	41,32	41,72	41,99
TiO_2	—	—	—	0,16	—	—
H_2O	—	—	0,10	0,17	—	—
	100,69	100,24	100,39	100,58	100,36	100,64

6. Aus zersetztem Serpentin von Meronitz (Böhmen); anal. J. Ch. Moberg, Journ. prakt. Chem. **43**, 122 (1848).

7. Aus Serpentin von Krems bei Budweis (Böhmen); anal. R. Scharizer, Verh. k. k. geol. R.A. 1879, 243.

8. Aus Basaltuff von Elie (Schöttl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 299 (1878).

9. Aus Peridotit von Elliot Co. (Kentucky); anal. T. M. Chatard bei J. S. Diller, Am. Journ. **32**, 121 (1886).

10. Pyrop von Meronitz; anal. C. v. John, J. k. k. R.A. **42**, 53 (1892).

11. Pyrop von Tribnitz (Böhmen); anal. wie oben.

Hier noch zwei weitere Analysen des Meronitzer Pyrops aus jüngerer Zeit:

	12.	13.
δ	—	3,679
MgO	20,52	20,82
CaO	4,42	4,52
MnO	0,47	0,53
FeO	7,80	7,80
Al ₂ O ₃	21,43	21,24
Cr ₂ O ₃	1,97	2,15
Fe ₂ O ₃	1,00	0,90
SiO ₂	42,94	43,02
	100,55	100,98

12. u. 13. Anal. M. Seebach, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1906); Z. Kryst. **46**, 312 (1909).

	14.	15.	16.	17.
δ	3,72	3,75	3,64	—
MgO	20,33	7,72	12,89	17,89
CaO	4,44	9,86	12,32	5,46
MnO	0,12	0,60	0,23	—
FeO	8,66	11,38	8,10	7,39
Al ₂ O ₃	19,13	23,69	21,47	12,81
Cr ₂ O ₃	2,12	0,32	0,26	1,03
Fe ₂ O ₃	4,94	6,51	4,95	14,35
SiO ₂	40,43	40,44	39,87	41,79
	100,17	100,52	100,09	99,72

14. Aus dem blauen Grund, Kimberleygrube (S.-Afrika); anal. W. C. Hancock bei F. P. Menell, Rep. S.-African Assoc. Advanc. Sc. 1908, 104; Z. Kryst. **52**, 418 (1913).

15. Orangefarben aus Eklogit von ebenda; anal. wie oben.

16. Rötlicher Granat aus Eklogit von ebenda; anal. wie oben.

17. Von Jagersfontein (Cap.); anal. Percy A. Wagner, Diamantführende Gesteine S.-Afrikas (Berlin 1909), 40.

	18.	19.	20.	21.
δ	3,748	3,737	3,861	—
MgO	19,17	19,92	13,63	16,51
CaO	4,93	5,09	3,22	5,33
MnO	0,30	0,27	0,33	Spur
FeO	9,06	7,84	18,92	10,31
Al ₂ O ₃	21,84	21,56	21,19	24,71
Cr ₂ O ₃	1,79	1,15	2,20	—
Fe ₂ O ₃	1,87	3,83	3,07	1,37
SiO ₂	40,89	40,47	37,53	41,43
	99,85	100,13	100,09	99,66

18. bis 20. Sämtliche aus den Pipes von Mukerob (S. W.-Afrika); anal. K. Scheibe, Progr. k. Bergakademie Berlin für 1906/07 nach Percy A. Wagner, l. c. 39. 18. Blutrot; 19. Bräunlichgelb; 20. Kolumbinrot.

21. Aus der Louis von Savoyengruppe, Ruwenzori; anal. L. Colomba, Il Ruwenzori, Bd. II; nach N. JB. Min. etc. 1910, II, 42.

	22.	23.	24.
δ	3,157	3,715	
MgO	13,43	18,26	18,58
CaO	6,53	4,62	4,45
MnO	6,27	0,58	0,46
FeO	9,29	10,21	10,21
Al ₂ O ₃	22,47	20,87	21,12
Cr ₂ O ₃	—	2,50	2,21
SiO ₂	42,45	43,29	43,45
	100,44	100,33	100,48

22. Kohlenschwarzer Granat von Arendal; anal. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Öfr. (Stockholm 1823), 139.

Diese Analyse soll anhangsweise hier gebracht werden, obgleich kein eigentlicher Pyrop vorliegt, indessen ist er chemisch mit diesem verwandt. Die Dichte ist jedoch viel geringer.

23. u. 24. Pyrop vom Colorado River (Arizona); anal. M. Seebach, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1906); Z. Kryst. **46**, 312 (1909).

Pyrope mit hohem Eisenoxydulgehalt.

	25.	26.	27.	28.
δ	3,738	—	—	3,86
MgO	14,01	16,20	16,43	12,09
CaO	5,23	5,17	4,17	5,02
MnO	0,36	0,36	0,38	0,58
FeO	14,87	12,12	13,34	18,70
Al ₂ O ₃	19,35	22,75	22,81	21,02
Cr ₂ O ₃	2,62	2,96	1,48	—
Fe ₂ O ₃	—	— ¹⁾	— ¹⁾	2,69
SiO ₂	42,11	41,34	40,90	39,06
H ₂ O	0,45	—	—	—
	99,00	100,90		99,16

25. Von Santa Fé (N.-Mexico); anal. F. A. Genth, Am. Journ. **33**, 196 (1861).

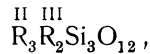
26. u. 27. Aus den Diamantfeldern Süd-Afrika, tief weinrot und hyazintrot, sogen. Caprubin; anal. C. Fischer bei E. Cohen, Naturw. Verein f. Neupommern und Rügen **20**, 52 (1887).

28. Caprubin; anal. Ch. Knop bei J. W. Mallet, Ch. N. **38**, 109 (1878).

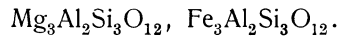
Formel.

Der reine Pyrop, welcher allerdings in der Natur nicht vorkommt, würde der Formel Mg₃Al₂Si₃O₁₂ entsprechen. Da aber auch stets Mg durch ^{II}Fe, sowie Al durch Fe und auch durch Cr vertreten sein kann, so ist die Formel des Pyrops jene der Granaten im allgemeinen, nämlich

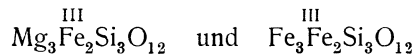
¹⁾ Frei von Eisenoxyd.



worin das zweiwertige Metall vorwiegend Mg, dann Fe oder, jedoch nur in untergeordneter Menge Ca, in kleinen Mengen auch Mn sein kann. Die entsprechenden Verbindungen sind also die im Granat vorkommenden isomorphen Verbindungen



Weiter kann aber die Tonerde durch Eisenoxyd vertreten sein, so daß dann die Silicate



noch hinzukommen, ferner analoge Chromsilicate (siehe im Verlaufe).

H. E. Boeke¹⁾ hat die Analysen der verschiedenen Granate in Projektionen zusammengestellt und aus seiner statistischen Untersuchung nachgewiesen, daß zwischen dem Eisentongranat und dem Pyropsilicat eine lückenlose Mischkristallreihe besteht, dagegen zwischen dem Pyropsilicat und dem Mangantongranat eine ausgedehnte Mischungslücke besteht. Auch das Kalktongranatsilicat kann das Pyropsilicat isomorph aufnehmen. Um nicht Wiederholungen herbeizuführen, sei auf die Besprechung dieser Mischungsverhältnisse bei Kalktongranat im späteren Verlaufe hingewiesen.

C. F. Rammelsberg hat die Molekularverhältnisse für Pyrop bei älteren Analysen berechnet und fand nur wenig Abweichungen von dem Verhältnis 3:2:3:12 der Granatformel. Abweichungen fand er für die Analyse Nr. 22 (schwarzer Granat von Arendal) mit dem Verhältnisse 2,8:1,8:3, dann für Pyrop von Santa Fé (Analyse Nr. 25), welcher dasselbe Verhältnis zeigt, und für die ältere Analyse von J. Ch. Moberg (6), welche 2,8:2,2:3 ergab.

Der Pyrop von Krems, welchen R. Scharizer untersuchte, ergab: 3,2:2:3.

Was das Verhältnis Mg:Ca:Fe in den einzelnen Analysen anbelangt, welche als Pyroanalysen bezeichnet werden können, wobei jene, in denen vorwiegend FeO vorhanden sind, ausscheiden, da diese zum Eisentongranat gehören, so haben wir nach C. F. Rammelsberg²⁾ folgende Verhältnisse:

Fundort	Mg : Ca : Fe + Mn
Arendal	1,5 : 1 : 1,8
Elie	4,6 : 1 : 1,6
Cap	3,4 : 1 : 3
Greifendorf	6,5 : 1 : 1
Santa Fé	3,8 : 1 : 2,3
Meronitz (J. Ch. Moberg)	4 : 1 : 2
Meronitz (C. v. John ³⁾	6,7 : 1 : 1,3
Zöblitz	7 : 1 : 1,5
Triblitz	5,3 : 1 : 1
Elliot Co.	5,4 : 1 : 1,3
Narouel	9,2 : 1 : 1,3
Krems	5 : 1 : 1
Cap (C. Fischer)	5 : 1 : 2,3

Siehe auch Berechnungen bei C. v. John.³⁾

¹⁾ H. E. Boeke, Z. Kryst. **52**, 175 (1913).

²⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chemie, Erg.-Heft II, 212 (1895).

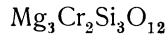
³⁾ C. v. John, J. k. k. geol. R.A. **42**, 53 (1892).

Chromgehalt der Pyrope. Die Pyrope enthalten alle Chrom, so daß C. F. Rammelsberg nur chromhaltige Magnesiagranate als Pyrop bezeichnete.

C. F. Rammelsberg¹⁾ nimmt an, daß Chrom als Sesquioxyd vorhanden sei; E. Cohen,²⁾ ist der Meinung, daß es schwer zu entscheiden sei, ob Chromoxyd oder Chromoxydul vorhanden sei. Auf Grund seiner Analysen von Cap (Nr. 26 und Nr. 27) kommt er bei der Diskussion derselben zu dem Resultate, daß die Berechnung mit den Zahlen der Analysen am besten stimmt, wenn man das Chrom teils als Sesquioxyd, teils als Monoxyd annimmt, dann stimmt die Formel am besten mit dem Verhältnis 3:2:3 von R:R:Si.

Auch C. v. John,³⁾ welcher diese Frage prüft, glaubt, daß die zweite Analyse von C. Fischer für das Vorkommen von Chromsesquioxyd spricht. Dafür sprechen überhaupt die neueren Analysen, sowohl die von C. v. John selbst, als auch die R. Scharizersche Analyse. Nur die erste Analyse von C. Fischer spricht nicht dafür, doch ist die Differenz zwischen Analysenresultat und Berechnung keine große.

Man wird daher wohl anzunehmen haben, daß das Chrom im Silicat



vorhanden ist, welches Silicat analog dem reinen Uwarowit ist.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Dichte 3,69—3,78. Härte über 7. Keine Spaltbarkeit.

Farbe: feuerrot, blutrot, weinrot, bräunlichrot, einige erinnern ein wenig an Rubinfarbe. Der chemisch verwandte Granat von Arendal ist schwarz.

Glasglanz.

Brechungsquotienten.

	N Li-Licht	N Na-Licht	N Ti-Licht	$N_{Ti}-N_{Li}$
Kimberley ⁴⁾ weinrot . . .	1,7369	1,7412	1,7451	0,0082
Kimberley ⁴⁾ bräunlichrot . .	1,7396	1,7439	1,7479	0,0083
Kimberley ⁴⁾ hyazinthrot . .	1,7459	1,7504	1,7545	0,0086
Jagersfontein ⁵⁾ bräunlichrot .	1,7478	1,7529	1,7576	0,0098
Meronitz ⁴⁾ weinrot	1,7420	1,7464	1,7505	0,0083
Meronitz ⁶⁾	1,7412—1,7422 (Li-Licht)			
"	1,7460—1,7466 (Na-Licht)			
"	1,7502—1,7508 (Ti-Licht)			

Schmelzbarkeit. Vor dem Lötrohre schwerer als die anderen Granaten.

Den Schmelzpunkt eines Pyrops von Meronitz fand ich⁷⁾ mit 1185° für den Schmelzbeginn, doch tritt Erweichung erst viel höher ein. Der Pyrop

¹⁾ C. F. Rammelsberg, l. c. 212.

²⁾ E. Cohen, Mitt. nat.-wiss. Ver. Neuvorpommern etc. (Greifswalde 1888), 20; Z. Kryst. **18**, 661 (1891).

³⁾ C. v. John, J. k. k. geol. R.A. **42**, 61 (1892).

⁴⁾ E. A. Wülfing in E. A. Wülfing u. H. Rosenbusch, Mikrosk. Phys. (Stuttgart 1905), 18.

⁵⁾ Percy A. Wagner, Diamantführende Gesteine S.-Afrikas (Berlin 1909), 40.

⁶⁾ M. Seebach, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1906); Z. Kryst. **46**, 313 (1909).

⁷⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **22**, 304 (1903).

verändert sich jedoch beim Erhitzen, namentlich gilt dies für die eisenhaltigen, so daß der eigentliche Schmelzpunkt dann nicht mehr bestimmbar ist.

Zersetzung beim Schmelzen. Wie bei den meisten Granaten, findet in der Schmelze eine Zerlegung der Verbindung statt. Ich schmolz Pyrop von Krimlitz¹⁾ und ließ die Schmelze langsam erstarren. Es bildete sich Anorthit in geringerer Menge, jedoch noch ein zweites Mineral, welches wahrscheinlich Melilith sein dürfte. Dieser bildet die Hauptmasse der erstarrten Schmelze, außerdem bildete sich noch eine nicht unbedeutliche Menge Spinell. Manche Stellen bestehen fast ausschließlich aus dem melilithartigen Mineral und Pleonast.

Verhalten gegen Radiumstrahlung. Pyrop wird durch Radiumstrahlen nicht verändert, was plausibel erscheint, da er seine Färbung nicht einem diluten Färbemittel verdankt, sondern durch isomorphe Beimengung von Chromoxyd und Eisenoxyd gefärbt sein dürfte. Nach meinen Versuchen wird der Pyrop unter dem Einfluß der Radium- oder Röntgenstrahlen etwas mehr rein rot, der gelbe Strich schwindet etwas.²⁾ Erhitzen in Gasen verändert seine Farbe nicht.

Spezifische Wärme nach W. P. Öberg³⁾ an böhmischem Pyrop 0,1758.

Umwandlung des Pyrops.

Kelyphitische Umwandlung. Eine der interessantesten Umwandlungsprodukte ist der zuerst von A. Schrauf untersuchte Kelyphit, bei welchem sich nur eine geringe Wasseraufnahme zeigt.

Es kommt dabei zur Bildung einer grünen Substanz, welcher A. Schrauf jenen Namen beigelegt hat, und welche Umwandlung er als pyrogene Kontaktzone bezeichnete, entstanden durch Mischung des Pyrops mit dem Olivinmagma des einschließenden Olivins, welcher jetzt als Serpentinumwandlungsprodukt sich darbietet.

Zum Kelyphit stellt A. Schrauf auch ein ähnliches Vorkommen aus Serpentin der Vogesen.

	1.	2.	3.	4.
δ	3,064	—	3,15	3,010
MgO	27,40	27,78	22,00	22,91
CaO	5,05	5,56	4,25	4,57
MnO	0,31	—	—	0,69
FeO	7,02	7,14	—	—
Al ₂ O ₃	13,35	12,78	19,86	17,85
Cr ₂ O ₃	1,75	1,93	0,35	1,19
Fe ₂ O ₃	2,47	1,94	10,17	10,15
SiO ₂	40,41	40,18	41,56	39,70
H ₂ O	2,21	2,68	1,58	2,99
	99,97	99,99	99,77	100,05

¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1884, I, 161.

²⁾ C. Doelter, Das Radium und die Farben (Dresden 1910), 23.

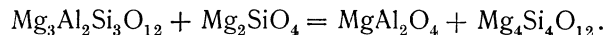
³⁾ W. P. Öberg, Vet. Ak. Stockholm Förhandl. 1885, Nr. 8, 43.

1. Kelyphit aus Olivin-Serpentin von Krems (Kremže) (Böhmen); anal. A. Schrauf, Z. Kryst. **6**, 358 (1882).
 2. Berechnete Zusammensetzung nach unten angegebener Formel.
 3. Kelyphit aus Serpentin von Narouelle (Vogesen); anal. A. Delesse, Ann. mines **18**, 321 (1853).
 4. Kelyphit von Petremré (Dep. Vosges); anal. A. Schrauf, wie oben.
- A. Schrauf hat für den Kelyphit eine Formel gegeben.

Die Formel des Pyrops nimmt er an als: $R_{18}^{II}R_{12}^{III}Si_{18}O_{72}$, während die des Kelyphits $R_{24}R_8Si_{18}O_{72} \cdot 4H_2O$ ist. Der wasserfreie Kelyphit besteht aus zwei Molekülen Pyrop und einem Molekül Olivin.

C. Doelter und E. Hussak¹⁾ haben durch Eintauchen von Granatkristallen in Silicatschmelzen Umwandlungen an Granat hervorgebracht, welche an Kelyphit erinnern. Dadurch wird auch die Annahme von A. Schrauf, daß es sich um eine pyrogene Umwandlung des Pyrops beim Kelyphit handle, wahrscheinlich. So wurde ein Pyrop aus Böhmen in eine Schmelze von Augitit eingetaucht und durch 7 Stunden darin erhalten. Es bildete sich ein braunes faseriges Umwandlungsprodukt, wobei die Fasern senkrecht auf der Oberfläche des Granats standen und dem Kelyphit sehr ähnlich waren. Auch mit anderen Granatvarietäten wurden ähnliche Resultate erhalten, so bei Almandin, welcher in eine Schmelze von Nephelinbasalt eingetaucht worden war. In diesem Falle zeigte sich auch die grüne Farbe des Kelyphits. Daß in anderen Fällen sich braune Kontaktprodukte bildeten, ist von dem Eisenreichtum der Schmelze abhängig, denn diese braune Farbe tritt besonders bei eisenreichen Gesteinsschmelzen auf.

Die Annahme von A. Schrauf, als handle es sich beim Kelyphit um eine einheitliche Verbindung, scheint jedoch nicht richtig zu sein, da F. Becke²⁾ auf Grund mikroskopischer Untersuchungen nachwies, daß wenigstens die von ihm untersuchten Kelyphite ein Gemenge von Spinell und eines Silicats der Amphibolgruppe sind. F. Becke deutet die Umwandlung folgendermaßen:



Damit stimmt auch der vom Herausgeber gebrachte (siehe S. 608) Beweis, daß durch Einwirkung eines basischen Silicatmagmas sich Spinell und Pyroxen bildet. Weitere Angaben sind bei H. v. Foullon,³⁾ G. Linck⁴⁾ und A. v. Lasaulx⁵⁾ zu finden. Vor kürzerer Zeit hat J. Mrha⁶⁾ weitere Untersuchungen ausgeführt. Der Kelyphit ist auch nach diesem Autor ein Gemenge und zwar von Picotit, Augit, Bronzit und etwas Amphibol, welche beiden letzteren sich ersetzen. Demnach ist dabei eine, auch von J. Mrha als pyrogen angenommene Umwandlung von Pyrop + Olivin in Spinell + Pyroxen eingetreten; dabei findet eine Vergrößerung des Molekularvolumens um 37,7%₀ statt.

Die Analysen bei der Aufschließung mit kohlensaurem Natronkali ergaben nach J. Mrha:

¹⁾ C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, I, 33. Vgl. auch Versuche von A. Schrauf, l. c. S. 374.

²⁾ F. Becke, Tsch. min. Mit. **4**, 324 (1882); **7**, 250 (1885).

³⁾ H. v. Foullon, Verh. k. k. geol. R.A. 1885, 354.

⁴⁾ G. Linck, N. JB. Min. etc. 1886, II, 239.

⁵⁾ A. v. Lasaulx, Verh. nat. Ver. Rheinlande und Westfalen **39**, 114 (1882).

⁶⁾ J. Mrha, Tsch. min. Mit. **19**, 111 (1900).

	5.	6.
MgO	26,91	26,67
CaO	5,36	5,50
MnO	0,43	0,49
FeO	3,32	3,12
Al ₂ O ₃	10,70	9,29
Cr ₂ O ₃	1,33	1,02
Fe ₂ O ₃	3,82	3,73
SiO ₂	46,29	48,21
Glühverlust . . .	1,03	1,07
	<hr/> 99,19	<hr/> 99,10

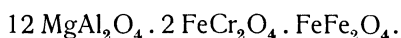
5. u. 6. Analysen des Kelyphits von Krems; anal. J. Mrha, Tsch. min. Mit. **19**, 123 (1899).

Bei dem Aufschließen wird nur der pyroxenische Silicatbestandteil zersetzt.

Der Spinell war durch das Aufschließen mit kohlensaurem Natronkali und nachherige Behandlung der Schmelze mit Salzsäure isoliert worden. Die Spinellanalysen 7 u. 8 ergaben:

	7.	8.
MgO	19,85	19,91
FeO	9,42	9,31
Al ₂ O ₃	51,38	51,29
Cr ₂ O ₃	12,42	12,37
Fe ₂ O ₃	6,80	6,97
	<hr/> 99,87 ¹⁾	<hr/> 99,85

Die Menge des Spinells betrug im ersten Falle 11,3%, im zweiten 14,6% des verwendeten Kelyphitpulvers. Dem Spinell käme die Formel zu:



Umwandlung in Chlorit.

Mit dieser Umwandlung hat sich ebenfalls A. Schrauf beschäftigt. Sie ist mit der Umwandlung des Olivins, welcher den Pyrop umschließt, verknüpft; der Pyrop zerfällt in einen Kern und in eine Chlorithülle.

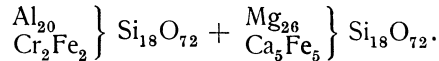
	1.	2.
δ	—	2,61–2,64
MgO	20,95	18,82
CaO	Spur	Spur
Al ₂ O ₃	19,09	17,94
Cr ₂ O ₃	Spur	Spur
Fe ₂ O ₃ + FeO . .	15,43	12,41
SiO ₂	33,18	37,03
Glühverlust . . .	12,53	13,21
	<hr/> 101,18	<hr/> 99,41

¹⁾ Summe im Original unrichtig.

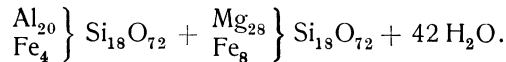
Das Eisenoxyd wurde nicht vom Oxydul getrennt. Die Zahlen bedeuten die Summe der Sesquioxyde von Fe und Cr und dem Eisenoxydul.

1. Rötlichgraue Kernmetamorphose nach Abscheidung des unzersetzten Pyroprestes von Krems; anal. A. Schrauf, wie oben. 2. Parachlorithülle von ebenda; anal. wie oben.

Die Formel des chloritischen Produktes, welches A. Schrauf zu seinen Parachloriten¹⁾ rechnet, läßt sich analog der des Pyrops geben. Letztere ist:



Die Formel des Parachlorits ist dann in derselben Schreibweise:



Dabei bemerkt A. Schrauf, daß nicht das Pyropmolekül, sondern das Kelyphitmolekül das Material für die Bildung des Chlorits liefert. Vergleicht man Kelyphit mit Parachlorit, so ergibt sich folgende Gegenüberstellung:

Vorhanden im Kelyphit	im Chlorit
$\text{Al}_{20}\text{Fe}_2\text{Cr}_2\text{Si}_{18}\text{O}_{72}$	$\text{Al}_{20}(\text{Fe}, \text{Cr})_4\text{Si}_{18}\text{O}_{72} \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$
$4 \text{Fe}_2\text{SiO}_4$	$4 \text{Fe}_2\text{SiO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
$4 \text{Ca}_2\text{SiO}_4$	—
$28 \text{Mg}_2\text{SiO}_4$	$14 \text{Mg}_2\text{SiO}_4 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$
	+
	$6 \text{H}_2\text{O}$

Das gesamte Calciumsilicat und die Hälfte des Magnesiumsilicats fehlen dem Chlorit. Die Umwandlung des Kelyphits erfolgte demnach so wie die Zersetzung des umgebenden Serpentin in den Silicophit. Kalk und teilweise Magnesia werden gelöst und in Form von Carbonaten weggeführt. Das Tonerdasilicat geht mit nur minimalen Veränderungen in den Chlorit über. Eine Zufuhr von Magnesia ist nicht bemerkbar (siehe auch bei Serpentin).

Analysen von J. Lemberg und von A. Delesse.

	3.	4.	5.	6.
MgO	27,56	26,97	26,92	30,76
CaO	0,76	—	—	1,86
Al_2O_3	13,98	13,83	13,49	14,78
Cr_2O_3	—	—	—	1,49
Fe_2O_3	6,71	6,44	6,58	6,28
SiO_2	38,17	36,71	37,80	33,23
H_2O	12,82	16,05	15,21	10,21
	100,00	100,00	100,00	98,61

3.—5. Alle drei Chlorite von Greifendorf, aus Pyrop hervorgegangen; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 531 (1875).

6. Chloritische Pyropseudomorphose vom Col de Pertuis; anal. A. Delesse, Ann. d. mines **18**, 321 (1853).

A. Schrauf hat durch Berechnungen nachgewiesen, daß auch bei diesen Analysen das Ausgangsmaterial der Kelyphit war. Die Pseudomorphose unter-

¹⁾ Als solche Parachlorite sieht A. Schrauf jene an, welche sich durch die Formel $m(\text{Al}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}) \cdot n(\text{R}_2\text{SiO}_4) \cdot p \text{H}_2\text{O}$ ausdrücken lassen.

scheidet sich vom Kelyphit dadurch, daß eine Auslaugung der Kalkmagnesiasilicate herbeigeführt wurde. Es handelt sich nach A. Schrauf nicht, wie J. Lemberg vermutete, um einen Umtausch des Kalks in Magnesia.

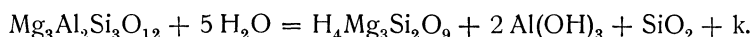
Auch bei der später unten erwähnten Analyse des Umwandlungsprodukts Nr. 7—10, sowie bei der Analyse von A. Delesse, wurde Ca_2SiO_4 fast vollständig, dagegen nur geringe Mengen des Eisen- und Magnesiumsilicats in Lösung gebracht. Tonerde wurde in kaum merkbarer Menge entzogen, dagegen wurde aus dem Orthosilicat der Tonerde ein Silicat Al_2SiO_5 gebildet.

Weitere **Analysen** von J. Lemberg sind die folgenden:

	7.	8.	9.	10.
MgO	28,54	32,93	33,13	33,65
CaO	0,52	0,37	—	—
Al_2O_3	16,76	15,55	15,29	14,17
Fe_2O_3	8,44	5,15	6,04	5,26
SiO_2	33,78	33,82	33,19	33,63
H_2O	11,96	10,42	12,64	13,29
	100,00	98,24	100,29	100,00

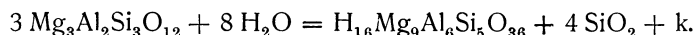
7.—10. Chloritpseudomorphosen nach Pyrop von Zöblitz, aus Serpentin; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **27**, 534 (1875).

Ch. R. van Hise¹⁾ hat die Volumveränderung des Pyrops bei der Umwandlung berechnet. Bei der Umwandlung in serpentinartige Substanz wurde die Reaktion ausgedrückt durch die Formel:



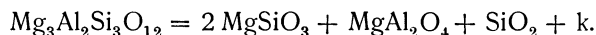
Die Volumvermehrung wäre 81,61%.

Bei der Umwandlung in Chlorit tritt folgende Reaktion ein:



Die Volumvergrößerung ist 56,02%.

Bei der Umwandlung in Enstatit und Spinell (Kelyphit) haben wir die Reaktion:



Die Volumvermehrung beträgt 13,51%.

Mit der Umwandlung des Pyrops in Pennin hat sich auch G. Tschermak²⁾ beschäftigt. Anknüpfend an die Analysen von J. Lemberg bemerkt er, daß zwar der gesamte Kalk abgegeben wurde und das Wasser aufgenommen wurde, daß man jedoch nicht weiß wieviel von den übrigen Stoffen aufgenommen oder abgegeben wurde. Man muß auch auf die Volumverhältnisse Rücksicht nehmen. Da die Pseudomorphosen vollkommen kompakt sind, so dürfte keine bedeutende Veränderung des Volumens eingetreten sein. Er nimmt für den Pyrop 3,15%, für den Chlorit 2,68% an. Daraus folgt, daß aus dem unveränderten Volumen sich schließen läßt, daß aus 100 Teilen Pyrop 85 Gewichtsteile Chlorit entstanden sind. Bei dieser Umwandlung würde einer Berechnung von G. Tschermak zufolge ungefähr ein Drittel des Siliciums und zirka die Hälfte des Aluminiums ausgeschieden sein. Aus den Formeln $3 \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{SiO}_2$ für Pyrop und $13 \text{MgO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8 \text{SiO}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ für Pennin wären die abgeschiedenen Stoffe im Verhältnis $3 \text{MgO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3$.

¹⁾ Ch. R. van Hise, Treat. on Metamorph. 304.

²⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **100**, 86 (1891).

3 SiO₂ und die aufgenommenen im Verhältnis 4 MgO . 10 H₂O, wobei CaO und FeO mit der Magnesia vereinigt sind.

Die Umsetzungsgleichung wäre:

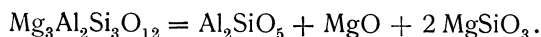
$Mg_{12}Al_8Si_{12}O_{48} + 4MgO + 10H_2O = H_{20}Mg_{13}Al_4Si_8O_{45} + Mg_3Al_4Si_4O_{17}$
 oder Pyrop gleich Pennin + Mg₃Al₄Si₄O₁₇.

Von vier Molekülen Pyrop würden je zwei eine solche Zersetzung erfahren, daß die in Parenthesen gestellte Stoffmenge gelöst und in einer nicht näher bekannten Form weggeführt würde:

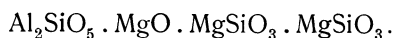


Die ungelöste Substanz bildet Serpentin.

Aus den beiden anderen Molekülen des Pyrops bildet sich Amesit und Serpentin:



Daher schließt G. Tschermak¹⁾ auf folgende Konstitution des Pyrops:



Vorkommen und Genesis.

Pyrop kommt in Peridotiten und ihren Abkömmlingen, den Serpentin vor. Das Vorkommen vom Cap findet sich in den Kimberliten, also auch in peridotitischen Eruptivgesteinen und verwandten Auswürflingen.

J. Lemberg erwähnt ihn auch im Eklogit.

Jedenfalls scheint der Pyrop seiner Bildung nach, da er sich in Ergußgesteinen nicht findet, sich in der Tiefe in Olivingesteinen zu finden. Dies könnte, da der Olivin ja auch bei hoher Temperatur stabil ist, darauf schließen lassen, daß sich auch der Pyrop bei hoher Temperatur bildet. Dem steht jedoch sein Verhalten im Schmelzfluß entgegen, da er nach meinen Versuchen (vgl. S. 608) sich in Melilith und Feldspat zersetzt. Auch das Vorkommen am Cap deutet auf eine analoge Entstehung, wie wir sie dem Diamant zuschrieben, also auf eine nicht zu hohe Temperatur der Entstehung hin. Die Schmelze zersetzt sich nach den eben genannten Versuchen etwa bei 1200°. Daher muß sich der Pyrop bei einer Temperatur gebildet haben, welche unter dieser Temperatur bleibt. Wir werden daher, wenn wir sein Fehlen in Laven und Ergußgesteinen berücksichtigen, auf eine Entstehung kommen, welche der der Tiefengesteine entspricht. Dies würde einem Schmelzfluß mit Kristallisatoren (Chloriden und Fluoriden des Magnesiums) entsprechen.

Es ist nach der Synthese anderer Granatarten wahrscheinlich, daß die Synthese des Pyrops, welche bisher nicht versucht wurde, unter solchen Bedingungen aus Schmelzfluß unter Zuhilfenahme von Kristallisatoren gelingen würde.

Von anderen Granaten unterscheidet sich der Pyrop genetisch dadurch, daß er kein Bestandteil der kristallinen Schiefer ist und diese Granate in Glimmerschiefern, Gneisen nicht ersetzt. Jedenfalls kann er sich seiner Zusammensetzung nach auch nur aus magnesiareichen Magmen, wie sie die Peridotite darstellen, bilden. Aus sauren Magmen bildet er sich nicht.

Was das Vorkommen in Eklogiten anbelangt, so scheint es sich bei dem von J. Lemberg erwähnten Vorkommen von Greifendorf um Einschlüsse in

¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 100, I, 87 (1891).

diesem Gestein zu handeln, also um ein Vorkommen, ähnlich wie wir es in den Diamantgruben sehen; der Pyrop wäre daher nicht im Eklogit selbst zur Ausscheidung gelangt, sondern dürfte vorher, wohl in einem perioditischen Magma, zur Entstehung gelangt sein. Demnach hätten wir es mit einer Bildungsweise zu tun, welche mit der früher besprochenen zusammenfällt. Auch die kelyphitische Rinde würde übrigens, wenn wir sie als Korrosionsrinde des peridotitischen Magmas betrachten, beweisen, daß sich der Pyrop als ältestes Ausscheidungsprodukt der Peridotite gebildet hat.

Cordierit.

Synonyma: Dichroit, Trichroit, Iolith.

Rhombisch: $a:b:c = 0,58709:1:0,55835$.

Analysen.

Wir teilen die Cordierite in solche ein, welche nur wenige Procente Eisenoxyde enthalten und in solche, welche einen merklichen Gehalt an Eisenoxyden aufweisen.

Cordierite mit ganz geringem Eisenoxyd Gehalt.

	1.	2.	3.
δ	—	—	2,54
MgO	12,43	15,00	10,73
CaO	1,08	—	Spur
MnO	Spur	0,24	—
FeO	0,79	1,61	2,13
Al ₂ O ₃	33,22	31,50	36,20
SiO ₂	50,44	48,52	47,60
H ₂ O	1,17	1,71	3,14
	99,13	98,58	99,80

1. Von Kragerö; anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. **68**, 321 (1846).
2. Von Orijärvi (Finnl.); anal. G. Thomson, Outliness of Miner. 1836, I, 278.
3. Franklin, Macon Co. (N. Carolina); anal. Ch. H. Baskerville bei W. E. Hidden u. J. H. Pratt, Am. Journ. **6**, 463 (1898); Z. Kryst. **32**, 599 (1900).

Cordierite mit höherem Gehalt an Eisenoxyden.

	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Li ₂ O	—	—	—	—	0,64	—	—
K ₂ O	0,50	—	—	—	—	0,5	—
MgO	9,70	10,40	10,42	11,20	11,09	7,6	9,50
CaO	3,10	0,19	0,29	0,30	—	—	0,60
MnO	—	—	—	—	0,60	—	0,10
FeO	—	5,04	5,12	6,30	4,10	—	6,00
Al ₂ O ₃	37,60	82,84	33,01	30,90	30,26	32,9	32,00
Fe ₂ O ₃	4,50	0,63	0,38	—	—	5,5	—
SiO ₂	43,60	49,14	49,50	48,90	50,65	51,8	49,70
H ₂ O	0,50	1,84	1,62	1,90	—	—	2,10
Rückstand	—	—	—	1,60	2,66	1,2	—
	99,50	100,08	100,34	101,10	100,00	99,5	100,00

4. Von Ceylon; anal. K. Gmelin, Schweiggers Journ. **14**, 316 (1815).
 5. Von Haddam (Conn.); anal. O. C. Farrington, Am. Journ. **43**, 14 (1892).
 6. Von Guilford (Conn.); anal. wie oben.
 7. Von Orijärvi (Finnl.); anal. Schütz, Pogg. Ann. **54**, 565 (1841).
 8. Von Mursinsk (Sibirien); anal. R. Hermann bei N. v. Kokscharow, Miner. Rußlands **3**, 257.
 9. Aus Cordierit-Knotenglimmerschiefer von Gutbrunn, Südabhang des Hradschin (Riesengeb.); anal. W. Herz bei L. Milch, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **15**, 105 (1902).
 10. Von Brunhult (Schweden); anal. Schütz, Pogg. Ann. **54**, 565 (1841).
- Alte Analysen siehe von Fahlun bei F. Stromeyer, Untersuch. 1821, 355; von Simintak, ebenda.

Neuere Analysen sind folgende:

	11.	12.	13.
δ	—	—	2,5933
MgO	8,47	11,16	11,04
MnO	0,32	Spur	—
FeO	6,37	2,96	4,38
Al ₂ O ₃	32,11	32,84	33,08
Fe ₂ O ₃	2,24	0,95	0,83
SiO ₂	50,13	48,90	49,05
Glühverlust	0,99	2,42	1,64
	100,63	99,23	100,02

11. Von Humpoletz (Böhmen); anal. F. Katzer, Tsch. min. Mit. **14**, 483 (1894).
12. Von der Langfallsgrube im Kirchspiel Grangarde (Schweden); anal. L. Ramberg bei M. Weibull, Geol. För. Förh. 1900, 33.

M. Weibull konstatierte, daß von dem Wasser $\frac{1}{3}$ unter 300°, $\frac{1}{2}$ zwischen 300—500° abgeht und daß nur etwa $\frac{1}{6}$ kräftiges Glühen zur Vertreibung braucht. Er ist daher der Ansicht, daß Cordierit ein wasserfreies Mineral sei.

13. Von Ibity (Madag.); anal. L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, Mém. Soc. phys. et nat. Genève **36**, III, 283 (1910); Bull. Soc. min. **33**, 53 (1910).

Folgende vier Analysen mit merklichem Eisengehalt stammen aus neuester Zeit; sie stammen von Fundorten, von welchen schon ältere Analysen vorhanden sind. Da sie mit großer Genauigkeit ausgeführt sind, so mögen sie besonders abgetrennt werden.

	14.	15.	16.	17.
δ	2,660	2,603	2,581	2,581
Li ₂ O	—	—	Spur	—
Na ₂ O	1,39	0,35	0,21	0,17
K ₂ O	0,50	—	0,44	0,04
MgO	8,86	10,68	11,25	10,80
CaO	Spur	Spur	—	—
FeO	6,63	4,90	4,05	4,53
Al ₂ O ₃	32,53	31,47	32,28	33,18
Fe ₂ O ₃	1,21	1,85	0,08	1,15
SiO ₂	48,17	48,58	49,18	49,47
H ₂ O bei 110°	0,10	0,14	0,27	0,04
H ₂ O 110—112°	1,12	1,82	2,04	1,16
	100,51	99,79	99,80	100,54

14. Von Haddam (Connect.); anal. M. Dittrich bei E. A. Wülfing u. L. Oppenheimer, Sitzber. Heidelberger Ak. 1914, Nr. 10 (vgl. Analyse Nr. 5).
 15. Von Bodenmais; anal. wie oben.
 16. Von Tvedestrand; anal. wie oben (vgl. Analyse Nr. 1).
 17. Von Orijärvi; anal. wie oben (vgl. Analyse Nr. 7).

Die Dichtenbestimmungen rühren von E. A. Wülfing und L. Oppenheimer her.

Besonders an Eisenoxyden reiche Cordierite.

	18.	19.	20.	21.	22.	23.
δ	2,625–2,628	—	—	—	—	—
MgO	6,63	8,64	7,81	9,32	0,55	8,20
CaO	—	0,23	0,46	0,55	4,30	—
MnO	Spur	1,51	1,32	—	—	0,10
FeO	9,17	11,58	8,55	8,42	11,49	10,70
Al ₂ O ₃	32,44	28,72	32,36	30,35	31,84	30,50
Fe ₂ O ₃	3,15	—	—	—	2,88	—
SiO ₂	48,58	49,62	48,43	48,66	49,15	48,60
H ₂ O	—	—	1,55	2,35	0,06	1,50
	99,97	100,30	100,48	99,65	100,27	99,60

18. Von Cabo de Gata (Spanien), aus Glimmer-Andesit; anal. A. Osann, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 704 (1888).
 19. Von Haddam (Conn.); anal. G. Thomson, Outliness of Miner. 1836, I, 278.
 20. Von Watarowe Gawa; anal. Shimidsu bei Y. Kikuchi, J. Imp. Univ. Tokyo **3**, 325 (1890).
 21. Von Ramsberg, aus einem Quarzbruch; anal. L. J. Igelström, N. JB. Min. etc. 1871, 361.
 22. Cordierit aus verglastem Sandstein von Nord Celebes, Auswürfling des Gunung Sepulan; anal. H. Bücking, Ber. Senkenberg Naturf. Ges. 1900; nach Z. Kryst. **36**, 654 (1902); Kalk-Eisen-Cordierit.
 23. Von Finspong; anal. Schütz, Pogg. Ann. **54**, 565 (1841).

Wassergehalt des Cordierits. Nur wenige Analysen, bei denen offenbar keine Wasser- oder Glühverlustbestimmung vorgenommen wurden, zeigen keinen Wassergehalt; er ist durchschnittlich 1–2%. Die meisten Forscher nehmen an, daß der Wassergehalt des Cordierits durch Zersetzung herrührt, so G. Tschermak, C. F. Rammelsberg, E. A. Wülfing, C. Hintze, F. Zirkel, M. Bauer u. a. Dagegen beziehen J. D. Dana und P. Groth das Wasser in die Formel ein und nehmen die Formel von O. C. Farrington an. Dieser hat 1 g des Minerals von Guilford erhitzt und gefunden:

	300°	Lichte Rotglut	Volle Rotglut	Summe
Gewichtsabnahme	0,63%	0,87%	0,10%	1,60%

Bei 100° war keine Wasserabgabe bemerkbar.

Ich halte diese Untersuchung für ungenügend, um den Cordierit für ein wasserführendes Mineral anzunehmen, da ja nur der Glühverlust und nicht das Wasser selbst bestimmt wurde. Neue Untersuchungen sind daher notwendig.

Ferner dürfte ein frischer ganz unzersetzter Cordierit nicht vorliegen. Endlich ist auch zu bemerken, daß man synthetisch wasserfreien Cordierit darstellen konnte, so daß es viel richtiger ist, den Wassergehalt nicht in die Formel einzurechnen.

M. Weibull hat den Cordierit von der Langfallsgrube, welchen er durch L. Ramberg analysieren ließ (Analyse Nr. 12), auch mikroskopisch untersucht, wobei sich die Gegenwart von Muscovit, Talk und Kaolin ergab, deren Menge auf ein paar Prozente geschätzt wurde. Von dem Wasser geht $\frac{1}{3}$ bei 300° , $\frac{1}{2}$ bei $3-500^{\circ}$ bis 550° fort, und nur $\frac{1}{6}$ bedarf heftigen Glühens, um zu entweichen. Daher nimmt auch M. Weibull an, daß es sich um Zersetzungswasser handle.

Neue Versuche wurden von F. Zambonini¹⁾ gemacht, und zwar an dem Vorkommen von Orijärvi. Die Deshydratationsversuche, in feuchter Luft ausgeführt, führten zu folgenden Zahlen:

Temperatur	Wasserverlust
125 ^o	0,08 ^o / _o
205	0,13
270	0,23
320	0,27
400	0,34

Dem Anscheine nach könnte also, wie F. Zambonini bemerkt, wohl Konstitutionswasser angenommen werden. Man darf aber als solches Wasser nur jenen Anteil annehmen, welcher bei hoher Temperatur entweicht, nicht aber jenen, welcher allmählich zwischen $100-400^{\circ}$ abgeht. Weitere Versuche an Cordierit von Bamle zeigten folgende Resultate:

Temperatur	Wasserverlust
125 ^o	0,35 ^o / _o
205	0,45
255	0,56
300	0,65
350	0,66
400	0,75
480	0,99

Aus dem Umstande, daß bei verschiedenen Cordieriten sich verschiedene Wasserverluste ergeben, schließt F. Zambonini, daß es sich um Zersetzungswasser handelt, weil man sonst für diese Cordierite verschiedener Fundorte verschiedenen Wassergehalt und daher auch verschiedene Formeln annehmen müßte. Dabei bleibt es merkwürdig, daß verschiedene Cordierite trotz verschiedenen Wassergehalts gleichen Pleochroismus usw. zeigen. Die Frage ist nach F. Zambonini schwer zu entscheiden, doch neigt er nicht dazu, das Wasser als Konstitutionswasser anzusehen.

Ich möchte noch einen von mir durchgeführten Versuch erwähnen, bei welchem Cordierit auf 1200° erhitzt wurde, ohne daß dieser trübe geworden wäre, er zeigte nur eine bläulichgraue Färbung statt der ursprünglichen graublauen.

Formel und Konstitution.

C. F. Rammelsberg²⁾ hat eine Anzahl von Analysen berechnet.

¹⁾ F. Zambonini, Atti R. Acc. sc. Napoli **14**, Serie 2, 43 (1908).

²⁾ C. F. Rammelsberg, Mineralchem. Erg.-Heft II, 279 (1895).

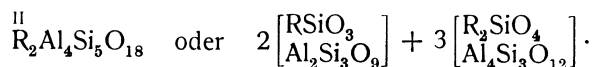
		II	III
		R:	R:Si
Orijärvi . . .	Nr. 7	1,3:	2:2,6
Finspong . . .	" 23	1,1:	2:2,7
Kragerö . . .	" 1	1,1:	2:2,6
Unity	" —	1,1:	2:2,5
Haddam . . .	" 5	1,1:	2:2,5
Guilford . . .	" 6	1,0:	2:2,5
Mursinsk . . .	" 8	1,1:	2:2,8
Watarowe Gawa	" 20	1,0:	2:2,5

Er nimmt die Proportion 1:2:2,6 als die richtige an.

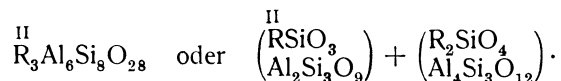
Dem Verhältnis Mg:Fe, welches C. F. Rammelsberg¹⁾ ebenfalls berechnet, kommt für die Formel eine geringere Bedeutung zu, da es sich ja jedenfalls um zwei isomorphe Silicate handelt, wovon das eine ein Magnesium-Aluminiumsilicat, das andere ein Eisenoxydulsilicat ist.

Nach den Berechnungen würde das Verhältnis Mg:Fe schwanken zwischen 1,4:1 und 4,8:1. In einem Falle, bei dem Vorkommen von Kragerö, Analyse Nr. 1, soll dasselbe 26:1 sein.

Nach C. F. Rammelsberg zeigen die Mehrzahl der Analysen das Verhältnis $Al_2:Si = 1:2,6$; wäre dasselbe 1:2,5, so wäre die Formel zu schreiben:

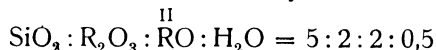


Da aber 1:2,66 häufig ist, so ergibt sich die Formel:

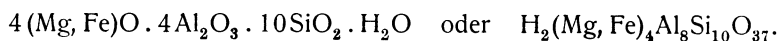


Der Wassergehalt rührt nach diesem Autor von der Zersetzung her.

O. C. Farrington hat bei seinen Analysen Nr. 5 u. 6 das Verhältnis

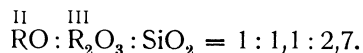


berechnet. Daher ergibt sich die Formel:

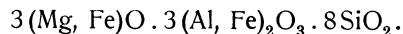


Er rechnet also das Wasser in die Formel ein (siehe unten).

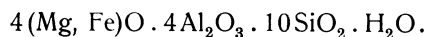
A. Osann erhält aus seiner Analyse das Verhältnis:



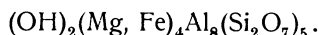
Die Formel ist:



W. E. Hidden stellt auf Grund einer Analyse von Ch. Baskerville (Nr. 3) die Formel auf:



P. Groth²⁾ nimmt auf Grund der Farringtonschen Untersuchung den Cordierit als wasserhaltiges Mineral in Anspruch und schreibt:



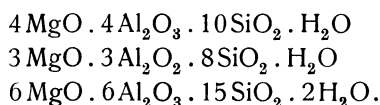
¹⁾ C. F. Rammelsberg, Mineralchem. Erg.-Heft II, 279 (1895).

²⁾ P. Groth, Tabl. System. Genève (1904).

E. A. Wülfing und L. Oppenheimer¹⁾ stellten die zuverlässigen Analysen zusammen und berechnen folgende Mittelwerte:

Na ₂ O	0,30
K ₂ O	0,14
MgO	10,49
MnO	0,07
FeO	4,95
Al ₂ O ₃	32,63
Fe ₂ O ₃	0,88
SiO ₂	49,01
H ₂ O	1,61
	100,08

Sie sind im Gegensatz zu anderen Forschern der Ansicht, daß auch der frischeste Cordierit Wasser enthält, dessen Gehalt zwischen 1—2% schwankt. Aus den aus obigen Mittelwerten berechneten Molekularproportionen ergeben sich drei mögliche Formeln:



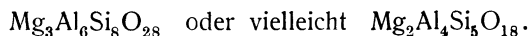
Diese Formeln erfordern folgende prozentuale Zusammensetzung:

	1.	2.	3.
MgO	13,54	13,04	13,47
Al ₂ O ₃	34,32	33,04	34,15
SiO ₂	50,63	51,98	50,37
H ₂ O	1,51	1,94	2,01
	100,00	100,00	100,00

Berechnet man die Abweichungen zwischen den Formeln 1, 2 u. 3 und den Mittelwerten, so ergibt sich, daß die Formel 2., auszuschließen ist und nur die beiden übrigen in Betracht kommen. Beide stimmen gut überein, doch hat 1. wegen der größeren Einfachheit den Vorzug.

Ich halte den Cordierit nicht für ein wasserhaltiges Mineral, insbesondere weil die Synthesen ergeben, daß wasserfreier Cordierit möglich ist. Ferner zeigen die Untersuchungen von F. Zambonini u. a. die Wahrscheinlichkeit, daß kein Konstitutionswasser vorliegt. In den meisten Fällen dürfte beginnende Zersetzung den Wassergehalt bedingen; doch ist die Möglichkeit, daß gelöstes Wasser, wie bei Amphibol und Beryll und anderen Mineralien vorliegen kann, gegeben.

Dermalen sind die wahrscheinlichsten Formeln:



Physikalische und chemische Eigenschaften.

Spaltbar nach (010) vollkommen, unvollkommen nach (100) und (001). Bruch unvollkommen muschelig.

¹⁾ E. A. Wülfing u. L. Oppenheimer, Sitzber. Heidelberger Ak., Abt. A, 1914; N. JB. Min. etc. 1915, I, 175.

Härte über 7. Dichte zirka 2,6, die eisenhaltigen höher.
Durchsichtig bis durchscheinend. Farbentöne blau, auch rauchblau, grünlich, gelblich, grau. Sehr starker Pleochroismus, mit Ausnahme farbloser Kristalle. Der Pleochroismus mancher dunkler Cordierite läßt einen Ersatz der Turmaline in der Turmalinzange zu.

Brechungsquotienten.

Fundort	N_α	N_β	N_γ	$2E$	Beobachter
Orijjärvi (Orange-Licht) . . .	1,5337	1,5375	1,5400	150° 28'	A. Des Cloizeaux, ¹⁾
Haddam, Conn. .	1,5523	1,5615	1,5627	63° 45'	A. Des Cloizeaux,
Ceylon	1,537	1,542	1,5430	125° 16'	A. Des Cloizeaux,
Bodenmais (Na-Licht) . . .	1,5433	1,5467	1,5490	—	M. Koch, ²⁾
desgl.	1,5349	1,5400	1,5440	—	K. Zimányi, ³⁾
Ceylon	1,5918	1,5970	1,5992	115° 38'	A. Offret, ⁴⁾
Hoyazo, Cabo de Gata	—	1,5438	—	85° 50'	A. Osann,
Tvedestrand (Gelbes Licht)	1,532	1,536	1,539	—	A. Michel-Lévy u. A. Lacroix. ⁵⁾

Doppelbrechung:

$$N_\gamma - N_\alpha = 0,0104 - 0,0057, \quad N_\gamma - N_\beta = 0,0025 - 0,0012$$

$$N_\beta - N_\alpha = 0,0092 - 0,0034.$$

Der Cordierit von Ibity (Madagaskar), Analyse Nr. 13, zeigt folgende Brechungsquotienten:⁶⁾

	N_α	N_β	N_γ	$2V$
Li-Licht. . .	1,5359	1,5414	1,5444	69° 38'
Na-Licht . .	1,5392	1,5443	1,5475	70° 10'
Tl-Licht . .	1,5423	1,5473	1,5506	71° 12'

Starker Pleochroismus.

Ganz neue Bestimmungen rühren von L. Oppenheimer⁷⁾ her:

Fundort	N_α	N_β	N_γ	$2E$	$2W$	$2V$	
Haddam . . .	1,5520	1,5599	1,5610	70° 30'	51° 18'	43° 26'	40° 46'
Guilford . .	1,5403	1,5460	1,5483	112° 26'	77° 2'	64° 57'	64° 36'
Ceylon . . .	1,5377	1,5430	1,5452	108° 27'	75° 17'	63° 24'	64° 58'
Bodenmais .	1,5400	1,5460	1,5486	113° 45'	77° 50'	65° 36'	66° 24'
"	1,5332	1,5397	1,5429	123° 26'	89° 4'	74° 48'	69° 48'

¹⁾ A. Des Cloizeaux, Man. de Minér. (Paris 1862), 355.

²⁾ M. Koch nach E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. I, 2, 165.

³⁾ K. Zimányi, Z. Kryst. 22, 339 (1894).

⁴⁾ A. Offret, Bull. Soc. min. 13, 628 (1890). Nach E. A. Wülfing u. Oppenheimer sind diese Zahlen nicht richtig und durch die unten angegebenen zu ersetzen.

⁵⁾ A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Minér. des roches (Paris 1888), 173.

⁶⁾ L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, Mém. Soc. phys. et nat. 36, III, 283 (1910); Bull. Soc. min. 33, 53 (1910).

⁷⁾ L. Oppenheimer, Verh. naturw.-med. Verein 13, 291 (1913); auch Inaug.-Diss. Heidelberg 1914. — E. A. Wülfing u. L. Oppenheimer, Sitzber. Heidelberger Ak. 1914; N. JB. Min. etc. 1915, I, 175.

Fundort	N_α	N_β	N_γ	$2E$	$2W$	$2V$	
Ibity . . .	1,5400	1,5458	1,5479	116° 38'	79° 30'	66° 56'	61° 42'
" ¹⁾ . . .	1,5394	1,5446	1,5479	122° 24'	—	72° 37'	74° 00'
Tvedestrand . .	1,5358	1,5406	1,5428	122° 40'	82° 20'	69° 26'	67° 36'
Orijärvi . . .	1,5332	1,5381	1,5411	148° 42'	92° 30'	77° 31'	75° 20'
" . . .	1,5330	1,5372	1,5406	161° 34'	95° 32'	79° 54'	83° 35'
Cabo de Gata	1,5346	1,5391	1,5432	—	103° 18'	85° 34'	87° 12'

Hier sind die Werte $2E$ Achsenwinkel in Luft, $2W$ Achsenwinkel in Wasser; in der dritten Vertikalreihe der Achsenwinkel ist $2V$ aus $2E$ bzw. $2W$ berechnet, während in der letzten Vertikalreihe die Werte für $2V$ aus den Brechungsquotienten berechnet wurden. Die Werte der Achsenwinkel gelten sämtlich für Natriumlicht.

Es wurden auch Beziehungen zwischen den Werten der Dichten, den optischen Daten und der chemischen Zusammensetzung gesucht.

Mit abnehmendem Eisengehalt und spezifischem Gewicht wird der Achsenwinkel $2V$ von 43° 26' bis 85° 34' steigen, es wird die Lichtbrechung kleiner, während $N_\gamma - N_\alpha$ ziemlich konstant bleibt, $N_\gamma - N_\beta$ zunimmt und $N_\beta - N_\alpha$ abnimmt.²⁾

Bei Temperaturerhöhung beobachtete A. Des Cloizeaux eine Veränderung des Winkels $2E$ der optischen Achsen von 63° 56' bei 8,8 auf 71° 40' bei 150° 8'. W. Klein von 68° 9' bei 16° C auf 77° 43' bei 200°.³⁾

A. Offret⁴⁾ erhielt bei zwei Prismen I und II, von welchen das erste $\alpha\beta$, das zweite $\alpha\gamma$ gibt, folgendes:

Bei 20°	54° 44' 16"	} I
bei 227°	54° 45' 35"	
bei 18,5°	54° 41' 30"	} II
bei 327,7°	54° 43' 13"	

Die Änderung der Brechungsquotienten ist nach A. Offret folgende:

	Li-Licht	Cd-Licht	Na-Licht	Cd-Licht	Cd-Licht	
	Rot	Rot	Gelb	Grau	Blau	
I_α {	20°	1,588518	1,589400	1,591648	1,594367	1,598533
	313°	1,592604	1,503422	1,595785	1,598572	1,602866
II_α {	18,5°	1,588620	1,589503	1,591786	1,594482	1,598731
	327°	1,592947	1,593834	1,596196	1,598947	1,603209
I_β {	20°	1,593798	1,594656	1,596995	1,599848	1,603972
	313°	1,567920	1,598875	1,601180	1,603918	1,608327
II_γ {	18,5°	1,596010	1,596921	1,599189	1,601980	1,606315
	327,7°	1,600282	1,601262	1,603621	1,608500	1,610818

V. Agafanoff⁵⁾ hat Absorption des Lichtes im ultravioletten Teile des Spektrums beobachtet.

¹⁾ L. Duparc, R. Sabot u. M. Wunder, l. c.

²⁾ E. A. Wülfing u. L. Oppenheimer, l. c. 12.

³⁾ W. Klein, Z. Kryst. **9**, 50 (1884).

⁴⁾ A. Offret, l. c. 629. Siehe auch die Zusammenstellung in C. Hintze Min. II, 920.

⁵⁾ V. Agafanoff, Verh. k. russ. min. Ges. St. Petersburg. **39**, 497 (1902); Z. Kryst. **37**, 494 (1903).

Vor dem Lötrohre sehr schwer schmelzbar. In Säuren schwer angreifbar. In Alkalicarbonaten im Schmelzfluß löslich.

C. Doelter und E. Hussak¹⁾ tauchten Cordieritbruchstücke in ein geschmolzenes Silicatmagma (Augititgestein) und konstatierten, daß diese unverändert blieben.

Über Einfluß von Kaliumcarbonatlösung siehe bei Umwandlungen.

Verhalten gegen Strahlungen. Messungen, welche auf meine Veranlassung durch Prof. M. Stark ausgeführt wurden, ergaben, daß die β - und γ -Strahlen des Radiums bei Cordierit keine Veränderung des Brechungsquotienten herbeiführten. Merklich gefärbte Cordierite verändern ihre Farbe nicht, helle nehmen eine dunklere graublaue Farbe an.

Cordierit zeigt, wie auch die Glimmer, namentlich Biotit, die Erscheinung der pleochroitischen Höfe, insbesondere um die darin vorkommenden Zirkoneinschlüsse, wobei der Brechungsquotient merklich höher ist, als der des Cordierits. O. Mügge konnte diese Höfe in Cordierit künstlich dadurch erzeugen, daß er ein Radiumbromidkörnchen auflegte. Der Hof hatte den Durchmesser von zirka 1,25 mm, während die natürlichen pleochroitischen Höfe nur ein Zehntel dieses Durchmessers zeigen. In jungen pyrogenen Cordieriten fehlen nach O. Mügge²⁾ die Höfe, was dadurch erklärt wird, daß die nötige Zeit zur Erzeugung dieser Höfe nicht vorhanden war; pleochroitische Höfe sind demnach ein Merkmal erheblichen geologischen Alters.³⁾

G. Hövermann⁴⁾ hat dann diese Erscheinungen näher untersucht und auch gefunden, daß die Doppelbrechung dieser Höfe eine geringere ist als die des Cordierits; dies wird durch die α -Strahlen des Radiums bewirkt. Es hat durch Poloniumstrahlung Änderung der Absorption wie auch der Hauptbrechungsquotienten im Cordierit stattgefunden.

Färbemittel des Cordierits. Der Cordierit, welcher an und für sich ein farbloses Mineral ist, wird durch ein Pigment gefärbt. Wahrscheinlich liegt ein kolloides Färbemittel vor, welches vielleicht durch Radiumstrahlung in der Natur erzeugt wird. Der Pleochroismus soll durch Glühen stärker werden, bei sehr starkem Glühen jedoch schwinden.

Durch Glühen verändert sich die Farbe mehr in grau, unter gleichzeitigem Verlassen. Durch Radiumbestrahlung wird die Farbe wieder mehr blau.

Umwandlung des Cordierits.

In der Natur sind bekannt Umwandlungen in Chlorophyllit, Aspasiolith, Glimmer, Gigantolith, Pyrargillit, Pinit, Polychroolith.

Umgewandelte Cordierite sind der Esmarkit, Peplolith, aber unsicher ist der Groppit. Ferner zu erwähnen ist der Praseolith, der Raunit, vielleicht der Weissit.

Der Pyrargillit und Pinit, wie auch der Oosit und Gongylith, welche letztere kaliglimmerartige Substanzen sind, wurden bereits bei den Glimmern behandelt.

¹⁾ C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, I, 43.

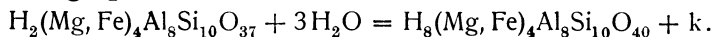
²⁾ O. Mügge, ZB. Min. etc. 1907, 397; 1909, 113.

³⁾ J. Joly, Radioactivity and Geology (London 1909).

⁴⁾ G. Hövermann, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 34, 389 (1912).

Ch. R. van Hise¹⁾ hat für die wichtigeren Umwandlungsvorgänge Formeln angegeben.

Bei der Hydratation, welche zur Chlorophyllitbildung führt, spielt sich folgender Vorgang ab:



Es findet eine Volumveränderung von 0,86% statt.

Was die Eigenschaften dieser Umwandlungsprodukte anbelangt, so soll hier nur das Notwendigste angegeben werden.

Aspasiolith wurde zuerst als selbständiges Mineral bezeichnet. Farbe grün, Dichte 2,764. Etwas härter als 3. Unschmelzbar, im Kölbchen viel Wasser gebend.

Auralit ist wachsglänzend bis schwach fettglänzend, grünlichbraun bis olivengrün. Härte kaum 3. Schmilzt vor dem Lötrohre nicht, wird aber heller. Im Kölbchen Wasser.

Chlorophyllit, enthält oft noch blauen frischen Cordierit, meist grün, perlmutter- oder glasglänzend. Dichte 2,77.

Esmarkit. Weißlich bis blaugrün. Dichte 2,709.

Fahlunit. Dicht olivengrün, schwärzlichgrün bis schwarz. Schmilzt vor dem Lötrohre zu weißem Email.

Gongylith siehe S. 445, ebenso Pinit, S. 446 und Oosit, S. 448.

Groppit, rosen- bis braunrot. Splitteriger Bruch. Dichte 2,83. Härte 2—3. Vor dem Lötrohre wird er weiß und schmilzt nur schwer an den Kanten. Im Kölbchen Wasser.

Iberit. Dichte 2,89. Härte 2—3. Bruch schuppig. Glas- bis perlmutterglänzend. Vor dem Lötrohre schwer zu schwarzem Glas schmelzend. Im Kölbchen Wasser. Graugrün.

Peplolith. Härte über 3. Dichte 2,68—2,75.

Polychroolith. Farblos, weiß, auch blau und grün, braun und ziegelrot, daher der Name. Fettartig glänzend. Härte 3—7. Vor dem Lötrohre bläht er sich auf und schmilzt zu emailartigem Glas.

Praseolith. Schwach fettglänzend. Deutliche Spaltbarkeit nach einer Richtung (Basis), Bruch flachmuschelartig bis splitterig. Dichte 2,75. Härte 3—4. Vor dem Lötrohre in dünnen Splittern zu blaugrünem Glas schmelzbar. Im Kölbchen Wasser gebend.

Pyrargillit, derb, schwarz auch bläulich und glänzend; andere Stücke sind rot und glanzlos. Dichte 2,505. Härte über 3. Vor dem Lötrohre nur äußerst schwer schmelzbar. Durch Salzsäure zersetzbar.

Raunit. Ganz mit dem Praseolith übereinstimmende Eigenschaften.

Weissit. Rundliche unvollkommen blätterige Massen, auch schuppig. Farbe aschgrau bis braun. Perlmutter- bis wachsglänzend. Dichte 2,8.

Gigantolith, dunkelgrau, grünlich, auch bräunlichgrün. Dichte 2,8 bis 2,898. Härte zirka 3.

Analysen von Varietäten umgewandelter Cordierite.

Es liegen nur alte Analysen vor.

Die häufigste Umwandlung ist die des Pinit, welchen wir bereits, soweit es sich um Produkte handelte, welche chemisch mit Kaliglimmer Verwandtschaft haben, bereits S. 446 bei Muscovit behandelt haben. Hier noch

¹⁾ Ch. R. van Hise, l. c. 291.

eine Analyse eines angeblich pinitartigen Umwandlungsproduktes des Cordierit, doch kann dasselbe nicht mit dem Namen „Pinit“ bezeichnet werden, da kein Alkali vorhanden ist.

δ	1,161
MgO	1,25
CaO	3,95
Al ₂ O ₃	27,41
Fe ₂ O ₃	8,89
SiO ₂	49,62
H ₂ O	8,43
	99,55

Von Rocca Tederighi (Toscana); anal. E. Scacchi, R. Acc. d. Linc. (Rom 1886), II, 183. Unter Berücksichtigung der Korrektur von A. Cathrein, Z. Kryst. 13, 297 (1888).

Es handelt sich hier zum Teil um solche Produkte, welche von dem ursprünglichen Magnesiumgehalt noch einen guten Teil zurückbehalten haben.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na ₂ O	—	—	—	—	1,41
K ₂ O	—	1,50	—	—	10,08
MgO	8,01	4,73	9,60	10,91	6,63
CaO	—	1,78	—	0,58	0,86
MnO	—	0,30	4,08	Spur	0,33
FeO	2,34	8,35	8,24	—	5,21
Al ₂ O ₃	32,38	31,25	27,60	25,17	28,88
Fe ₂ O ₃	—	—	—	10,99	—
SiO ₂	50,40	41,76	45,20	46,31	41,27
H ₂ O	6,73	10,44	3,60	6,70	5,81
	99,86	100,11	98,32	100,66	100,48

1. Aspasiolith von Kragerö, anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. 68, 324 (1846).
2. Auralit-Bensdorffit, Abö; anal. Holmberg, Verh. russ. miner. Ges. (Petersburg 1862), 154.
3. Chlorophyllit von Unity (N. Hampshire); anal. M. R. Whitney, bei Ch. T. Jackson, Rep. Geol. N. Hampshire, 1844, 164.
4. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1860, 833.
5. Von Aberdeenshire; anal. F. Heddle, Min. Mag. 5, 18 (1882).

	6.	7.	8.	9.	10.
Na ₂ O	—	4,45	—	—	0,06
K ₂ O	—	0,94	1,38	1,98	3,96
MgO	10,32	6,53	6,04	6,75	8,67
CaO	—	—	0,95	1,35	—
MnO	0,41	1,72	1,90	2,24	—
FeO	3,83	—	7,22	3,86	3,32
Al ₂ O ₃	32,08	25,81	30,70	30,10	29,54
Fe ₂ O ₃	—	6,35	—	—	—
SiO ₂	45,97	43,51	44,95	44,60	44,24
H ₂ O	5,49	11,66	8,65	9,35	10,50
	98,55 ¹⁾	100,97	101,79	100,23	100,29

6. Esmarkit von Bamle (Norw.); anal. H. Erdmann, Akad. Handl. (Stockholm 1840), 188.

¹⁾ 0,45% bestehen aus CaO, PbO, CuO, CoO und TiO₂.

7.—9. Alle drei Analysen beziehen sich auf Fahlunit von Fahlun; anal. Trolle-Wachtmeister, Akad. Handl. (Stockholm 1827), 6.

10. Fahlunit von Helsinggarden (Schweden); anal. H. Erdmann, Miner. 1853, 371.

	11.	12.	13.
Na ₂ O	0,22	0,04	—
K ₂ O	5,23	4,57	—
MgO	12,28	0,81	7,99
CaO	4,55	0,40	0,50
MnO	—	1,33	—
FeO	—	15,47	6,77
Al ₂ O ₃	22,55	30,74	30,51
Fe ₂ O ₃	3,06	—	—
SiO ₂	45,01	40,90	45,95
H ₂ O	7,11	5,57	8,30
	100,01	99,83	100,02

11. Gropplit von Gropptorp; anal. A. N. Svanberg, Akad. Handl. Stockholm 3, 14 (1846).

12. Iberit von Montoval; anal. Norlin bei A. N. Svanberg, wie oben.

13. Peplolith, Mittel dreier Analysen, ausgeführt von Sieurin, Amark u. Carlsson, Öfv. of Ak. Förh. (Stockholm 1857), 24.

	14.	15.	16.	17.	18.
Na ₂ O	—	—	1,85	—	0,68
K ₂ O	—	—	1,05	—	4,10
MgO	7,0	13,73	2,90	12,55	8,99
MnO	—	0,32	—	—	0,63
FeO	—	6,96	5,30	—	1,43
ZnO	—	—	—	—	0,30
Al ₂ O ₃	37,0	28,79	28,93	19,00	21,70
Fe ₂ O ₃	3,0	—	—	19,20	—
SiO ₂	53,0	40,94	43,93	43,00	59,69
H ₂ O	1,0	7,38	15,47	6,00	3,20
	101,0	98,12	99,43	99,75	100,72

14. Polychroilith von Kragerö; anal. Dahl bei P. C. Weibye, N. JB. Min. etc. 1846, 290.

15. Praseolith von Bamle; anal. H. Erdmann, Akad. Handl. (Stockholm 1840), 188.

16. Pyrrargillit von Helsingfors; anal. A. E. Nordenskjöld, Berzelius Jahresber. 12, 174 (1832).

17. Raunit von Raumo (Schweden); anal. Staudinger bei Bonsdorff, Akad. Handl. (Stockholm 1827), 156.

18. Weissit von Fahlun (Schweden); anal. Trolle-Wachtmeister, ebenda, 1827, 24.

	19.	20.	21.
δ	—	—	2,898
Na ₂ O	0,86	—	1,64
K ₂ O	5,44	5,80	6,56
MgO	2,63	2,40	2,61
CaO	—	—	0,47
MnO	0,95	0,90	1,00
Al ₂ O ₃	26,62	26,70	28,71
Fe ₂ O ₃	15,73	13,80	14,18
SiO ₂	42,59	45,50	41,31
H ₂ O	5,89	6,20	4,25
	100,71	101,30	100,73

19. Gigantolith von Tammela (Finl.); anal. C. Marignac, *Ann. mines* **14**, 67 (1849).
 20. Von ebenda; anal. Komonen bei A. E. Nordenskjöld, *Miner. Finnl.* 1855, 151.
 21. Aus Granit von Torry, Aberdeen; anal. F. Heddle, *Min. Mag.* **5**, 18 (1882);
 siehe auch Chlorophyllit bei Ph. Barbier, *Bull. Soc. min.* **31**, 100 (1908).

Synthese.

C. Doelter und E. Hussak¹⁾ gelang es durch Zusammenschmelzen der Bestandteile des Cordierits, ein Produkt in winzigen Prismen darzustellen, welches cordieritähnlich war. Auch L. Bourgeois²⁾ erhielt auf ähnliche Weise Cordierit ähnliche Produkte, indem ein geschmolzenes Gemenge von der Zusammensetzung des Cordierits längere Zeit im viskosen Zustand hielt; daneben bildete sich ein Magnesiapyroxen.

Später hat J. Morozewicz,³⁾ mit größeren Mengen arbeitend, auch größere Kristalle darstellen können, welche näher untersucht wurden. Er erhielt Kristalle von Cordierit in einer künstlichen Andesitschmelze. Diese Schmelze hatte folgende Zusammensetzung:

Na ₂ O	2,39
K ₂ O	1,18
MgO	5,15
CaO	5,80
Al ₂ O ₃	18,10
Fe ₂ O ₃	6,80
SiO ₂	60,14
	99,56

Es sind vollkommen farblose Prismen, mit gerader Auslöschung, optisch negativ. Die Durchschnitte durch die Prismenzone sind sechseckig und aragonitähnliche Zwillinge. Er kommt bezüglich der Ausscheidung von Cordierit zu dem Satze, daß Schmelzen von der Zusammensetzung $RO m Al_2O_3 n SiO_2$ (worin $R = K_2, Na_2, Ca$ und $n = 2$) den Überschuß an Tonerde in Cordierit form und als Spinell ausscheiden, wenn n größer als 6 ist. Es kann sich aber gleichzeitig Korund und Sillimanit ausscheiden.

Bei neuen von mir⁴⁾ unternommenen Versuchen wurde die Mischung $3 MgO, 3 Al_2O_3, 8 SiO_2$ mit 10% Wolframsäure und 10% MgF_2 zusammenschmolzen und die Schmelze, deren Erstarrungstemperatur zwischen 11–1200° liegt, langsam zur Erstarrung gebracht. Ich erhielt rhombische Kristalle, bei welchen Winkel des Prismas gemessen werden konnten, welche mit dem natürlichen übereinstimmen. Die Kristalle zeigen außer dem Prisma häufig noch (010) und haben Ähnlichkeit mit den bekannten Aragonitzwillingen (siehe Taf. I, Fig. 1).

Die Brechungsquotienten liegen zwischen 1,535 und 1,547; der Charakter der Doppelbrechung ist negativ; die Stärke derselben ist gering. Man ist daher berechtigt auf Cordierit zu schließen.

Wendet man nur Wolframsäure allein an, so liegt die Erstarrungstemperatur höher; es bilden sich nur nadelförmige prismatische Kristalle (Taf. I, Fig. 2).

¹⁾ C. Doelter u. E. Hussak, Unveröffentlicht.

²⁾ L. Bourgeois, *Ann. chim. phys.* **29**, 433 (1883); auch Thèse etc. Paris 1883, 38.

³⁾ J. Morozewicz, *Tsch. min. Mit.* **18**, 68 (1899).

⁴⁾ Unveröffentlicht.

Künstlicher Cordierit.

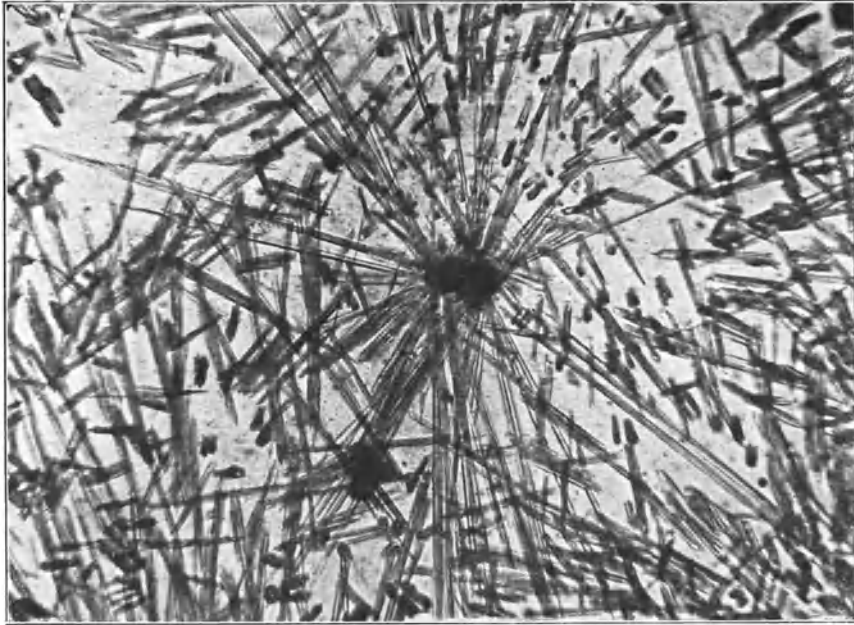


Fig. 1.

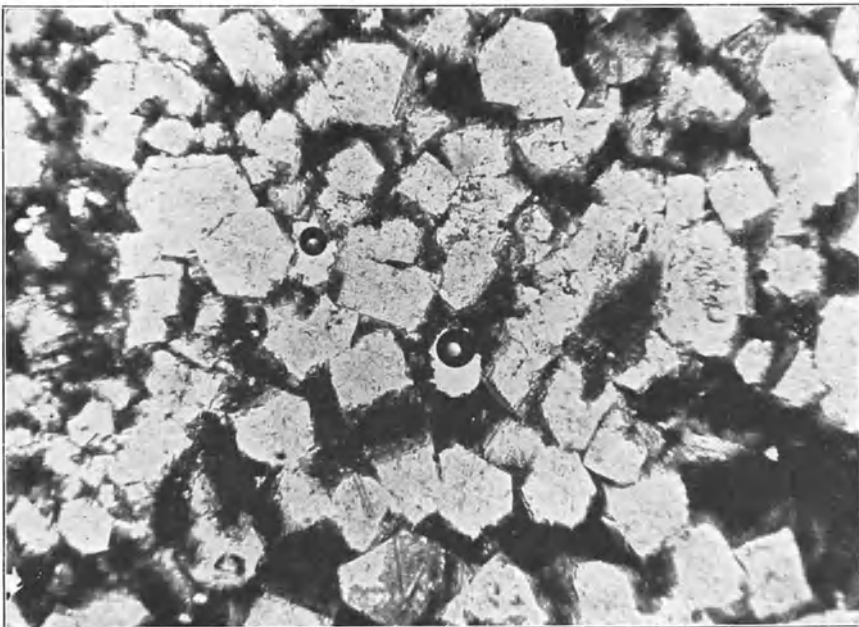


Fig. 2.

Vorkommen und Genesis.

Cordierit kommt sowohl in vulkanischen Gesteinen, als auch in Gneisen und besonders auch in den Schieferhornfelsen vor.

Von vulkanischen Gesteinen sind zu nennen: Liparite, Kersantite, Quarzporphyre. Er kommt auch in vulkanischen Auswürflingen, wie in denen des Laacher Sees vor. In Graniten und Granitporphyren ist er nicht selten. Die Cordieritgneise, in welchen besonders mit dem Cordierit auch Sillimanit und Spinell, Biotit vorkommen, sind nicht selten. Endlich ist er auch ein häufiges Kontaktprodukt in den Hornfelsen.

Aus diesen Vorkommen läßt sich schließen, daß dieses Mineral ein großes Stabilitätsfeld besitzt und daß es namentlich auch bei hohen Temperaturen noch stabil ist. Dagegen spricht des Vorkommen nicht für eine Bildung bei niederer Temperatur aus wäßrigen Lösungen. Das Vorkommen zeigt auch, daß die Annahme, es sei der Cordierit ursprünglich ein wasserhaltiges Mineral, unwahrscheinlich ist.

Sehr wichtig sind dann die Beobachtungen über Neubildungen dieses Minerals. So fand F. Zirkel¹⁾ in den am Kontakt verglasten Sandsteinen, bzw. ihrem Zement, Cordierit (ursprünglich von ihm für Nephelin gehalten). Wichtig ist auch die Entdeckung von Cordierit in Schiefern und Sandsteinen der Kohlenformation, welche durch langandauernde Brände umgeschmolzen wurden, wobei sich als Neubildungen Cordierit, Spinell, Pyroxen und Anorthit bildeten.²⁾

Diese Beobachtungen stehen im Einklange mit den früher erwähnten Synthesen des Cordierits aus seinen Bestandteilen im Schmelzflusse. Im allgemeinen kann man sagen, daß Cordierit sich vielleicht aus Schmelzfluß ohne Zusatz von Kristallisatoren in Laven bilden kann, eher auch mit Zusatz solcher, ferner daß er auch bei etwas niederer Temperatur als Kontaktprodukt entstehen kann, nicht aber aus wäßrigen Lösungen.

Endlich sei auch auf die wichtigen Wahrnehmungen von R. Brauns³⁾ hingewiesen, welcher die Bildung von Cordierit durch die Pyrometamorphose der Granatglimmerschiefer des Laacher Seegebiets nachwies. Gleichzeitig entstehen aus diesen Schiefern Sanidin, Plagioklas, Biotit, Hypersthen, Spinell, Magnet Eisen, Korund und Glas. Alles dies spricht für die rein pyrogene Entstehung des Cordierits.

Auch unter den Auswürflingen des Montagne Pelée und der Soufrière von St. Vincent kommt Cordierit vor, welchen A. Lacroix⁴⁾ als primär erklärt; er kann nach ihm allerdings in Andesiten auch sekundär sein, d. h. aus cordierithaltigen umgeschmolzenen Gesteinsfragmenten entstanden sein, wohl aber auch daselbst durch chemische Wechselwirkung sich neugebildet haben.

Auch A. Bergeat⁵⁾ beobachtete in Cordieritandesiten Neubildungen von Cordierit.

Unklar bleibt noch die Entstehung des Cordierits einer Kupferlagerstätte in Japan, welche K. Jimbo⁶⁾ beschrieb.

¹⁾ F. Zirkel, N. JB. Min. etc. 1891, I, 109.

²⁾ A. Lacroix, C. R. 112, 1060 (1891).

³⁾ R. Brauns, Die kristallinen Schiefer des Laacher Seegebiets und ihre Umbildung (Stuttgart 1911), 33.

⁴⁾ A. Lacroix, C. R. 137, 145 (1903).

⁵⁾ A. Bergeat, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 30, 594 (1910).

⁶⁾ K. Jimbo, Beitr. Miner. Japans von T. Wada, Nr. 3, 125 (1907); N. JB. Min. etc. 1909, I, 101.

Sapphirin.

Monoklin. $a:b:c = 0,65:1:0,93$ (N. Ussing).¹⁾ $\beta = 79^\circ 30'$
 $a:b:c = 0,731:1:1,4115$ (A. Lacroix).²⁾

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
MgO	16,85	19,28	19,83	19,75	19,78
CaO	0,38	—	—	—	—
FeO	3,92	1,99	1,66	1,65	0,65
Al ₂ O ₃	63,11	63,25	64,44	63,23	65,29
Mn ₂ O ₃	0,53	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	0,93
SiO ₂	14,51	14,86	12,95	14,76	12,83
Glühverlust .	0,49	—	0,34	—	0,31
	99,79	99,38	99,22	99,39	99,79

Sämtliche Analysen von Fiskernäs (Grönl.), in Glimmerschiefer und Gneis.

1. Anal. F. Stromeyer, Unters. 1821, 391.
2. Anal. A. Damour, Bull. Soc. géol. 7, 18 (1849).
3. Anal. J. Lorenzen, Meddel. om Grönland 7, 18 (1884).
4. Anal. E. Schluttig, Inaug.-Diss. (Leipzig 1884); Z. Kryst. 17, 73 (1888).
5. Anal. N. V. Ussing, Z. Kryst. 15, 604 (1899).

Neuere Analysen sind folgende:

	6.	7.	8.	9.	10.
δ	3,539	—	3,542	3,29	—
MgO	3,868	3,97	17,13	21,20	22,4
CaO	0,156	0,17	—	—	—
FeO	18,156	16,21	7,65	1,78	—
Al ₂ O ₃	66,475	67,06	60,49	62,55	62,3
SiO ₂	11,298	12,55	14,56	14,90	15,3
H ₂ O bei 100°	0,224	0,25	—	—	—
Glühverlust .	0,491	0,54	0,56	—	—
	100,668	100,75	100,39	100,43	100,10

6. Im Granulit von Paderu, Zemindari Magdul, Vizagapatam (Madras); anal. C. S. Middlemiss, Rec. Geol. Surv. India 31, 38 (1904), Z. Kryst. 42, 389 (1907). — Enthält noch 10% Spinell (Hercynit).

7. Dieselbe Analyse, nach Abzug des Hercynits.

Es handelt sich um unreines Material, welches von Hypersthen durch Sonstadttsche Lösung getrennt wurde.

Diese Analyse weicht von den übrigen durch auffallend geringen Magnesia-gehalt ab, sie zeigt dafür viel Eisenoxydul.

8. In Sapphirin-Spinellschiefer von den Hill Tracts, Vizagapatam (Madras); anal. T. L. Walker, Rec. geol. Surv. India 36, 1 (1907); Z. Kryst. 48, 680 (1911).

Beide Analysen sind offenbar von demselben Fundort, sie weichen jedoch untereinander stark ab.

¹⁾ N. V. Ussing, Z. Kryst. 15, 598, 604 (1899).

²⁾ A. Lacroix, C. R. 155, 672 (1912); Minér. de France (Paris 1913), 5, 74.

Vor kurzem wurden an einem neuen Vorkommen weitere Analysen ausgeführt.

9. Von Itrongahy (Madagaskar); anal. F. Pisani bei A. Lacroix, C. R. **155**, 672 (1912).

10. Theoretische Zusammensetzung nach der Formel von A. Lacroix, siehe unten.

Eine neue etwas abweichende Analyse wurde von Ch. H. Warren ausgeführt.

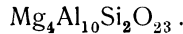
	11.
δ	3,5
MgO	15,28
FeO	9,08
Al ₂ O ₃	62,98
SiO ₂	13,44
	100,78

11. Aus einem Ilmenitgestein von St. Urbain, Quebec; anal. Ch. H. Warren, Am. Journ. **33**, 272 (1912).

Ch. H. Warren findet für seine Analyse folgende Molekularverhältnisse:

$$RO : R_2O_3 : SiO_2 = 4,53 : 5,31 : 2,00.$$

Er bespricht die früher aufgestellten Formeln und es ergibt sich nach ihm aus den Analysen von J. Lorenzen und N. V. Ussing die Formel, welche oben angegeben wurde, während die Analysen von F. Stromeyer, A. Damour und E. Schluttig zu der Formel führt:



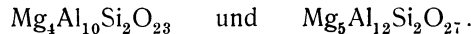
Die neue Analyse weicht von den übrigen ab, Ch. H. Warren ist der Ansicht, daß dem Sapphirin überhaupt keine konstante Formel zukäme, sondern daß hier eine feste Lösung vorliege.

II

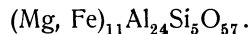
Formel. Das Verhältnis R:Al:Si wurde für einige Analysen von C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnet.

Analyse Nr. 2 (A. Damour)	2,1:5,0:1,
" " 3 (J. Lorenzen)	2,4:5,8:1,
" " 4 (E. Schluttig)	2,1:5,0:1,
" " 5 (N. V. Ussing) ²⁾	2,4:6,0:1.

Die Analysen entsprechen zwei Formeln:



Gewöhnlich wird die letztere Formel angenommen, so von C. Hintze, P. Groth u. a. Sie scheint den besseren Analysen von J. Lorenzen und N. V. Ussing²⁾ zu entsprechen. A. Lacroix³⁾ stellt folgende Formel auf:



Eigenschaften. Keine Spaltbarkeit, Bruch flachmuschelig.

Dichte 3,486. Härte 7,5.

Glasglanz. Farbe blaßblau, auch dunkelblau, seltener grünlich. Hohes Brechungsvermögen, negative Doppelbrechung sehr schwach.

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Erg.-Heft II, 435 (1895).

²⁾ N. V. Ussing, Z. Kryst. **15**, 598 (1889).

³⁾ A. Lacroix, C. R. **155**, 672 (1912); Minér. France **5**, 74 (1913).

Brechungsquotienten. Nach N. V. Ussing für Rot:

N_α	N_β	N_γ
1,7055	1,7088	1,7112,

nach A. Lacroix für Na-Licht:

N_α	N_β	N_γ
1,7042	1,7074	1,7077.

Der Achsenwinkel $2V$ ist für Na-Licht $68^\circ 49'$, $2H$ für Rot $77^\circ 50'$, für Blau $79^\circ 0'$ nach N. V. Ussing.¹⁾ A. Des Cloizeaux²⁾ fand für $2H_\alpha$ $83^\circ 29'$ für Rot, $83^\circ 55'$ für Gelb und $84^\circ 34'$ für Grün, siehe auch Ch. H. Warren.

Doppelbrechung. $N_\gamma - N_\alpha = 0,0057$; $N_\gamma - N_\beta = 0,0024$; $N_\beta - N_\alpha = 0,0033$ (Rot) nach N. V. Ussing; $N_\gamma - N_\alpha = 0,0033$ (nach A. Lacroix im Vorkommen von Madagaskar).³⁾ Deutlicher Pleochroismus.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar. Von Säuren nicht angreifbar, dagegen von Kaliumbisulfat leicht angegriffen. Dieses ruft auf der Tafelenebene Ätzfiguren hervor.⁴⁾

Kornerupin.

Rhombisch. $a:b:c = 0,854:1:?$ (N. V. Ussing).

Analysen.

	1.	2.	3.
δ	—	3,27	—
Na_2O	—	0,60	—
K_2O	—	0,24	—
MgO	19,46	23,80	25,3
Al_2O_3	46,79	41,20	43,1
Fe_2O_3	2,02	2,27	—
SiO_2	30,90	31,35	31,6
H_2O	1,30	0,64	—
	100,47	100,10	100,0

1. Von Fiskernäs (Grönl.); anal. J. Lorenzen, Medd. om Grönl. 7, 19 (1884); Z. Kryst. 11, 317 (1886).

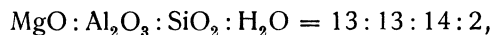
2. Aus Pegmatit von Itrongahy (Madagaskar); anal. F. Pisani bei A. Lacroix, C. R. 155, 672 (1912); Minér. France (Paris 1913), 5, 38.

3. Theoretische Zusammensetzung nach A. Lacroix.

Formel. J. Lorenzen stellte die Formel auf:



da er das Wasser nicht in die Formel einbezogen hat. J. Uhlig,⁵⁾ welcher den verwandten Prismatin neu analysierte, findet aus der Analyse von J. Lorenzen, unter Einbeziehung des Wassers:



¹⁾ N. V. Ussing, Z. Kryst. 15, 598 (1889).

²⁾ A. Des Cloizeaux, Man. de Minér. (Paris 1874), 2, 42.

³⁾ A. Lacroix, C. R. 155, 672 (1912); Minér. France 5, 74 (1913).

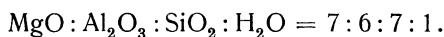
⁴⁾ E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. (Stuttgart 1905), 190.

⁵⁾ J. Uhlig, Z. Kryst. 47, 222 (1910).

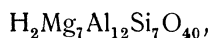
daher die Formel:



Dabei war jedoch nach dem Vorgange N. V. Ussings das Eisenoxyd zu der Tonerde geschlagen worden, während es nach J. Uhlig richtiger ist, anzunehmen, daß das Eisen als Oxydul vorhanden sei, und daher zu der Magnesia zu schlagen ist; dann wird das Verhältnis:



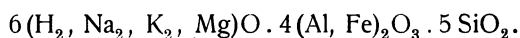
Daher die Formel:



was sich im Einklange mit der Prismatinformel schreiben läßt:



A. Lacroix stellt die Formel auf:



Eigenschaften. Ziemlich vollkommen nach (110) spaltbar. Härte 6—7, Dichte 3,273 nach J. Lorenzen, 3,23 nach N. V. Ussing.

Glasglanz, weiß, durchsichtig im Dünnschliff.

Farbe meergrün, auch weiß.

Optische Achsenebene (100); $2E = 32\frac{1}{2}^\circ$ (N. V. Ussing).

Brechungsquotienten für Na-Licht nach A. Lacroix:¹⁾

$$N_\alpha = 1,6650, \quad N_\beta = 1,6760, \quad N_\gamma = 1,6770.$$

Doppelbrechung negativ. $N_\gamma - N_\alpha = 0,0012$.

Optischer Achsenwinkel für Na-Licht 33° . Pleochroismus stark, grün bis braunrot.

Vor dem Lötrohre angeblich unsmelzbar und von Säuren unangreifbar. Nach A. Lacroix ist jedoch der Kornerupin leicht vor dem Lötrohre schmelzbar und wird zu einem weißen Email.

Prismatin.

Rhombisch. $a:b:c = 0,8622:1:0,4345$ (J. Uhlig).

Umwandlungsprodukt: Kryptotil.

Analysen.

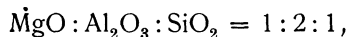
	1.	2.
Na ₂ O	2,04	1,85
K ₂ O	0,79	0,85
MgO	15,08	15,23
FeO	6,28	4,51
Al ₂ O ₃	43,06	42,11
Fe ₂ O ₃	—	2,21
SiO ₂	30,89	30,61
TiO ₂	—	0,30
H ₂ O	1,36	1,94
Feuchtigkeit . . .	—	0,14
	99,50	99,75

¹⁾ A. Lacroix, Minér. France (Paris 1913), 5, 38.

1. Im Granulitgebiet von Waldheim (Sachsen); anal. A. Sauer, Z. Dtsch. geol. Ges. **38**, 705 (1886).

2. Von ebenda; anal. J. Uhlig, Z. Kryst. **47**, 222 (1910).

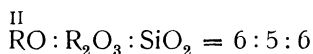
Formel. Der Prismatic wurde von A. Sauer zuerst analysiert und auf Grund dieser Analyse das Verhältnis



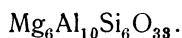
wie auch für den Kornerupin festgestellt. Beide Mineralien wurden chemisch für identisch gehalten. Die bisher angenommene Formel war für beide:



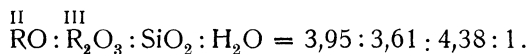
Diese Formel rührt von J. Lorenzen her. Es ist dieses Mineral insofern für die Chemie der Silicate wichtig, als es das G. Tschermaksche Pyroxensilicat darstellt, welches in den Pyroxenen allein nicht vorkommt und auch in reinem Zustande synthetisch bisher nicht dargestellt werden konnte. Nach einer neuen Untersuchung von J. Uhlig ist diese Formel für die beiden Mineralien nicht richtig. J. Uhlig hat die Analyse von A. Sauer berechnet und fand, daß das Verhältnis:



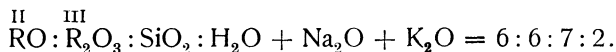
ist. Demnach wäre die Formel:



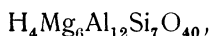
Doch fand J. Uhlig einen höheren Wassergehalt, während die beiden Analysen von J. Lorenzen und A. Sauer keinen Wassergehalt aufweisen. Die von J. Uhlig an frischem Material vorgenommene Analyse gibt einen zu hohen Wassergehalt, als daß dieser vernachlässigt werden könnte. Das wirkliche Verhältnis ist:



Da jedoch auch Alkalien vorhanden sind, so glaubt J. Uhlig, daß es richtiger sei, die Alkalien und das Wasser zusammenzuziehen und würde dann das obige Verhältnis:



Dies führt zu der Formel:



wobei H durch K und Na, Mg durch Fe und Al durch Fe zum Teil ersetzt werden können.

Über dem Bunsenbrenner entweicht ein Drittel, im Gebläse die zwei anderen Drittel des Wassers. Berücksichtigt man das Natron, so würde die Formel lauten:



Für den Kornerupin nimmt J. Uhlig die Formel an:



Wenngleich die Argumentation J. Uhligs vielleicht nicht ganz einwandfrei ist, da die Zusammenziehung von H und Na vielleicht doch nicht ohne

weiteres gestattet ist, so ist doch J. Uhlig¹⁾ im Rechte, wenn er den Prismatin (und wohl auch den Kornerupin, von welchem allerdings eine neue Analyse notwendig wäre) nicht als wasserfreies Mineral annimmt und ist jedenfalls auch die frühere Formel $MgAl_2SiO_6$ nicht mit der Analyse in vollkommener Übereinstimmung. Prismatin und Kornerupin sind auch seinen Untersuchungen zufolge nicht identische, wohl aber isomorphe Silicate.

Eigenschaften. Ziemlich vollkommen spaltbar nach (110). Härte 6—7. Geringer Glanz. Farbe gelbbraun, oft mit lichtgrüner Zersetzungsschicht. Durchsichtig. Pleochroitisch.

Brechungsquotienten nach N. V. Ussing und J. Uhlig:

N_α	N_β	N_γ	
1,6691	1,6805	1,6818	(N. V. Ussing)
1,1711	1,6826	1,6840	(J. Uhlig)
1,6707	1,6829	1,6837	(")

Nach J. Uhlig . .	$N_\beta - N_\alpha = 0,012$	$N_\gamma - N_\beta = 0,001$	$N_\gamma - N_\alpha = 0,013$
" " . .	$N_\beta - N_\alpha = 0,012$	$N_\gamma - N_\beta = 0,001$	$N_\gamma - N_\alpha = 0,013$
" N. V. Ussing	$N_\beta - N_\alpha = 0,011$	$N_\gamma - N_\beta = 0,001$	$N_\gamma - N_\alpha = 0,013$

Achsenwinkel $2V$ nach J. Uhlig $28^\circ 48'$; nach N. V. Ussing $37^\circ 34'$. $2E = 49^\circ 29'$ (Na-Licht nach J. Uhlig); $2E$ nach N. V. Ussing für Na-Licht: $65^\circ 30'$ bis $66^\circ 12'$.

Vor dem Lötrohre ziemlich schwer zu grauem, etwas blasigem Glas schmelzbar. Das Pulver des Prismatins löst sich in Gemengen von Flußsäure und Schwefelsäure. Auch in konz. Schwefelsäure etwas löslich. In Salzsäure unlöslich.

Umwandlung des Prismatins in Kryptotil.

Der Prismatin ist einer Umwandlung unterworfen, bei welcher Magnesia weggeführt wird, dagegen Kieselsäure zugeführt wird, es entsteht ein wasserhaltiges Aluminiumsilicat, welches unter dem Namen Kryptotil bekannt ist.

Analyse.

MgO	2,13
Al_2O_3	41,63
SiO_2	48,43
H_2O	7,70
	99,89

Analyse des Kryptotils von Waldheim; anal. A. Sauer, Z. Dtsch. geol. Ges. **38**, 705 (1886).

Das Verhältnis $MgO : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 0,13 : 1 : 1 : 1,97 : 1,05$. Das reine Umwandlungsprodukt hätte das Verhältnis 1 : 2 : 1. Nach J. Uhlig könnte die Magnesia als Chlorit vorhanden sein. Die Formel der reinen Substanz wäre $HAISiO_4$, er reiht sich J. Uhlig zufolge dem Muskovit an und ist mit dem Onkosin verwandt.

Eigenschaften. Feinfaserig, lichtgrün. Doppelbrechend. Härte 2—3. Dichte 3,05 (nach J. Uhlig).

Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar. Mit Kobaltsolution geglüht, Blaufärbung.

In kalter Flußsäure ganz löslich, wie auch Onkosin.

¹⁾ J. Uhlig, Z. Kryst. **47**, 220 (1910).

Grandidierit.

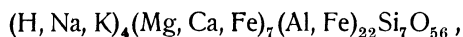
Rhombisch. Dieses Mineral, welches A. Lacroix aufstellte, enthält zwar auch Alkalien, aber doch in so geringer Menge, daß wir es zu den basischen Silicaten, welche soeben behandelt wurden, stellen können.

Analyse.

Na ₂ O	2,22
K ₂ O	0,40
MgO	9,65
CaO	2,10
FeO	4,86
Al ₂ O ₃	52,80
Fe ₂ O ₃	6,60
SiO ₂	20,90
H ₂ O	1,25
	100,78

Aus Pegmatit und Aplit von Andrahomanana (Madagaskar); anal. F. Pisani bei A. Lacroix, Bull. Soc. min. **25**, 85 (1902) u. **27**, 259 (1904); C. R. **137**, 542 (1903); Minér. France etc. **4**, 670 (1910).

Formel. Nach A. Lacroix ist die Formel:



entsprechend dem Verhältnis:

$$0,106 : 0,347 : 0,559 : 0,348.$$

Eigenschaften. Spaltbar nach (100), weniger nach (010). Dichte 2,99. Härte 7,5. Farbe blaugrün, durchsichtig in dünnen Schichten. Glasglanz, auf (100) etwas perlmutterartig. Brechungsquotienten für Natriumlicht.

N_α	N_β	N_γ	$N_\gamma - N_\alpha$
1,6018	1,6360	1,6385	0,0367

$$2E = 49^\circ 30'; \quad 2V = 29^\circ 40'.$$

Stark pleochroitisch.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar, in Säuren unlöslich.

Umwandlung. Trotz seiner Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Agenzien ist der Grandidierit doch in der Natur häufig umgewandelt. Es scheint eine Substanz zu sein, welche dem Kryptotil nahesteht.

Vorkommen. Kommt in Pegmatiten und Apliten in großen Kristallen vor, zusammen mit Quarz, Orthoklas, Almandin, Pleonast, Andalusit und Biotit.

Batavit.

Nakritähnlich.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
MgO	28,10	28,24	28,17	27,88
Al ₂ O ₃	16,46	16,24	16,35	17,77
SiO ₂	42,35	42,32	42,33	41,81
H ₂ O	12,83	13,51	13,19	12,54
	99,74	100,31	100,04	100,00

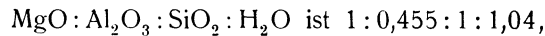
1. u. 2. Von der Kropfmühle bei Passau; anal. E. Weinschenk, Z. Kryst. **28**, 159 (1897).

3. Mittel beider Analysen.

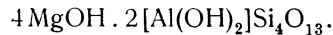
4. Berechnete Zusammensetzung.

In Analyse 1 wurde der Glühverlust, in Analyse 2 das Wasser direkt bestimmt.

Formel. Das Verhältnis



daher die Formel:



Eigenschaften. Zeigt hexagonale Form, besteht aus einem einachsigen Kern und einer Hülle, welche einen kleinen Achsenwinkel aufweist. Beide sind optisch negativ und zeigen schwache Doppelbrechung. Dichte 2,183. Plastisch.

Vor dem Lötrohre nur an den Kanten zu weißem Email schmelzbar.

In kochender Salzsäure oder Schwefelsäure schwer löslich. Wird von Natronlauge und Natriumcarbonatlösung schon in der Kälte zersetzt, wobei ein voluminöser, aus Magnesia bestehender Niederschlag entsteht.

Chloritgruppe.

Die Chloritgruppe umfaßt eine große Zahl verschiedener Silicate, welche sich sowohl durch verschiedenen Kieselsäuregehalt und damit zusammenhängenden verschiedenen Tonerdegehalt unterscheiden als auch dadurch, daß das Aluminium durch Ferrieisen ersetzt werden kann, während andererseits auch das Magnesium durch Ferroeisen ersetzbar ist.

Das Schwanken des Kieselsäuregehalts und die damit in Verbindung stehende wechselnde Menge von Tonerde und auch von Magnesia wurde, wie wir unten sehen werden, durch Mischungen zweier Silicate erklärt, von welchen das eine ein Magnesium-Aluminiumsilicat ist, während das zweite das Serpentinilicat ist.¹⁾

Das Schwanken des Eisen- und Magnesiumgehaltes erklärt sich wieder dadurch, daß außer den vorherrschenden Magnesiumsilicaten solche vorkommen, in welchen ein Teil des Magnesiums durch Ferroeisen isomorph ersetzt wird, während andererseits wieder die Tonerde durch Eisenoxyd ersetzbar ist.

Bei der Einteilung der Chlorite kann man entweder auf letzteres Moment das Hauptgewicht legen, oder aber man kann nach dem Überwiegen des Serpentinilicats oder des Aluminium-Magnesiumsilicats (der als solcher im reinen Zustande nicht vorhandene Amesit) klassifizieren. Daraus geht schon hervor, daß die Klassifikation der Chlorite nicht leicht ist.

Die Hauptminerale sind: Pennin, Prochlorit, Klinochlor, Korundophilit und der rein nicht vorkommende, daher theoretische Amesit. Daneben sind viele Varietäten bekannt, von welchen folgende hervorzuheben sind²⁾:

¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **100**, I, 29 (1891).

²⁾ C. Hintze, Miner. **2**, 759.

Chromochlorit, Grastit, Grochaut, Helminth, Kämmererit, Kotschubeit, Lepidochlorit, Leuchtenbergit, Loganit, Lopheit, Onkoit, Phyllochlorit, Pseudophit, Ripidolith, Rhodochrom, Rodophyllit, Tabergit und Talkchlorit.

Diese Mineralien wurden von G. Tschermak als Orthochlorite bezeichnet. Sie bilden die Hauptreihe der Chloritgruppe. An diese reihen sich die Leptochlorite an, welche noch zwei weitere Silicate enthalten: Das Strigovit- und das Chloritoidsilicat. Zu diesen Leptochloriten gehören:

Daphnit, Chamosit, Metachlorit, Klementit, Thuringit, Bravaisit, Cronstedtit, Euralith, Strigovit, Diabantit, Aphrosiderit, Delessit. An diese reihen sich die wenig bekannten Varietäten an: Epichlorit, Grängesit, Hullit, Melanolith und Stilpnomelan.

Von diesen sind Eisensilicate mit nur geringem Gehalt an Magnesium folgende:

Daphnit, Chamosit, Thuringit, Strigovit, Hullit, Melanolith, Stilpnomelan, Cronstedtit und Metachlorit.

Sowohl Magnesia als auch Eisenoxydul (neben Eisenoxyd) enthalten beide in ziemlich gleichen Mengen:

Euralith, Diabantit, Delessit, Epiphanit, Epichlorit, Grängesit.

Jene Glieder der Chloritgruppe, welche aus ganz vorwiegendem Eisensilicat bestehen, werden bei den Eisensilicaten betrachtet werden und ebenso reihen wir dort solche an, wie die oben erwähnten, welche Mischungen eines Eisensilicats mit viel Magnesium-Aluminiumsilicat sind.

Als nicht unmittelbar mit den Chloriten zusammenhängend werden von manchen anhangsweise der Chloritgruppe angereicht:

Lillit,¹⁾ Leidyit und Schuchardt.

Aber auch bei den Chloriten der Hauptreihe, den Orthochloriten, gibt es eine Anzahl, welche vorwiegend Eisensilicate enthalten. Da diese jedoch meistens nicht als besondere Mineralien ausgeschieden wurden, so ist eine Trennung derselben von den eigentlichen Magnesium-Aluminiumsilicaten schwierig durchzuführen, so daß es besser erscheint, diese gleich hier anzuführen, auch wenn ein Teil des Magnesiums durch Eisen (Ferro) ersetzt ist.

Orthochlorite und Leptochlorite. G. Tschermak unterschied in der ganzen Chloritgruppe zwei Abteilungen, die Orthochlorite und die Leptochlorite. Diese Einteilung erscheint sehr zweckmäßig, weil die beiden Abteilungen sich sowohl chemisch als auch optisch unterscheiden. Es erscheint daher richtig, die beiden voneinander getrennt zu betrachten. Dazu kommt noch, daß die Leptochlorite meistens Eisensilicate sind, so daß wir sie nicht hier, sondern bei den Eisensilicaten betrachten werden. Es sind dies die Mineralien:

Daphnit, Chamosit, Metachlorit, Klementit, Thuringit, Cronstedtit, Euralith, Strigovit, Diabantit, Aphrosiderit. Der früher hierher gestellte Rumpfit hat als nicht selbständiges Mineral zu entfallen. Der Delessit ist kein reines Eisensilicat, er enthält zum Teil sogar mehr Magnesia als Eisenoxydul, gehört also eher zu den Magnesium-Aluminiumsilicaten. Streng genommen liegt auch kein Grund vor, ihn bei den Leptochloriten zu betrachten und wir können ihn getrennt von Ortho- und Leptochloriten behandeln. Dann gibt

¹⁾ Bereits S. 156 behandelt.

es noch einige Mineralien, die man gewöhnlich zu den Chloriten rechnet, welche meistens Zersetzungsprodukte von Biotiten sind. Sie stehen nach G. Tschermak den Leptochloriten nahe. Von diesen sind Grängesit, Hullit, Stilpnomelan, Melanolith Eisensilicate, und nur der Epichlorit, welchen wir auch hier anreihen können, gehört zu den Magnesium-Aluminiumsilicaten. Da er aber doch in Verbindung mit den übrigen gebracht wird und ziemlich viel Eisenoxyde enthält, so stelle ich ihn zu den übrigen Leptochloriten.

Endlich gibt es noch einzelne Mineralien zweifelhafter Natur, wie Schuchardt, welche keine besondere Charakteristik aufweisen.

Orthochlorite.

Analysenzusammenstellung.

Anordnung der Analysen. Wir haben vier Hauptvarietäten: den Pennin, Kinochlor, Prochlorit, Korundophilite, zu welchen der theoretische Amesit sich gesellt, unterschieden, und außerdem noch eine große Anzahl von Varietäten nebensächlicher Natur aufgestellt. Man kann nun die Einteilung derart vornehmen, daß man nach dem Gehalt an Amesitsilicat und Serpentsilicat anordnet, und sich um den Eisengehalt nicht kümmert, die Berechnung ist jedoch sehr schwierig, weil durch das Eintreten der beiden Eisensilicate diese kompliziert wird; man müßte daher hier nach der Summe von Eisenoxyd + Tonerde anordnen; dann müßte aber das stets vorkommende Eisenoxydul-silicat besonders berechnet werden und dadurch würde bei einer so großen Menge von Analysen die Anordnung sehr schwierig werden. Ich ziehe es daher vor, das Hauptgewicht, wie wir es bisher immer getan und wie es auch der Einteilung nach Metallen entspricht, nach dem Eisengehalt zu reihen, ähnlich wie bei Glimmern, Olivinen und anderen Silicaten. Dies ist auch eine mehr hypothesenfreie Anordnung, da sie nicht der Annahme von zwar wahrscheinlichen, aber doch für sich allein nicht vorkommenden Silicaten entspricht.

Was nun die beiden Oxydationsstufen anlangt, so gibt es auch viele Analysen, welche nicht weggelassen werden konnten, bei welchen die Trennung dieser nicht in den Analysen vorgenommen wurde. Dies ist ein Grund mehr, um die erwähnte Anordnung beizubehalten, da eine genaue Berechnung nach den verschiedenen Silicaten bei solchen nicht durchführbar erscheint.

Aus den Analysen, bei welchen die genannte Trennung durchgeführt wurde, geht hervor, daß das Eisenoxyd gegenüber dem Oxydul bedeutend zurücktritt und daß dagegen der Gehalt an Oxydul ganz bedeutend variiert. Konsequenter wäre es nun, die stark eisenhaltigen Mischungen bei den Eisensilicaten zu betrachten, was aber wieder den Nachteil hätte, die ganze Gruppe zu zerreißen und das Nachsuchen der Chloritanalysen zu erschweren; daher wurde davon Abstand genommen.

Außer dem Gehalte an Eisenoxydul ist jedoch in der Zusammensetzung der Chlorite noch ein zweiter einschneidender Unterschied in dem mehr oder weniger großen Gehalt an Sesquioxiden gelegen. Dieser hängt davon ab, ob das sesquioxidfremde Serpentsilicat oder das sesquioxidgehaltige Amesitsilicat vorwiegt oder nicht. Wir haben daher einen ähnlichen Fall wie bei den

Pyroxenen und Amphibolen. Man muß daher neben dem eigentlichen Gehalt an Eisenoxydul auch den an Tonerde und Eisenoxyd berücksichtigen. Leider fehlt, wie bereits erwähnt, bei vielen Analysen die Trennung der beiden Eisenoxydationsstufen. Es sind eben neben dem Serpentin-silicat und dem Amesitsilicat noch analog zusammengesetzte Eisenoxydulsilicate vorhanden und dazu kommen noch diejenigen Silicate, welche bei analoger Formel sich vom Serpentin-silicat und dem Amesitsilicat durch Ersetzung des Aluminiums durch Ferrieisen unterscheiden.

Um nun die wesentlichsten Unterschiede beider zur Geltung bei der Anordnung der Analysen zu bringen, habe ich den Ausweg betreten, zuerst die eisenoxydularmen, dann die an Eisenoxydul reicheren zu bringen und schließlich die eisenoxydulreichen, welche eigentlich zu den Eisen-Aluminiumsilicaten gehören. Dabei wurden folgende Abteilungen ausgeschieden:

1. Chlorit mit sehr wenig Eisenoxydul; 2. Chlorite mit 2—3% FeO; 3. Chlorite mit 5—10% FeO; 4. Chlorite mit 10—20% FeO; 5. Chlorite mit 20—30% FeO und darüber.

In jeder dieser Abteilungen wurden zwei Unterabteilungen ausgeschieden, von welchen die eine, A., die sesquioxydreichen, die zweite, B., die sesquioxydarmen enthält. Dadurch kommt der relative Gehalt an Amesit bzw. Serpentin-silicat zur Geltung.

Dort, wo eine Trennung der Oxydationsstufen nicht bei der analytischen Untersuchung ausgeführt wurde, ist natürlich eine richtige Einreihung nach dem zweiten Prinzip nicht möglich.

Wie aus den zahlreichen Analysen hervorgeht, sind Chlorite, welche einen beträchtlichen Gehalt an sesquioxydfreiem Serpentin-silicat enthalten, ziemlich selten, wie ja auch der reine Amesit unbekannt ist und die an diesem Silicat reichen Chlorite fehlen. Die extremen Glieder sind hier die seltenen, die Mischungen die häufigeren, also liegt hier der umgekehrte Fall vor, wie bei den meisten isomorphen Mischlingskristallen, bei welchen sonst die Lücke meistens in der Mitte zu liegen pflegt. Darauf wird noch unten zurückzukommen sein.

Chlorite mit sehr geringem Gehalt an FeO.

Bei diesen Analysen liegen Chlorite vor, deren Gehalt an Amesitsilicat meist groß ist; eine Trennung in amesitärmeren und -reiche war hier nicht durchführbar.

	1.	2.	3.
MgO . . .	36,7	34,20	34,45
FeO . . .	0,6	2,53	1,08
Al ₂ O ₃ . . .	18,5	19,52	22,13
Cr ₂ O ₃ . . .	—	0,30	—
SiO ₂ . . .	32,1	30,61	30,28
H ₂ O . . .	12,1	12,53	12,61
	100,00	99,69	100,55

1. Leuchtenbergit von Mauléon; anal. A. Delesse, Ann. chim. phys. **9**, 396 (1845).
2. Leuchtenbergit vom Schischimsker Berg (Ural); anal. A. Lagorio Tsch. min. Mit. **8**, 497 (1887).
3. Leuchtenbergit von Amity C. (New York); anal. L. Sipöcz bei G. Tschermak, Min. Mit. **12**, 35 (1891).

	4.	5.	6.	7.
Na ₂ O	0,38	0,35	—	—
K ₂ O				
MgO	35,54	36,08	34,26	29,75
CaO	—	—	0,21	6,21
FeO	—	—	0,14	0,28
Al ₂ O ₃	11,11	10,50	20,43	16,05
Cr ₂ O ₃	6,85	4,67	—	—
Fe ₂ O ₃	1,43	1,60	1,68	4,26
SiO ₂	33,20	33,30	30,00	32,27
H ₂ O	12,95	13,25	13,75	11,47
	101,46	99,75	100,47	100,29

4. Kämmererit von Texas; anal. F. A. Genth, Am. Acad. Phil. Soc. 1852, 12.

5. Dasselbe Vorkommen; anal. L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. 16, 47 (1853).

6. u. 7. Leuchtenberge von Slatoust (Schischimsker Grube); anal. E. A. Schneider bei F. W. Clarke Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 293 (1910); siehe auch Z. Kryst. 18, 401 (1891).

	8.	9.	10.	11.
δ	—	2,631	—	—
Na ₂ O	0,17	—	—	—
K ₂ O	0,06	—	—	—
MgO	34,25	37,49	35,47	33,38
FeO	0,77	—	1,80	—
NiO	—	—	—	1,61
Al ₂ O ₃	18,34	18,96	10,50	17,13
Cr ₂ O ₃	—	—	5,50	—
Fe ₂ O ₃	2,10	—	—	—
SiO ₂	31,31	28,65	34,64	34,63
H ₂ O	13,33	15,22	12,03	13,93
	100,33	100,32	99,94	100,68

8. Kinochlor von der Achmatowskschen Grube bei Slatoust (Ural); anal. A. Ortman, Tsch. min. Mit. 12, 35 (1891). — Ältere Analysen von diesem Fundort stammen von H. Struve bei N. v. Kokscharow, Mat. min. Rußl. 3, 236, sind jedoch ohne Eisenoxydulbestimmung, können daher nicht gut eingereiht werden.

9. Klinochlor von Buckingham, Ottawa Co. (Canada); anal. G. C. Hoffmann, Geol. Sv. Canada 6 (1892); Z. Kryst. 25, 278 (1896).

10. Rhodochrom vom Itkulsee (Sibir.); anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. 53, 22 (1851).

11. Chlorit von Plaben (Böhmen); anal. R. v. Drasche, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1873, 126.

Sheridanit, eine besonders eisenarme Chloritvarietät:

	12.
δ	2,702
Na ₂ O	0,35
K ₂ O	0,14
MgO	31,21
FeO	0,40
Al ₂ O ₃	26,43
Fe ₂ O ₃	0,24
SiO ₂	28,81
H ₂ O unter 110° . . .	0,09
H ₂ O über 110° . . .	12,62
	100,29

12. Aus dem nördlichen Wyoming; anal. E. Wolff, Am. Journ. [4] 34, 475 (1912).
Hierher gehört auch der chromhaltige **Kotschubeit**.

	13.	14.	15.
MgO	35,77	35,04	35,62
Al ₂ O ₃	13,56	13,29	12,60
Cr ₂ O ₃	4,19	4,19	4,04
Fe ₂ O ₃	2,29	2,00	2,30
SiO ₂	33,12	32,35	33,31
H ₂ O	12,65	12,62	12,62
	101,58	99,49	100,49

13. u. 14. Von Ufaléjsk (Ural); anal. Herzog N. von Leuchtenberg, Verh. russ. min. Ges. 3, 293 (1868); auch bei N. v. Kokscharow, Mater. Min. Rußl. 5, 369.
15. Dasselbe Vorkommen; anal. N. v. Zinin, ebenda.

	16.	17.	18.	19.	20.
MgO	31,61	30,48	34,41	34,64	33,06
CaO	—	0,75	—	0,11	—
FeO	0,83	1,04	—	—	1,93
NiO	—	—	—	—	0,17
Al ₂ O ₃	18,28	17,34	19,63	19,85	14,48
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	1,56
Fe ₂ O ₃	1,26	3,29	2,02	2,43	5,52
SiO ₂	35,31	32,84	30,60	30,33	29,87
H ₂ O	13,26	14,44 ¹⁾	12,76	12,73	13,60
	100,55	100,18	99,42	100,09	100,19

16. Von Ckyn (Böhmen); anal. W. Gintl bei V. v. Zepharovich, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 7.

17. Pseudophit von Markirch (Elsaß); anal. L. van Wervecke, Z. Kryst. 1, 510 (1877).

18. u. 19. Beide Leuchtenbergite vom Schimschimsker Berg (Ural); anal. Herzog N. v. Leuchtenberg, Verh. russ. min. Ges. 1866, I, 33; Beil. Acad. St. Pétersb. 9, 188 (1866).

20. Klinochlor von Westchester (Pennsylv.); anal. F. W. Clarke u. E. A. Schneider, Z. Kryst. 18, 401 (1898).

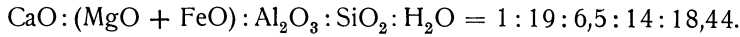
	21.	22.	23.	24.	25.
Na ₂ O	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	1,71	1,99
MgO	33,50	27,493	34,38	30,03	30,07
CaO	0,81	2,090	—	0,95	0,55
FeO	2,33	—	1,08	0,36	—
Al ₂ O ₃	18,85	24,755	18,31	16,43	16,00
Cr ₂ O ₃	1,09	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	1,55	2,672	1,94	1,05	1,13
SiO ₂	31,08	31,053	30,84	34,85	34,78
H ₂ O	11,53	12,391	—	—	—
H ₂ O über 105°	—	—	13,33	12,70	12,72
H ₂ O unter 105°	—	—	0,55	1,82	1,97
	100,74	100,43			

¹⁾ Davon schwanden über Schwefelsäure 1,02%; 12,16% beim Glühen und 1,26% zwischen 100–200°.

21. Dasselbe Vorkommen; anal. E. Neminar, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 177.

22. Vom Flusse Aj bei Zlatoust(Ural); anal. P. Zemjatöensky, Z. Kryst. **35**, 359(1902).

Das Mineral hat eine gewisse Ähnlichkeit mit Leuchtenbergit, unterscheidet sich jedoch von diesem durch bedeutenderen Gehalt an MgO und auch höheren Tonerdegehalt. Die Molekularverhältnisse sind:



Die Formel wäre: $2 \text{CaO} \cdot 38 \left(\frac{27}{28} \text{MgO} + \frac{1}{28} \text{FeO} \right) \cdot 13 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 28 \text{SiO}_2 \cdot 37 \text{H}_2\text{O}$.

Dieser Chlorit entspräche der Tschermakschen Mischung $\text{Sp}_4\text{At}_{13}$, wobei ein Überschuß bleibt, der sich als $\text{H}_6\text{Ca}_2\text{Si}_7\text{O}_{19}$ bestimmen läßt.

23. Von der Nikolaj Maximilianmine, Slatoust (Ural); anal. E. A. Schneider bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **113**, Nr. 419, 293 (1910).

24. u. 25. In Adern von Ophicalcit, von Recess, Galway Co. (Irland); anal. A. Hutchinson u. W. Campbell Smith, Min. Mag. **16**, 266 (1912).

Aus den Analysen berechnet sich die Formel: $\text{H}_{23}\text{Mg}_{12}\text{Al}_5\text{Si}_9\text{O}_{49}$.

Die chemische Zusammensetzung kommt dem Pseudophit am nächsten.

Maconit.

Der Maconit hat eine von den Chloriten, aber auch von den Vermiculiten abweichende Zusammensetzung.

	26.
Na ₂ O	0,51
K ₂ O	5,70
MgO	14,46
FeO	0,32
NiO, CoO	0,12
Al ₂ O	21,53
Fe ₂ O ₃	12,41
SiO ₂	34,22
H ₂ O	11,85
	101,12

26. Maconit von der Culsagee Mine (N. Carol.); anal. T. M. Chatard bei F. A. Genth, Proc. amer. Phil. Soc. **13**, 414 (1873).

Die zwei nächsten Analysen können direkt als **Chromchlorite** bezeichnet werden.

Eine stark chromoxydhaltige Varietät von Chlorit ist Nr. 27, welche durch einen sehr geringen Gehalt an Tonerde ausgezeichnet ist, bei Abwesenheit von Eisenoxyd:

	27.	28.
δ	2,69	—
MgO	35,18	21,83
CaO	0,18	—
FeO	1,23	3,28
NiO	0,49	—
Al ₂ O ₃	6,74	12,40
Cr ₂ O ₃	11,39	13,46
Fe ₂ O ₃	—	3,14
SiO ₂	31,74	34,49
H ₂ O	13,04 ¹⁾	11,85
	99,99	100,45

¹⁾ Davon entweichen 0,36% bei 105°.

27. Von Green Valley, Calif.; anal. W. H. Melville bei W. Lindgreen, Proc. Calif. Ac. Sc. [2] 1887, Dez. 20; Z. Kryst. **15**, 333 (1887).

Optisch positiv, mit einem optischen Achsenwinkel von zirka 3° . Das Mineral steht dem Kotschubeit nahe (siehe die jedoch abweichenden Analysen S. 640).

28. Kämmererit von Norbotten; anal. C. G. Santesson bei F. Eichstädt, Geol. För. Förh. **7**, 333; Z. Kryst. **10**, 511.

Weitere Chlorite mit großem Gehalt an Chromoxyd.

	29.	30.	31.	32.	33.
Na ₂ O	—	0,97	}	—	0,38
K ₂ O	—	1,16		—	—
MgO	33,45	29,93	32,15	24,98	34,30
CaO	—	3,54	3,83	4,11	—
FeO	3,32	1,96	2,08	2,50	—
Al ₂ O ₃	15,94	12,93	7,50	11,82	11,09
Cr ₂ O ₃	4,99	5,97	7,89	3,60	5,91
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	1,33
SiO ₂	30,58	29,89	32,31	37,66	33,04
H ₂ O	12,05	13,27	14,25	13,58	12,81
	100,33	99,62	100,01	98,92 ¹⁾	98,86

29. Kämmererit vom Itkulsee; anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **53**, 22 (1851).

30. u. 31. Beide Kämmererite von Unst (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinbg.; nach Z. Kryst. **5**, 631 (1883).

32. Kämmererit von Texas; anal. H. Garrett, Am. Journ. **15**, 332 (1853).

33. Dasselbe Vorkommen; anal. F. v. Dieffenbach, N. JB. Min. etc. 1855, 534. Dieser steht den Analysen Nr. 4 bis Nr. 6 nahe.

Chlorite mit 2—5% FeO.

Mit wenig Sesquioxyden.

	34.	35.	36.	37.	38.	39.
Na ₂ O	—	—	2,73	1,99	—	—
K ₂ O	—	—	4,17	3,09	—	—
MgO	35,47	34,90	29,45	31,26	34,86	34,94
CaO	—	1,27	0,48	—	0,30	—
FeO	2,00	2,31	2,93	2,88	3,35	3,02
Al ₂ O ₃	10,50	13,75	12,62	14,34	12,62	12,95
Cr ₂ O ₃	5,50	2,15	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—	—	2,53	0,28	1,64	2,25
SiO ₂	34,64	31,86	38,04	36,18	34,24	33,83
H ₂ O	12,03	13,98	6,25	10,31	14,14	13,11
F	—	—	0,51	—	—	—
	100,14	100,44 ²⁾	99,71	100,75 ³⁾	101,15	100,10

34. Rhodochrom vom Itkulsee (Ural); anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **53**, 22 (1851).

Auffallend hoher Chromgehalt.

35. Kämmererit von Texas (Penns.); anal. F. Pearse, Am. Journ. **37**, 222 (1864).

36. Tabergit von Taberg; anal. A. Paltauf, Tsch. min. Mit. **12**, 34, (1891).

¹⁾ NiO 0,67%.

²⁾ Außerdem 0,22% NiO.

³⁾ Außerdem 0,42% Li₂O.

37. Von der Tilly Foster Grube (N. York); anal. R. Schläpfer, N. JB. Min. etc. 1891, I, 8.

Enthält 0,42⁰/₀ Li₂O.

38. Pennin vom Zillertal; anal. J. Rumpf, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. R.A. 1873, 33.

39. Von ebenda; anal. E. Ludwig, Tsch. min. Mit. **12**, 32 (1891).

	40.	41.	42.	43.	44.
δ	—	2,693	2,647	—	—
Li ₂ O	0,31	—	—	—	—
Na ₂ O	1,99	—	—	—	—
K ₂ O	0,37	—	—	—	0,08
MgO	31,89	32,20	31,64	30,95	32,67
FeO	2,11	2,21	2,39	4,45	4,91
Al ₂ O ₃	18,31	18,96	18,79	21,67	19,44
Cr ₂ O ₃	1,55	—	—	—	0,99
Fe ₂ O ₃	1,16	3,70	0,80	4,60	2,17
SiO ₂	30,11	30,45	32,38	26,02	27,23
H ₂ O	14,14	12,79	14,15	11,99	12,04
	101,94	100,31	100,15	99,68	99,53

40. Klinochlor von Westchester (Penns.); anal. R. Schläpfer, N. JB. Min. etc. 1891, I, 8.

41. Pseudophit von Borostyankö (Ungarn); anal. J. Szilassi bei V. Wartha, Földt. Közl. **16**, 7 (1886); Z. Kryst. **13**, 71 (1888).

42. Pseudophit von den Zoutspanbergen (S. Afr.); anal. van der Riesen bei E. Cohen, Naturw. Ver. Vorpommern 1886, 77.

43. Aus Chloritschiefer von Iwanofsk, bei Jekaterinburg (Ural); anal. H. v. Foullon, J. k. k. geol. R.A. **43**, 223 (1892).

44. Klinochlor von Bagot, Renfrew Co., Ontario; anal. Johnson bei G. C. Hoffmann, Geol. Surv. Canada, 1892/3, 6; Z. Kryst. **25**, 279 (1896).

	45.	46.	47.	48.	49.	50.
Na ₂ O	—	—	2,45	—	—	—
K ₂ O	—	—	0,39	—	—	—
MgO	34,10	34,41	33,90	34,94	34,07	32,94
CaO	1,60	—	—	—	—	—
MnO	1,17	—	—	—	—	—
FeO	2,68	2,58	2,78	3,02	—	4,25
Al ₂ O ₃	12,44	15,42	11,75	12,95	21,41	15,37
Cr ₂ O ₃	—	—	0,69	—	—	0,55
Fe ₂ O ₃	—	—	1,92	2,25	3,12	2,30
SiO ₂	34,73	33,51	34,06	33,83	28,95	33,49
H ₂ O	13,10	13,21	13,08	13,11	12,86	11,50
	99,82	99,13	101,02	100,10	100,41	100,40

45. Pseudophit von Beautyhill; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinbg. **29**; nach Z. Kryst. **5**, 631 (1883).

46. Pseudophit vom Zdjarnberg (Böhmen); anal. K. v. Hauer, Sitzber. Wiener Ak. **16**, 179 (1855). (Eine zweite Analyse ohne Trennung von Al₂O₃ und Fe₂O₃).

47. Pennin von Zermatt; anal. R. Schläpfer, N. JB. Min. etc. 1891, I, 8 (vgl. Analyse Nr. 54 von P. v. Hamm).

48. Pennin vom Zillertal; anal. E. Ludwig, Tsch. min. Mit. **12**, 32 (1891).
 49. Klinochlor von Affecata (Elba); anal. E. Manasse, Proc. Soc. Toscana sc. n. **15**, 20 (1906); Z. Kryst. **44**, 655 (1907).
 50. Klinochlor vom Kupferberg (Fichtelgeb.); anal. F. v. Kobell, Gel. Anz. München 1854, Apr. 10.

	51.	52.	53.	54.	55.
δ	—	—	—	—	2,383
Na ₂ O	—	0,37	—	—	—
K ₂ O	—	—	0,06	—	—
MgO	32,99	31,82	43,10	34,70	35,02
CaO	—	0,61	0,17	0,66	0,82
FeO	3,26	4,53	4,88	3,40	2,46
NiO	—	—	0,16	—	0,45
Al ₂ O ₃	13,72	16,86	13,08	12,55	12,84
Cr ₂ O ₃	—	—	4,16	—	2,98
Fe ₂ O ₃	3,40	1,86	—	2,74	—
SiO ₂	33,44	30,34	31,45	33,71	31,31
H ₂ O	12,71	12,70	3,29	12,27	13,20
	99,52	99,09	100,35	100,03	99,08

51. Pseudophit vom Naßfeld (Salzburg); anal. J. Telek bei V. Wartha, Z. Kryst. **13**, 72 (1888).
 52. Klinochlor von Kariaet (Grönl.); anal. A. Hammerschlag bei G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **12**, 35 (1891), vgl. Analyse Nr. 82.
 53. Von Webster Co.; anal. F. A. Genth, Am. Journ. **33**, 200 (1862).
 54. Pennin von Zermatt; anal. P. v. Hamm, Min. Mitt. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1872, 269.
 55. Klinochlor von Texas; anal. F. Pearse, Am. Journ. **37**, 222 (1864).

	56.	57.	58.	59.	60.
K ₂ O	—	—	—	—	0,08
MgO	29,90	29,77	32,15	38,18	32,67
CaO	4,39	4,84	—	0,37	—
FeO	3,78	3,43	3,01	2,97	4,91
Al ₂ O ₃	12,86	11,57	21,25	4,68	19,44
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	0,99
Fe ₂ O ₃	1,53	4,88	0,20	2,46	2,17
SiO ₂	35,70	34,66	31,08	38,26	27,23
H ₂ O	11,90	11,23	12,44	13,08	12,04
	100,06	100,38	100,13	100,00	99,53

56. bis 59. Sämtliche aus Serpentin vom Rauchtal bei Markirch (Elsaß); anal. G. A. Rhein, Mitt. geol. L.A. Elsaß-Lothr. **6**, 132 (1907); Z. Kryst. **47**, 308 (1910).
 56. u. 57. Beide optisch einachsige Chlorite; 58. Klinochlor; 59. Chlorit, entspricht der Tschermakschen Mischung 80% Serpentsilicat und 20% Amesitsilicat.

Ich habe diese zusammen vorkommenden Chlorite hier vereinigt, es muß jedoch bemerkt werden, daß der dritte Chlorit wegen seines höheren Tonerde-

gehalten in die Kategorie A gehört. Auffallend ist der kleine Tonerdegehalt bei Analyse 59. Die Summen von 56 und 58 sind im Original unrichtig.

60. Dunkelgrün, von Bagot, Renfrew Co. Ontario (Canada); anal. G. C. Hoffmann, Geol. Surv. Canada 1892/93, 6; Z. Kryst. **25**, 278 (1896).

Die folgenden Analysen zeigen wenig Eisenoxydul, jedoch ist eine Trennung nicht durchgeführt.

	61.	62.
MgO	36,20	35,68
CaO	0,05	0,05
Al ₂ O ₃	13,54	13,96
Fe ₂ O ₃	5,83	6,12
SiO ₂	31,64	31,52
H ₂ O	12,74	12,67
	100,00	100,00

61. u. 62. Beide Klinochlor von der Achmatowskschen Grube bei Slatoust (Ural); anal. H. Struve bei N. v. Kokscharow, Mater. Miner. Rußl. **3**, 236.

Die folgenden Chlorite sind arm an Eisenoxydul, bei gleichzeitig verhältnismäßig geringem Gehalt an Tonerde und Eisenoxyd.

	63.	64.	65.
MgO	32,17	31,96	37,60
FeO	1,49	1,13	1,81
Al ₂ O ₃	10,72	10,33	11,66
Fe ₂ O ₃	2,13	2,76	2,49
SiO ₂	39,75	39,53	33,97
H ₂ O	14,06	13,84	13,57
	100,32	99,55	101,10

63. u. 64. Aus dem Noseengebirge bei Slatoust (Ural); anal. Fr. Malt, Inaug.-Diss. (Leipzig 1913); N. JB. Min. etc. 1914, II, 357.

65. Pennin von Zermatt; anal. R. v. Fellenberg, N. JB. Min. etc. 1868, 746; siehe auch die Analyse Nr. 112 von demselben Autor.

Loganit.

	66.	67.
MgO	35,50	25,73
FeO	—	4,41
Al ₂ O ₃	13,30	14,25
Fe ₂ O ₃	1,92	—
SiO ₂	33,28	39,30
H ₂ O	16,00	16,93
	100,00	100,62

66. Loganit von Calumet Falls (Canada); anal. Sterry Hunt, Rep. Geol. Canada 1863, 491.

67. Von North Burgess; anal. wie oben, vgl. auch unten die weitere Analyse Nr. 81.

Chlorite mit 5—10% Eisenoxydul.*A. Mit großem Gehalt an Sesquioxyden.*

	68.	69.	70.	71.
Li ₂ O	—	—	0,11	—
Na ₂ O	—	—	0,14	—
MgO	28,46	28,54	29,69	30,99
MnO	—	—	—	0,17
FeO	5,64	5,77	5,01	5,30
NiO	}	—	—	0,11
CoO				
Al ₂ O ₃	22,08	22,18	21,73	22,22
Fe ₂ O ₃	1,41	1,33	0,42	0,70
SiO ₂	29,43	29,59	30,62	29,48
H ₂ O	12,40	12,40	12,26	11,63
	99,42	99,81	99,98	100,60

68. u. 69. Von Unionville (Penns.); anal. T. M. Chatard bei F. A. Genth, Am. Phil. Soc. **13**, 413 (1873).

70. Von Newlin (Penns.); anal. A. Leeds, Am. Journ. **6**, 25 (1873).

71. Klinochlor von der Culsagee Mine; anal. F. A. Genth, wie oben.

	72.	73.	74.	75.	76.
MgO	28,34	27,73	28,47	29,10	30,94
MnO	}	0,41	0,26	0,30	0,37
NiO, CoO					
FeO	5,43	5,43	5,43	8,23 ¹⁾	5,27
Al ₂ O ₃	22,11	22,35	22,75	19,40	24,56
Fe ₂ O ₃	2,50	2,71	2,56	—	—
SiO ₂	27,28	27,17	27,56	30,30	28,20
H ₂ O	14,50	14,36	13,80	13,07	12,15
	100,57	100,01	100,87	100,47	101,12

72.—74. Alle drei von der Culsagee Mine (N.-Carol.); 72. u. 73. anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc. **13**, 414 (1873); 74. anal. M. T. Chatard bei F. A. Genth, l. c.

75. Von Blair Athol; anal. F. Heddle, wie Analyse Nr. 45.

76. Grochait von Grochau in Schlesien; anal. Bock, Inaug.-Diss. (Breslau 1868) 4.

B. Mit wenig Sesquioxyd.

	77.	78.	79.	80.	81.	82.
Na ₂ O	0,13	0,06	0,54	3,15	—	—
K ₂ O	0,14	0,48	0,87	1,20	—	—
MgO	28,92	32,78	33,74	25,65	28,19	29,88
CaO	3,20	0,79	1,04	2,80	—	1,28
MnO	0,25	0,16	—	0,26	—	—
FeO	5,22	5,28	5,29	7,97	9,36	7,71
Al ₂ O ₃	19,40	13,95	14,56	11,43	10,96	17,90
Fe ₂ O ₃	—	0,97	—	—	—	—
SiO ₂	35,60	32,55	32,33	39,81	36,70	30,32
H ₂ O	7,10	13,17	12,02	7,91	14,31	12,28
	99,96	100,19	100,39	100,18	99,52	99,37

¹⁾ FeO + Fe₂O₃.

77. Chlorit von Jordansmühl; anal. A. Sachs, ZB. Min. etc. 1902, 388.
 78. Von Hilswick (Schottl.); anal. F. Heddle, Z. Kryst. 5, 631 (1883).
 79. Tilly Foster Mine (N. York); anal. E. S. Breidenbaugh, Am. Journ. 6, 208 (1873); siehe auch die Analyse von R. Schläpfer, Nr. 37.
 80. Talkchlorit von Hilswick (Schottl.); anal. F. Heddle, siehe oben.
 81. Loganit von North Elmsley (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Rep. Geol. of Canada, 1863, 469.
 82. Von Kariaet (Grönland); anal. J. Janovsky, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 1873, 1230; vgl. Analyse 52.

Chlorite mit 10–20% Eisenoxydul.

A. Mit viel Sesquioxyd.

	83.	84.	85.	86.	87.	88.
δ	—	2,91	—	—	—	2,617
MgO	23,90	24,4	22,7	16,41	19,90	17,92
CaO	—	1,0	—	—	—	1,34
MnO	0,73	—	—	—	—	—
FeO	13,99	15,1	14,8	16,50	15,80	10,43
Al ₂ O ₃	20,42	19,8	25,9	30,70	32,30	14,02
Fe ₂ O ₃	3,47	—	—	—	—	12,91
SiO ₂	26,71	26,3	24,0	25,06	21,40	34,44
H ₂ O	11,17	12,4	11,9	10,62	10,90	8,80
	100,39	99,0	99,3	99,29	100,30	99,96 ¹⁾

83. Von Portsoy (Schottl.); anal. F. Heddle, Z. Kryst. 5, 631 (1881).
 84. Prochlorit pseudomorph nach Strahlstein vom Zillertal; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 53, 121 (1866).
 85. Korundophyllit von Chester (Mass.); anal. F. Pisani, Am. Journ. 41, 394 (1866).
 86. Korundophyllit von ebenda; anal. L. Smith, wie oben.
 87. Amesit von ebenda; anal. F. Pisani, C. R. 83, 166 (1876).
 88. Aus Diabas von Paraspora; anal. G. Ponte, Mem. R. Acc. d. Linc. 7, 620 (1999); Z. Kryst. 50, 475 (1912).

	89.	90.	91.	92.
δ	—	—	—	2,95
Na ₂ O	1,15	0,72	—	0,56
K ₂ O	—	1,22	—	—
MgO	18,92	18,90	17,42	19,48
CaO	—	—	0,36	—
MnO	—	—	1,00	—
FeO	12,70	16,47	17,42	18,38
Al ₂ O ₃	26,15	20,07	14,85	23,65
Fe ₂ O ₃	0,78	4,72	5,73	—
SiO ₂	27,38	27,03	31,03	26,14
H ₂ O bei 100°	1,51	—	12,48	11,93
H ₂ O über 105°	11,44	11,78		
	100,03	100,91 ²⁾	100,29	100,14

¹⁾ + CO₂ 0,09, P₂O₅ 0,01; hygrosk. Wasser 0,96%. Summe ohne letzteres.
²⁾ Dieselben Zahlen der Analyse Nr. 90 finden sich bei der Analyse Nr. 94 bei G. Tschermak, aus dem Fuscher Tal (siehe S. 648). Wahrscheinlich handelt es sich um einen Hinweis auf diese Analyse und nicht um eine neue.

89. u. 90. Prochlorit, beide von S. Pablo (Calif.); anal. W. C. Blasdale, Bull. Dept. Geol. Univ. Calif. 1901, II, 327; Z. Kryst. **38**, 690 (1903).

91. Von Cape Wrath (Schottl.); anal. F. Heddle, wie Analyse Nr. 83.

92. Von Calci (Toscana); anal. E. Manasse, Proc. verb. Soc. toscana Sc. nat. **15**, 20 (1906); Z. Kryst. **44**, 657 (1907); von A. d'Achiardi früher als Aphrosiderit bezeichnet, gehört zum Ripidolith.

E. Manasse stellt dafür die Formel auf:



	93.	94.	95.	96.	97.	98.
δ	2,87	2,923	2,824	—	2,697	—
Na ₂ O	—	0,72	—	—	0,56	—
K ₂ O	—	1,22	—	—	1,29	—
MgO	19,83	18,90	24,35	22,20	21,03	19,09
CaO	—	—	—	0,50	1,66	—
MnO	—	—	1,02	0,55	0,80	0,25
FeO	17,06	16,47	16,44	16,72	18,74	17,77
Al ₂ O ₃	25,22	20,07	19,22	20,86	21,15	22,80
Fe ₂ O ₃	2,81	4,72	1,67	3,57	0,10	2,86
SiO ₂	23,84	27,03	26,25	24,30	24,29	25,40
H ₂ O	11,90	11,78	11,67	11,55	10,08	12,21
	100,66	100,91	100,62	100,25	99,70	100,38

93. Korundophyllit von Chester Co. (Mass.); anal. F. Obermayer bei G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **12**, 33 (1891).

94. Prochlorit vom Füscher Tal (Salzburg); anal. J. Vuylsteke bei G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **12**, 33 (1891).

95. Von Loch Laggan (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinbg. **29**, 58 (1879); Z. Kryst. **5**, 631 (1881).

96. Von Fethaland (Schottl.); anal. wie oben.

97. Von Craig an Lochan (Schottl.); anal. wie oben.

98. Prochlorit, von Washington (Delaware C.); anal. F. W. Clarke u. E. A. Schneider, Am. Journ. **40**, 406 (1890); Z. Kryst. **18**, 401 (1891).

B. Mit wenig Sesquioxyd.

	99.	100.	101.	102.	103.
Na ₂ O	1,31	1,25	—	—	0,13
K ₂ O	0,01	0,33	—	—	1,36
MgO	30,63	26,83	29,67	28,41	18,04
CaO	—	0,95	—	—	8,97
MnO	1,19	0,07	—	—	0,23
FeO	10,71	13,72	10,09	11,10	10,31
Al ₂ O ₃	11,58	13,08	11,42	12,56	13,64
Fe ₂ O ₃	2,34	—	—	—	0,36
SiO ₂	30,41	32,95	41,34	39,81	34,31
H ₂ O	11,74	11,34	7,66	7,79	12,41
F	—	0,97	—	—	—
	99,92	101,49	100,18	99,67	99,76

99. Pennin von Scalpay (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinbg. **29**, 58 (1879); Z. Kryst. **5**, 631 (1881).

100. Tabergit von Taberg (Schweden); anal. C. W. C. Fuchs, N. JB. Min. etc. 1867, 823. Summe im Original unrichtig.

101. u. 102. Beide Talkchlorite von Traversella (Piemont); anal. C. v. Marignac, Ann. chim. phys. **14**, 60 (1845).

103. Pennin von Corrycharmaig (Schottl.); anal. F. Heddle wie Analyse Nr. 99. Stark kalkhaltig.

Chlorite mit über 20% Eisenoxydul.

A. Viel Sesquioxyd.

	104.	105.	106.	107.	108.
δ	2,911	—	—	—	—
Na ₂ O . . .	0,09	—	—	—	—
K ₂ O	0,07	—	—	—	—
MgO	18,60	17,41	17,64	16,78	13,84
CaO	0,06	—	—	—	—
FeO	20,85	23,11	23,21	24,76	29,76
Al ₂ O ₃ . . .	20,49	22,26	18,62	19,19	17,52
Fe ₂ O ₃ . . .	1,68	1,09	—	—	—
SiO ₂	25,53	25,12	27,20	27,14	26,88
TiO ₂	0,15	—	—	—	—
H ₂ O	12,26	10,70	10,61	11,50	11,33
P ₂ O ₅	0,08	—	—	—	—
	99,86	99,69	97,28	99,37	99,33

104. Aus Amphibolit zwischen Ascherkoppe und Steinsberg (Schlesien); anal. Jacobs bei F. Dathe, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 505 (1887). Enthält 0,04% organ. Subst.

105. Prochlorit vom St. Gotthard; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1860, 558.

106. Prochlorit vom Gumugh-Dagh mit Smirgel; anal. L. Smith, Am. Journ. **11**, 65 (1861).

107. u. 108. Beide Prochlorite; anal. C. Marignac, Ann. chim. phys. **14**, 56 (1843).

107. Von St. Christophe (Dauphiné); 108. Von Sept-Lacs (Dauphiné).

	109.	110.	111.	112.	113.	114.	115.
δ	—	—	—	—	—	—	2,99
Na ₂ O	—	—	0,67	—	—	—	—
MgO	12,78	10,79	15,04	15,31	17,26	17,79	8,72
CaO	—	0,39	—	0,60	2,45	0,40	0,75
MnO	1,15	0,32	—	—	0,28	0,29	—
FeO	24,21	28,78	24,98	25,00	19,54	20,58	23,26
Al ₂ O ₃ . . .	21,77	22,35	17,88	20,70	22,98	23,19	27,90
Fe ₂ O ₃ . . .	4,60	1,92	—	1,00	1,11	0,64	2,59
SiO ₂	24,90	23,52	25,45	24,85	23,92	24,66	26,07
H ₂ O	10,59	11,28	14,43	12,05	11,78	12,12	10,56
	100,00	99,35	98,45	99,96 ¹⁾	99,32	99,67	99,85

109. Prochlorit von Steele Mount (N.-Carol.); anal. F. A. Genth, Am. Journ. **33**, 200 (1862).

110. Prochlorit von Batesville (Virginia); anal. Bird bei W. B. Brown, Am. chem. Journ. **6**, 172 (1885).

111. Prochlorit von Foundry Run, Georget (Delaw.); anal. F. W. Clarke, ebenda **28**, 20 (1884).

112. Massaschlucht (Wallis); anal. R. Fellenberg, N. JB. Min. etc. 1868, 746.

113. u. 114. Beide von Lude (Schottl.), 91 aus Kalkstein, 92 aus Quarz; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. **29**, (1877); Z. Kryst. **5**, 631 (1881).

115. Aus Gangquarz, Nagolnij Krjasch (Donetz, Rußl.); anal. J. Samojloff, Mat. z. Geol. Rußl. **23**, 1 (1906); N. JB. Min. etc. 1907, II, 196.

¹⁾ 0,45% TiO₂.

	116.	117.	118.	119.	120.
δ	3,002	3,038	—	—	2,97
Na ₂ O	0,05	—	—	0,44	—
K ₂ O	1,73	—	—	1,66	—
MgO	12,86	13,34	14,69	5,13	13,57
CaO	0,45	0,90	—	—	—
MnO	0,47	0,61	0,62	0,60	—
FeO	26,16	27,38	26,87	28,02	28,05
Al ₂ O ₃	21,57	20,16	18,47	18,15	19,58
Fe ₂ O ₃	0,62	1,38	—	10,80	2,13
SiO ₂	24,72	24,77	26,06	27,50	25,84
H ₂ O	10,89	12,05	10,45	7,50	11,34
	99,52	100,59	99,40 ¹⁾	99,80	100,51

116. Aus Quarz von Ben Derag (Schottl.); anal. F. Heddle, Proc. Roy. Soc. Edinb. 29, (1877); Z. Kryst. 5, 631 (1881).

117. Aus Granitgang von Girtleness (Schottl.); anal. wie oben.

118. Prochlorit von Rauris; anal. F. v. Kobell, J. prakt. Chem. 16, 470 (1839).

119. Phyllochlorit von Waldsassen (Bayern); anal. C. W. Gumbel, Geogn. Besch. Bayerns 2, 395 (1868).

120. Prochlorit vom Zillertal; anal. C. Klement, Tsch. min. Mit. 12, 34 (1891).

	121.	122.	123.	124.
δ	—	2,8—2,9	—	2,98
MgO	15,50	4,82	—	12,82
CaO	0,44	—	1,12	—
MnO	—	—	1,05	—
FeO	28,08	34,53	38,05	28,08
Al ₂ O ₃	20,16	21,63	19,60	21,80
Fe ₂ O ₃	1,07	4,27	—	—
SiO ₂	26,02	23,69	23,61	24,93
CO ₂	—	4,12	—	—
H ₂ O	9,65	7,00	—	11,64
	100,92	100,06		99,27

	125.	126.	127.	128.	129.	130.
δ	2,42	—	—	—	—	0,52
Na ₂ O	—	} 0,10	—	} 1,93	—	0,98
K ₂ O	—		—		—	—
MgO	15,85	6,75	1,54	10,88	14,3	8,77
CaO	—	—	2,23	—	—	1,01
MnO	—	0,23	—	0,49	—	0,61
FeO	29,67	30,43	30,19	27,43	32,0	26,47
Al ₂ O ₃	18,02	22,35	22,40	18,22	20,6	18,08
Cr ₂ O ₃	—	—	2,13	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—	4,25	—	5,96	—	0,48
SiO ₂	26,60	23,56	27,12	25,55	25,0	35,41
H ₂ O	9,98	11,49	13,45	9,54	7,6	8,03
	100,12	99,16	99,06	100,00	99,5	

¹⁾ 2,24% Rückstand.

121. Prochlorit vom Zillertal; anal. Egger, Min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 244.
 122. Von Serravezza (Ital.); anal. A. Funaro u. L. Busatti, Gazz. chim. It. **13**, 433 (1883).
 123. Von Striegau (Schlesien); anal. C. Bärwald bei H. Traube, Miner. Schlesiens 1888, 249.
 124. Von der Verruca (Toscana); anal. E. Manasse, Proc. verb. Soc. tosc. Sc. nat. **15**, 20 (1906); Z. Kryst. **44**, 654 (1907).
 125. Prochlorit aus Protogin vom Argentières-Gletscher (Montblanc); anal. A. Brun, Z. Kryst. **7**, 390 (1883).
 126. Aus Glimmerschiefer von Düllen (Fichtelgeb.); anal. C. W. Gümbel, Geogn. Beschreib. Bayerns **2**, 388 (1868).
 127. Von Striegau (Schlesien); anal. H. Traube, Miner. Schlesiens 1888, 249.
 128. In Hälleflinta von Dannemora (Schweden); anal. H. Erdmann, Ann. d. mines **3**, 72 (1853).
 129. Von Guistberg (Schw.); anal. L. J. Igelström, Journ. prakt. Chem. **84**, 480 (1861).
 130. Von Bishopshill (Schottl.); anal. F. Heddle, Z. Kryst. **5**, 31 (1883).

	131.	132.	133.	134.	135.	136.
MgO	—	—	7,99	8,05	9,42	9,11
FeO	32,44	32,76	30,40	30,63	32,34	32,45
CaO	Spur	Spur	0,40	0,40	Spur	—
Al ₂ O ₃	0,24	25,23	23,76	23,92	20,90	23,05
Fe ₂ O ₃	—	—	1,88	1,89	4,27	—
SiO ₂	25,13	25,38	26,02	26,21	24,20	27,25
H ₂ O	9,50	9,60	8,73	8,80	8,39	8,14
FeAsS ₂	1,02	—	0,72	—	—	—
			99,90	99,90	99,52	100,00

131.—133. Dunkelgrüner, blättriger und zerdrehter Chlorit mit Arsenopyrit verwachsen, von der Homestake Mine (S.-Dakota); anal. W. J. Sharwood, Economic Geol. **6**, 729 (1911); Z. Kryst. **53**, 637 (1914).

134. Ohne Sulfid berechnet; anal. wie oben.

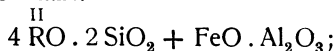
135. Hellgrün, in dünnen Schalen oder Täfelchen, von ebenda; anal. wie oben.

136. Theor. Zusammensetzung nach unten angegebener Formel.

Die Formel ist nach W. J. Sharwood:



Man könnte diese Formel zerlegen in $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ und $2 \text{H}_2\text{O} \cdot \text{MgO} \cdot \text{FeO} \cdot 2 \text{SiO}_2$, was sich schreiben läßt:



demnach wäre dieser Chlorit ein Orthosilicat + Eisen-Spinell.

B. Mit geringerem Gehalt an Sesquioxyden.

	137.	138.
Na ₂ O	0,23	0,27
K ₂ O	0,17	0,36
MgO	14,42	15,42
CaO	0,43	—
MnO	5,43	3,21
FeO	21,21	22,53
Al ₂ O ₃	14,30	14,23
Fe ₂ O ₃	5,96	5,34
SiO ₂	27,89	27,83
H ₂ O	10,30	10,19
	100,34	99,38

137. u. 138. Aus den Eisengruben von Dannemora (Schweden); anal. L. Erdmann, Ann. d. mines **3**, 929 (1853).

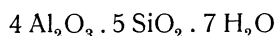
α -Chloritit.

Unter diesem Namen bezeichnet J. Samojloff¹⁾ eine schuppige Varietät des Chlorits, welche jedoch chemisch keine Ähnlichkeit mit den Mineralien der Chloritgruppe besitzt, sondern eher zu den früher behandelten Mineralien Kaolin, Pyrophyllit usw. gehört.

Analyse.

	139.
Na ₂ O	1,98
MgO	Spur
CaO	0,61
Al ₂ O ₃	48,16
SiO ₂	35,12
H ₂ O	14,01
	99,88

Unter Vernachlässigung von CaO und Na₂O wird die Formel:



berechnet. Der α -Chlorit wäre nach J. Samojloff die Säure des Chloritkerns.

Formel des Chlorits.

C. F. Rammelsberg hat eine große Anzahl von Chloritanalysen berechnet. Ich gebe hier seine letzte Zusammenstellung:

Fundort	Analytiker	R:Si	H:R ^{II}	R:R ₂ :Si ^{II III}
Zillertal	E. Ludwig	7,0:1	1,6:1	6,5:1:4,0
"	J. Rumpf	7,4:1	1,7:1	7,0:1:4,6
Texas	F. A. Genth	7,6:1	1,6:1	5,9:1:4,0
Mainland	F. Heddle	7,3:1	1,4:1	6,5:1:4,0
Harstiggrube	A. Hamberg	7,5:1	1,6:1	6,4:1:4,0
Westchester	F. W. Clarke	7,2:1	1,5:1	5,2:1:3,0
Schichims	A. Lagorio	8,5:1	1,5:1	5,0:1:2,7
"	F. W. Clarke	7,5:1	1,5:1	4,7:1:3,0
Slatoust	F. W. Clarke	8,6:1	1,7:1	4,6:1:2,7
"	F. W. Clarke	8,0:1	1,7:1	4,0:1:2,4
Transvaal	E. van Riesen	7,8:1	1,8:1	4,2:1:2,7
Ckyn	W. Gintl	7,0:1	1,8:1	4,2:1:3,0
Markirch	L. van Werwecke	8,0:1	1,9:1	4,4:1:3,0
Cape Wraith	F. Heddle	7,0:1	2,0:1	4,0:1:3,0
Mussaalpe	P. Jannasch	9,0:1	2,0:1	4,0:1:2,3
Borostyankö	Szilássi	7,0:1	1,7:1	4,0:1:2,4
Loch Laggan	F. Heddle	9,5:1	1,6:1	4,2:1:2,1
Montafoun	V. Wartha	9,0:1	1,7:1	4,0:1:2,2
Culsagee Mine	F. A. Genth	9,0:1	1,5:1	3,8:1:2,2

¹⁾ J. Samojloff, Mater. z. Miner. Rußlands **23**, 1—242 (1906); Z. Kryst. **46**, 292 (1909).

Fundort	Analytiker	R:Si	H:R ^{II}	R:R ₂ :Si ^{II III}
Unionville	F. A. Genth	9,4:1	1,7:1	3,0:1:1,7
Portsoy	F. Heddle	9,0:1	1,5:1	3,7:1:2,0
Fetlar	F. Heddle	10,0:1	1,6:1	3,6:1:1,8
Craig Lochan	F. Heddle	10,0:1	1,6:1	3,5:1:2,0

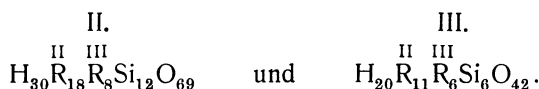
C. F. Rammelsberg¹⁾ findet, daß im Mittel das Verhältnis $R_2:Si = 1:1,40$ ist, das Verhältnis $R_2:R = 1:6,4$ und das Verhältnis $R:H = 1:1,6$ ist. Man kann für die genannten Verhältnisse auch rund annehmen:

$$1:4,0, \quad 1:6,5, \quad 1:1,7;$$

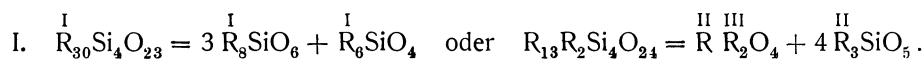
dann ist $H:R:R_2:Si = 11:6,5:1:4$, daher die Formel:



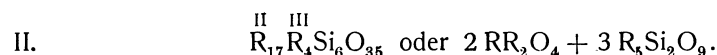
Einige Analysen ergeben ein etwas abweichendes Verhältnis, so daß man drei Reihen von Chloriten annehmen kann, nämlich außer der eben gegebenen noch zwei weitere:



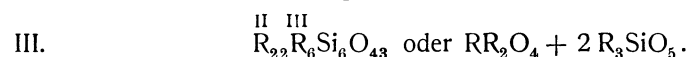
Die Formeln werden von C. F. Rammelsberg zerlegt und zwar ist:



Die Formel läßt sich schreiben:



Die Formel kann zerlegt werden in:



Gotthard	C. F. Rammelsberg	8,7:1	1,2:1	3,0:1:2,0
Massaschlucht	R. v. Fellenberg	10,0:1	1,8:1	3,6:1:2,0
Girdleness	F. Heddle	10,0:1	1,8:1	3,6:1:2,0
Chester	A. Obermayer	10,9:1	1,8:1	2,8:1:1,6
Lude	F. Heddle	10,6:1	1,7:1	3,3:1:2,0
Fusch	J. Vuylsteke	9,0:1	1,9:1	3,0:1:2,0
Saualpe	J. Niedzwiedzki	10,0:1	1,9:1	2,6:1:1,6
Washington	F. W. Clarke	10,0:1	1,9:1	3,0:1:1,8
Ben Derag	F. Heddle	9,0:1	1,8:1	3,3:1:2,0
Muttershausen	E. Erlmeyer	9,0:1	1,7:1	3,0:1:2,0
Striegau	H. Traube	8,6:1	3,0:1	2,2:1:2,0
Waldsassen	C. W. Gümbel	7,0:1	1,7:1	2,2:1:1,9

Ferner hat G. Tschermak eine Anzahl von neueren Analysen berechnet.

Die Quotienten von der prozentischen Menge von Kieselsäure durch $SiO_2 = 6,0$ wird s genannt, der Quotient der Tonerdemenge durch $10,2$ sei a ,

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 423 (1895).

der Quotient der Magnesiummenge durch 4,0 sei m , der Quotient der Wassermenge durch 1,8 sei h , so ist

$$2x + y = s, \quad a = y, \quad m = 3x + 2y, \quad h = 2x + 2y.$$

Es entsprechen obiger Mischungsregel die Forderungen:

$$(s + a) : (a + m) : h = 2 : 3 : 2 \quad \text{und} \quad s \geq a.$$

Es werden nun die Quotienten ausgerechnet und die nach letzterer Formel berechneten Verhältnisse, wenn $s + a = 2$.

Daraus schließt G. Tschermak,¹⁾ daß mit Ausnahme einiger, wahrscheinlich an nicht ganz reinem Material, ausgeführten Analysen, die anderen der Mischungsregel entsprechen. Die Chlorite sind Mischungen des Serpentin-silicats mit Amesitsilicat (siehe deren Formeln unten).

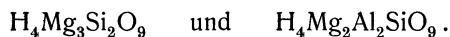
Die früher angeführten Analysen zeigen folgende Zusammensetzung der Mischung:

		Serpentinsilicat : Amesitsilicat
1. Rhodochrom	Itkulsee	60 : 40
2. Pennin	Zillertal	60 : 40
3. "	Zermatt	60 : 40
8. Kämmererit	Texas	30 : 70
9. Kotschubeit	Green Valley	55 : 45
10. "	Ufalej	55 : 45
13. Klinochlor	Achmatoswksche Grube	50 : 50
14. "	Kariaet	50 : 50
15. "	Bair Athol	50 : 50
17. Leuchtenbergit	Slatoust	45 : 55
19. Klinochlor	Mussaalpe	45 : 55
20. Leuchtenbergit	Amity	40 : 60
21. Prochlorit	Zillertal	40 : 60
22. "	Ascherskoppe	35 : 65
23. "	Massaschlucht	45 : 55
24. "	Gardiness	45 : 55
25. "	Portsoy	45 : 55
26. "	Gotthard	30 : 70
28. "	Lude	35 : 65
29. Korundophillit	Chester	25 : 75
30. Amesit	"	5 : 95

Die prozentische Zusammensetzung des reinen Serpentin-silicats (I) und die des reinen Amesitsilicats (II) ist durch folgende Zahlen gegeben:

	I	II
MgO	43,48	28,78
Al ₂ O ₃	—	36,69
SiO ₂	43,48	21,58
H ₂ O	13,04	12,93

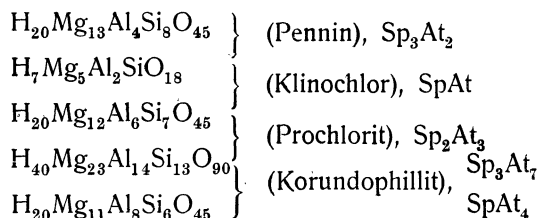
Die Formeln für beide sind:



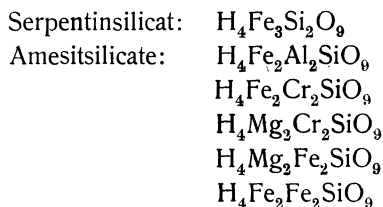
¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 100, I, 42 (1891).

Der Pennin entspricht einer Mischung Ap_3At_2 , der Klinochlor zeigt die Verhältnisse für diese Silicate von 1:1 bis 2:3. Der Prochlorit von 2:3 bis 3:7. Der Korundophillit von 3:7 bis 1:4.

Die Formeln sind:



Bisher sind nur die Magnesiumsilicate angeführt. Die Eisen- und die Chromsilicate haben die Formeln:

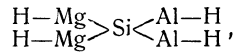


Fundort	Analytiker	s	a	m	h	
Zillertal	J. Rumpf	5,82	1,36	9,46	8,01	2:3,01:2,22
"	E. Ludwig	5,76	1,44	9,35	7,44	2:3,00:2,06
Zermatt	R. v. Hamm	5,76	1,44	9,50	6,99	2:3,04:1,94
"	R. v. Fellenberg	5,74	1,35	9,79	7,64	2:3,14:2,15
"	R. v. Fellenberg	5,67	1,47	9,43	7,35	2:2,98:2,06
Green Valley	Melville	5,56	1,48	9,50	7,41	2:3,12:2,10
Ufalej	Herzog v. Leuchtenberg	5,51	1,62	9,21	7,16	2:3,04:2,01
Achmatowsk-						
sche Grube	A. Ortmann	5,26	1,95	8,78	7,46	2:2,98:2,07
Kariaet	A. Hammerschlag	5,20	1,82	8,94	7,25	2:3,07:2,07
Blair Athol	F. Heddle	5,26	1,98	8,79	7,55	2:2,98:2,08
Slatoust	A. Lagorio	5,18	1,96	9,04	7,07	2:3,08:1,98
Mussaalpe	P. Jannasch	5,04	2,15	8,51	7,45	2:2,97:2,07
Amity	L. Sipöcz	5,07	2,18	8,81	7,09	2:3,04:1,96
Zillertal	C. Klement	4,96	2,36	8,40	7,26	2:2,94:1,98
Ascherskoppe	Jacobs	4,77	2,36	8,42	7,60	2:3,02:2,13
Massaschlucht	R. v. Fellenberg	4,77	2,37	8,42	7,57	2:3,03:2,12
Girdleness	F. Heddle	4,74	2,37	8,48	7,69	2:3,05:2,16
Portsoy	F. Heddle	4,81	2,39	8,66	6,70	2:3,07:1,86
Gotthard	C. F. Rammelsberg	4,70	2,53	8,50	6,68	2:3,05:1,85
Lude	F. Heddle	4,56	2,56	8,22	7,46	2:3,03:2,09
Chester	A. Obermayer	4,34	2,90	8,01	7,23	2:3,01:2,00
"	F. Pisani	3,82	3,39	7,70	6,50	2:3,08:1,80

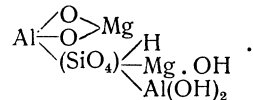
Konstitution.

G. Tschermak hat für die beiden konstituierenden Silicate der Chlorite folgende Konstitutionsformeln gegeben; bezüglich Serpentin siehe diesen Bd. II, Abt. 1, S. 410.

Was den Amesit anbelangt, so wäre die Formel:



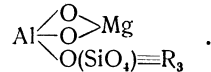
wobei die Bindung —O— durch einen Strich ersetzt ist. P. Groth¹⁾ gibt für Amesit die Konstitutionsformel:



F. W. Clarke sieht die Chlorite als Mischungen zweier Orthosilicate an; diese entsprechen den Typen der Biotite und Phlogopite:



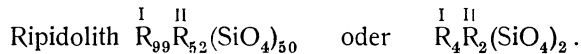
In vielen Chloriten muß man noch das Chloritoidsilicat von folgender Konstitution annehmen:



In ihrer Arbeit über die Konstitution der natürlichen Silicate entwickeln F. W. Clarke und E. A. Schneider²⁾ auch eine Theorie der Chloritkonstitution, welche sich auf unten (S. 663) zu besprechende Versuche gründet.

Ripidolith	86 RO . 19 R ₂ O ₃ . 50 SiO ₂ . 70 H ₂ O	H ₁₄₀ R ₈₆ R ₃₈ (SiO ₄) ₅₀ O ₁₁₃ ,
Prochlorit	73 RO . 24 R ₂ O ₃ . 42 SiO ₂ . 63 H ₂ O	H ₁₂₆ R ₇₃ R ₄₈ (SiO ₄) ₄₂ O ₁₂₈ ,
Leuchtenbergit	86 RO . 19 R ₂ O ₃ . 54 SiO ₂ . 60 H ₂ O	H ₁₂₀ R ₈₆ R ₃₀ (SiO ₄) ₅₄ O ₉₅ .

Die Formeln sind nahezu:



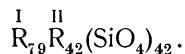
Diese Formel ist der Serpentinformel vergleichbar (siehe Bd. II, Abt. 1, S. 410).

Daher kommen auch diese Autoren zu der Verwandtschaft der Chlorite mit Serpentin.

Für den Prochlorit ergibt sich ein ähnliches Verhältnis. Die Formel läßt sich zusammenziehen:



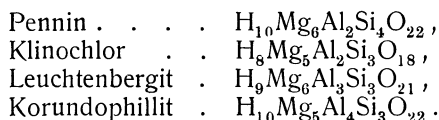
oder



¹⁾ P. Groth, Tabl. syst. (Genève 1904) 135.

²⁾ F. W. Clarke u. E. A. Schneider, Am. Journ. **40**, 405 (1890); Z. Kryst. **18**, 400 (1891).

R. Brauns,¹⁾ welcher zeigte, daß die Versuche von F. W. Clarke und E. A. Schneider für die Konstitution der Chlorite nicht entscheidend waren, wendet sich auch gegen die Mischungstheorie von G. Tschermak und sucht die Formeln der Chlorite nicht durch isomorphe Mischungen, sondern als die selbständiger Mineralien zu erklären. Seine Formeln sind:



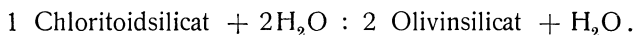
Nach R. Brauns besteht die Chloritgruppe aus mehreren morphotropen Familien. Die einzelnen Repräsentanten dieser Familien (nämlich die oben genannten Mineralien) bestehen aus mehreren isomorphen Gliedern. Ein Teil der Magnesia wird so durch Eisenoxydul, Tonerde dagegen durch Eisenoxyd und Chromoxyd vertreten. Prochlorit wäre als eine Mischung oder Verwachsung von Klinochlor und Korundophillit zu erklären.

Siehe auch die Formeln von V. Goldschmidt.²⁾

Weitere Formeln wurden von D. u. W. Asch³⁾ gegeben; diese stehen auf dem Standpunkte ihrer Hexit-Pentittheorie; sie führen eine große Anzahl von verschiedenen Orthochlorittypen an (vgl. Bd. II, Abt. 1, S. 89).

Eine andere Mischungstheorie hat K. Dalmer⁴⁾ aufgestellt. Er betrachtet die Chlorite als Mischungen von Thuringit $(\text{R}_2\text{O}_3)_2\text{SiO}_2$ mit dem Olivinsilicat $(\text{RO})_2\text{SiO}_2$ oder aber als solche von Chloritoid $\text{RO} \cdot \text{R}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ und Olivin $(\text{RO})_2\text{SiO}_2$.

Was den Wassergehalt anbelangt, so ist er der Meinung, daß die Verteilung des Wassers nach folgendem Verhältnis anzunehmen wäre:



Das Chloritoidsilicat würde mit dem G. Tschermakschen Amesitradikal identisch sein. So weist die Mischung Chloritoid : Olivin im Verhältnis 1 : 2 dieselben Molekularverhältnisse auf, wie die Mischung SpAt G. Tschermaks (vgl. auch bei Thuringit).

P. Groth schreibt die Formeln der hierher gehörigen Mineralien wie G. Tschermak.

Was den Wassergehalt des Chlorits anbelangt, so ist dieser als chemisch gebunden zu betrachten, da er erst bei sehr hoher Temperatur entweicht. Nach von mir ausgeführten Versuchen im Heizmikroskop verändert sich Chlorit erst bei zirka 1100°.

Für einen eisenfreien Klinochlor berechnete G. C. Hoffmann⁵⁾ das Verhältnis $\text{MgO} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 5 : 1$. In dieser Analyse ist jedoch der Wassergehalt ein höherer, der Kieselsäuregehalt etwas niedriger. Die von G. C. Hoffmann berechnete Formel ist:



Sehr wenig Eisenoxydul enthalten die von A. Delesse und A. Ortmann analysierten Chlorite, der erstere weist kein Eisenoxyd auf. Verglichen mit

¹⁾ R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1894, I, 220 ff.

²⁾ V. Goldschmidt, Z. Kryst. 17, 53 (1890).

³⁾ D. u. W. Asch, Die Silicate etc. (Berlin 1911), 347, 342.

⁴⁾ K. Dalmer, N. JB. Min. etc. 1898, I, 165.

⁵⁾ G. C. Hoffmann, Z. Kryst. 25, 278 (1896).

der Hoffmannschen Analyse zeigt diese Delessesche Analyse viel mehr Tonerde und weniger Wasser.

Von den bisher mitgeteilten Theorien über die Konstitution der Chloritmineralien entspricht die von G. Tschermak aufgestellte noch am besten den Analysen.

Überblickt man die Analysen, so ergibt sich aus der Statistik, daß die reinen Serpentinchlorite, welche das Serpentsilicat im Überschuß enthalten, in der Minderheit sind gegenüber den Amesitchloriten. Dabei ist jedoch der Gehalt an Eisenoxydul von Bedeutung. Aus der Statistik der Analysen geht hervor, daß mit dem Eisenoxydulgehalt auch der Gehalt an Sesquioxiden wächst, eine Tatsache, welche in keiner der genannten Theorien zum Ausdruck gelangt, da alle eine Ersetzbarkeit des MgO durch FeO voraussetzen und analoge Silicate annehmen. Wenn dies allgemein der Fall wäre, so wäre kein Grund aufzufinden, warum unter den eisenoxydularmen Chloriten so viel an Tonerde und Eisenoxyd arme vorhanden sind. Würde man eine Dreiecksprojektion konstruieren, nach den von C. Boeke¹⁾ für Pyroxen und für Granat aufgestellten Schemen und nähme man die Ecken des Dreiecks für $(Al_2O_3, Fe_2O_3, Cr_2O_3)$, dann für MgO und FeO in Anspruch, so würden an der FeO-Sesquioxidlinie die meisten Analysenpunkte liegen, an der MgO-Sesquioxidlinie nur wenige.

Daraus geht hervor, daß die FeO-reichen Serpentinmischungen viel Sesquioxid binden können, dagegen die reinen MgO-Silicate wenig Sesquioxid binden.

Es liegt eine gewisse Analogie mit den Pyroxenen vor, bei welchen die reinen Magnesiapyroxene nur wenig Sesquioxid enthalten, während die FeO-reicheren (siehe Arfvedsonit) viel Sesquioxid binden.

Es ist immer die Möglichkeit vorhanden, daß die einfachen sesquioxidfreien Silicate Tonerde und Eisenoxyd in fester Lösung enthalten können.

Dieser Umstand, daß eisenoxydularme Chlorite fast niemals viel Tonerde und auch wenig Eisenoxyde enthalten, daß andererseits eisenoxydulreiche Chlorite fast immer, mit wenigen Ausnahmen, viel Tonerde und Eisenoxyd enthalten, ist bisher niemals beachtet worden; er darf aber nicht übersehen werden. Es ergibt sich die Berechtigung zur Trennung der Chlorite in eisenoxydularme und eisenoxydulreiche. Ob die beiden Silicate eine analoge Formel haben, ist nicht sichergestellt; Aufschluß darüber geben einerseits die ganz eisenarmen und die magnesiaarmen andererseits.

Der Zusammenhang zwischen dem Eisenoxydulgehalt und dem an Sesquioxiden, welcher unverkennbar ist, dürfte nicht ein Zufall sein, sondern so zu erklären sein, daß das Serpentsilicat offenbar nicht die Eigenschaft hat, größere Mengen an Tonerde oder Eisenoxyd zu lösen, sondern daß diese Eigenschaft einem Eisenoxydulgehalt zukommt. Betrachtet man die Analysen 1—20 etwa, so zeigen diese sehr wenig Eisenoxyd, und zum größten Teil auch weniger Tonerde; dagegen gibt es überhaupt keine Analyse, welche weniger als 10% Tonerde enthielte. Man könnte daher die Chlorite auch auffassen als zusammengesetzt aus einem Magnesiumaluminiumsilicat, mit Vertretung von Magnesium durch Eisenoxydul, wobei mit dem Gehalt an diesem letzteren der Gehalt an Sesquioxiden wächst. Aber nicht nur Eisenoxyd kann gelöst werden, sondern besonders auch Tonerde. Mit dem Eisenoxydul wächst

¹⁾ C. Boeke, Z. Kryst. **53**, 149 u. 445 (1914).

der Tonerdegehalt. Es liegt daher, wie oben erwähnt, eine Analogie mit den Pyroxenen vor, nur mit dem Unterschied, daß dort ein tonerdefreies Silicat Eisenoxyd und Tonerde löst, während ein tonerdefreies Silicat hier nicht vorkommt, denn nach den Berechnungen von G. Tschermak hat der an Amesit-silicat ärmste Chlorit nur 60⁰/₀ an tonerdefreiem Serpentsilicat. Eine befriedigende Lösung der Frage ist gegenwärtig schwierig.

Physikalische Eigenschaften.

Vollkommen spaltbar nach (001), doch weniger vollkommen als bei Glimmer. Spaltblättchen biegsam. Schlag-Druckfiguren dreistrahlig, wie bei Glimmer. Härte meistens 2, selten 2,5.

Dichte, mit dem Eisengehalt wechselnd, 2,6—3.

Glasglanz, auf der Spaltfläche Perlmutterglanz.

Farbe grün und zwar hellgrün bis bläulichgrün, eisenhaltige schwärzlichgrün, selten braun. Chromhaltige sind rosa bis violett. Eisenarme weiß bis gelblichgrau.

Optische Achsenebene die Symmetrieebene, selten senkrecht dazu. Doppelbrechung bei Klinochlor von positivem Charakter, bei Pennin bald von positivem, bald von negativem Charakter. Schwache Doppelbrechung.

Brechungsquotienten¹⁾:

	N_α	N_β	N_γ	
Klinochlor	1,5854	1,5863	1,5955	(Na-Licht) K. Zimányi,
„ Ural	1,585	1,588	1,596	A. Michel-Lévy u. A. Lacroix,
„ Westchester	1,586	1,586	1,596	J. Königsberger,
Pennin, Zermatt	1,576	—	1,579	A. Michel-Lévy u. A. Lacroix,
„ Rympfischwäng	1,5821	—	1,5832	(Na-Licht) K. Zimányi,
„ „	1,5854	—	1,5956	(rot) C. Pulfrich.

$N_\gamma - N_\alpha = 0,0102 - 0,001, \quad N_\beta - N_\alpha = 0,009, \quad N_\gamma - N_\beta = 0,009.$

Winkel der optischen Achsen.¹⁾

	$2E:$
Klinochlor, Achmatowsk . . .	32 ⁰
„ Westchester . . .	89,41 ⁰
„ Zillertal . . .	83 ⁰
Korundophillit, Chester . . .	80 ⁰
Pennin, positiv, Zermatt . . .	61—0 ⁰
„ negativ „ . . .	49—0 ⁰
Kämmererit, Lancaster . . .	32—0 ⁰

Neigung der optischen Achsen zu der Vertikalachse siehe bei E. A. Wülfing. Ausgezeichneter Pleochroismus.

Durch Temperaturerhöhung vergrößert sich der Winkel der optischen Achsen. Am Klinochlor von Winchester (Penns.) fand A. Des Cloizeaux:²⁾

Bei 20 ⁰	100 ⁰	150 ⁰	180 ⁰	190 ⁰	205 ⁰
$2E$ 68 ⁰	68 ⁰	69 ⁰	72 ⁰	73 ⁰ 30'	75 ⁰

¹⁾ Tabelle entnommen aus der Mikroskop. Physiogr. von E. A. Wülfing (Stuttgart 1905), 274.

²⁾ A. Des Cloizeaux, Man. Minér. (Paris 1862) 445.

Pyroelektrizität. Die Pennine sind nach G. Hankel pyroelektrisch, in verschiedener Stärke.

Ätzfiguren mit Flußsäure von asymmetrischer Gestalt beobachtete G. Tschermak.¹⁾ (Vgl. auch J. Wiik).²⁾

Vor dem Lötrohre mehr oder weniger schwer schmelzbar, je nach dem Eisengehalt, welcher den Schmelzpunkt herabsetzt. Ein eigentlicher Schmelzpunkt ist nicht bestimmbar, da die Chlorite sich vor dem Schmelzen zersetzen: bei einem eisenarmen Chlorit von Zermatt fanden C. Doelter und E. Dittler,³⁾ daß er bei 1400° zu einer zähen Masse schmolz.

Chemische Eigenschaften.

Durch Salzsäure wenig zersetzbar, nach dem Glühen stärker angreifbar. Schwefelsäure zersetzt die Chlorite. Das Pulver zeigt alkalische Reaktion bei verschiedenen Vorkommen in verschiedenem Maße.⁴⁾

Verhalten bei hohen Temperaturen. K. Dalmer⁵⁾ hat die Temperaturen zu bestimmen versucht, bei welchen die Chlorite ihr Wasser verlieren. Er fand für die Orthochlorite 550—570°. Die Leptochlorite lassen bereits bei 440—450° einen beträchtlichen Teil ihres Wassers entweichen, den Rest bei zirka 580—600°.

Ich erzielte jedoch bei Chlorit noch höhere Temperatur, 1100—1200°, ohne eine Zersetzung zu beobachten (siehe S. 664).

C. Doelter⁶⁾ fand, daß Pennin (Findelengletscher), mit Fluormagnesium und Fluornatrium geschmolzen, eine Schmelze ergab, welche aus einem Magnesiaglimmer bestand. Daneben bildete sich Olivin und auch Enstatit.

Einwirkung von Chlorammonium. F. W. Clarke und G. Steiger⁷⁾ behandelten Leuchtenbergit von Slatoust (Ural), dessen Analyse sich S. 693 findet mit Salmiakschmelze. Sie fanden unter anderem im Rückstand:

NH ₃	0,25
CaO	4,67
SiO ₂	32,82
H ₂ O	12,11

In Lösung gingen: 0,19% Al₂O₃ + Fe₂O₃; 2,10% MgO; 2,03% CaO.

Synthese.

G. Friedel und F. Grandjean⁸⁾ haben versucht künstlichen Chlorit durch Umwandlung von Pyroxen zu erhalten, also auf einem Wege, welcher in der Natur am häufigsten zur Chloritbildung führt. Als umwandelndes Agens benutzten sie Natronhydrat und Natriumaluminat. Zuerst hatten sie die Einwirkung einer Natronhydratlösung von $\frac{1}{12}$ Na₂O-Gehalt versucht, jedoch war

¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **99**, 186, (1890).

²⁾ J. Wiik, Z. Kryst. **7**, 188 (1884).

³⁾ C. Doelter u. E. Dittler, Sitzber. Wiener Ak. **121**, I, 910 (1912).

⁴⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 305, 430 u. 771.

⁵⁾ K. Dalmer, ZB. Min. etc. 1908, 518.

⁶⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **10**, 73 (1889).

⁷⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. [4] **13**, 27 (1902); Z. anorg. Chem. **29**, 338 (1902).

⁸⁾ G. Friedel u. F. Grandjean, Bull. Soc. min. **32**, 150 (1909).

der Augit nach 40 Stunden nur wenig angegriffen worden, weil die Temperatur nur 450° betrug. Erst bei der Temperaturerhöhung auf 550—570° wurde ein Erfolg erzielt. Angewandt wurde beim zweiten Versuch eine konzentrierte Natronhydratlösung von $\frac{1}{4}$ (Natron zu Wasser).

Die Erhitzungsdauer betrug 40 Stunden. Es bildeten sich verschiedene Mineralien, darunter ein chloritähnliches in rotbraunen Lamellen. Diese haben sechsseitigen Durchschnitt, meistens findet eine sphärolithartige Gruppierung statt; einzelne Kristalle waren säulenförmig oder zylindrisch. Die Abbildungen erinnern an Chlorit. Manche Blättchen sind auch fast farblos oder grünlich.

Die Analyse ergab:

δ	2,67—2,70
MgO	36,2
CaO	2,3
Al ₂ O ₃	15,2
Fe ₂ O ₃	4,4
SiO ₂	28,4
H ₂ O	11,5
	98,0

Vor dem Lötrohre wird das Produkt ziegelrot, ohne zu schmelzen. Kalte konzentrierte Salzsäure greift langsam an, heiße schneller. Nach langem Kochen erhält man ein weißes Produkt, noch doppelbrechend, welches Kieselsäure ist (wohl noch mit unzersetztem Chlorit). Das Verhalten ist also ähnlich wie das der natürlichen Chlorite.

Das Mineral ist zweiachsig. Positive Doppelbrechung. Der optische Achsenwinkel schwankt, ist aber stets gering. Für die Linie *D* wechselt er zwischen 10—35°: ($2V_0$ in Luft).

Die Doppelbrechung ist schwach, zirka $N_y - N_x$ 0,009.

Die Dispersion ist groß, ebenso beobachtet man starken Pleochroismus, aber das Absorptionsmaximum ist senkrecht zur Spaltrichtung, also umgekehrt, wie bei den natürlichen Chloriten.

Die hexagonale Form ist eine Folge der Gruppierung; auch ist der Winkel, welcher gemessen wurde, nicht 120°, sondern weicht davon um 4—7° ab.

Ein zweiter Versuch wurde mit einer Lösung von Natriumaluminat ausgeführt, die Temperatur betrug 550—560°. Der Gehalt der Lösung an Tonerde war 4%; der an Natron 5%.

Bei diesem Versuch wurden mehrere verschiedene Mineralien gebildet. Zuerst Mesotyp in langen Nadeln, dann Oktaeder, welche vielleicht auf Spinell zu deuten wären, endlich chloritartige Blättchen. Diese zeigen kleinen Achsenwinkel. Die spitze Bisektrix des Achsenwinkels zeigt negativen Charakter der Doppelbrechung. Die Farbe ist grün, starker Pleochroismus.

Das Produkt wird von kochender Salzsäure leicht angegriffen. Wegen der nicht durchführbaren Trennung von den anderen Mineralien mußte die Ausführung einer Analyse unterbleiben.

Umwandlungen des Chlorits.

Chloritische Mineralien geben nach J. Roth Gemenge von Brauneisen, Quarz oder Chaledon und Carbonaten. A. Kennigottf and Brauneisen pseudomorph nach Chlorit im Fahrlaetel (Schweiz).

Einen verwitterten Chlorit mit starkem Kohlensäuregehalt analysierten A. Funaro und L. Brussati:¹⁾

MgO	4,82
FeO	34,53
Al ₂ O ₃	21,63
Fe ₂ O ₃	4,27
SiO ₂	23,69
H ₂ O	7,00
CO ₂	4,12
	100,06

Apfelgrüner Chlorit, dem Aphrosiderit nahe stehend.

Man beobachtet z. B. im Leuchtenbergit Auslaugung des Eisenoxyds, Bildung von Gemengen von Brauneisen, Quarz und Carbonaten. Namentlich Brauneisen bildet sich oft aus Chloriten. Auch Opal soll aus Chlorit hervorgehen. Pseudomorphosen von Spinell aus Chlorit wurden von P. D. Nikolajew²⁾ analysiert; sie stammen aus Slatoust (Ural).

MgO	10,82
FeO	18,01
Al ₂ O ₃	68,96
SiO ₂	2,96
	100,75

Außer Spinell bildet sich ein Silicat Al₂O₃ · 3SiO₂.
Ripidolith wandelt sich in Serpentin um.

Nach G. Tschermak sind die von A. Schrauf beschriebenen Mineralien Enophit und Berlaut veränderte Orthochlorite. F. A. Genth untersuchte veränderten Chlorit von Unionville von braunroter und gelbgrauer Farbe; vgl. bei Vermiculit im späteren.³⁾

Das weniger veränderte gelbgraue Mineral zeigte folgende Zusammensetzung:

MgO	17,71
Al ₂ O ₃	26,07
Fe ₂ O ₃	9,80
SiO ₂	32,80
H ₂ O	13,75
	100,13

Dieses Zersetzungsprodukt hat nach G. Tschermak die Formel 4MgO · 3Al₂O₃ · 5SiO₂ · 8H₂O, während der entsprechende Orthochlorit die Formel 9MgO · 3Al₂O₃ · 5SiO₂ · 8H₂O haben sollte. Es ist also Eisen und Magnesium extrahiert worden.

Zersetzung des Chlorits durch Natriumcarbonat und Natronhydrat. Behufs Entscheidung der Frage, ob Talk sich durch Zersetzung von Chlorit bildet,

¹⁾ A. Funaro u. L. Brussati, Gazz. chim. It. 13, 433 (1883).

²⁾ P. D. Nikolajew nach N. v. Kokscharow, Mater. Miner. Rußlands 5, 368; N. JB. Min. 1870, 102.

³⁾ Nach G. Tschermak, Die Chloritgruppe II, Sitzber. Wiener Ak. 100, I, 100 (1891).

haben C. Doelter und E. Dittler¹⁾ Versuche ausgeführt, welche bereits Bd. II, 1, S. 370 erwähnt wurden. Sie zeigten, daß durch Behandlung von Chlorit mit Natriumcarbonat und Natronhydrat sich kein Talk bildet. Die Zersetzung des Chlorits bewegt sich vielmehr nicht in der Anreicherung mit Kieselsäure und der Verminderung des Aluminiumgehalts, vielmehr eher in entgegengesetzter Richtung. Die quantitativen Resultate wurden bereits früher mitgeteilt, so daß sich eine Wiederholung der Versuchsergebnisse erübrigt. Es sei nur bemerkt, daß das Zersetzungsprodukt nur sehr wenig Magnesia mehr enthält, dagegen der Wassergehalt bedeutend vermehrt wird.

Chlorit zeigte nach C. Doelter und E. Dittler nach dem Schmelzen ein Gemenge von Glas und Enstatit. Dieses Umschmelzungsprodukt wurde mit normaler Natronlauge auf dem Wasserbade digeriert. Von 0,9020 g gingen nach allerdings nur zweistündiger Behandlung 0,1694 g in Lösung; diese enthielt fast nur Tonerde und Spuren von Eisen und Magnesium. Die ausgeschiedene Tonerdemenge von 18,78% entspricht nahezu dem ganzen vorhanden gewesenen Tonerdegehalt, da derselbe höchstens 20% betragen hatte.

F. W. Clarke und E. A. Schneider²⁾ machten Zersetzungsversuche an verschiedenen Silicaten, indem sie diese mit trockenem Salzsäuregas bei 383 bis 412° behandelten; mit der Einwirkung des Gases wurde die Einwirkung der wäßrigen Säure verglichen (Dichte der Salzsäure 1,12). Sie spalteten durch Chlorwasserstoffgas das Silicat in einen löslichen und einen unlöslichen Anteil. Das verwendete Pulver wurde dann mit Wasser ausgelaugt, welchem einige Tropfen verdünnter Salpetersäure zugesetzt waren, und die in Lösung gegangenen Bestandteile bestimmt.

Gegen die dabei angewandte Methode hat R. Brauns³⁾ Einwendungen, welche berechtigt erscheinen, erhoben, da er besonders bezweifelt, daß das Chlorwasserstoffgas trocken gewesen wäre. Die Zersetzung ist dann abhängig von dem Wassergehalte.

A. Lindner⁴⁾ hat die Versuche bei Serpentin nachgeprüft (siehe Bd. II, Abt. 1, S. 408); er kommt ebenfalls zu dem Schlusse, daß die auf diese Weise erhaltenen Konstitutionsformeln nicht begründet seien.

Die Resultate der Versuche der amerikanischen Forscher waren:

	Ripidolith	Prochlorit	Leuchtenbergit
Erhitzungsdauer in Stunden	19	34	31
MgO in Chlorid übergeführt	13,46	1,54	6,29 %
R ₂ O ₃ " " "	4,24	2,17	0,42
SiO ₂ in lösl. Form übergeführt . . .	0,92		

Bei starkem Glühen wurden kleine Mengen von Kieselsäure freigemacht und zwar 2,98% für Ripidolith und 2,45% für Prochlorit. Bei der Digestion mit wäßriger Salzsäure war der unlösliche Rückstand 48,47%. Kochende Sodalösung extrahierte 28,73% Kieselsäure. Der sowohl in Salz-

¹⁾ C. Doelter u. E. Dittler, Sitzber. Wiener Ak. **121**, I, 910 (1912).

²⁾ F. W. Clarke u. E. A. Schneider, Z. Kryst. **18**, 400 (1891).

³⁾ R. Brauns, l. c. 205.

⁴⁾ A. Lindner, Inaug.-Diss. Breslau 1893.

säure als auch in kochender Sodalösung unlösliche Rückstand von 19,74 % hatte folgende Zusammensetzung:

Sesquioxyde . . .	67,81
SiO ₂	6,32
MgO	25,57

Die Zusammensetzung entspricht einem Spinell.

Umschmelzung des Chlorits. C. Doelter¹⁾ hat Klinochlor geschmolzen und die erhaltene Schmelze langsam erstarren lassen. Es ergab sich ein Gemenge von Olivin und Augit, daneben etwas Spinell. Die Tonerde des Chlorits scheint gänzlich zur Spinellbildung herangezogen worden zu sein. C. Doelter und E. Dittler²⁾ schmolzen Chloritoid vom Zillertal, welcher bei ca. 1400° schmolz. Bei einstündiger Erhitzung hatte sich nur Glas gebildet, während bei 12 stündiger Erhitzung sich neben einem dunkel gefärbten Glas auch ein rhombischer Pyroxen bildete. Hier scheint die Tonerde zum allergrößten Teil in das Glas eingegangen zu sein. Feinstes Chloritpulver (Zillertal) kristallisierte nach dem Schmelzen ebenfalls als Enstatit und zwar als eisenarmer aus.

Bei dieser Gelegenheit konstatierten C. Doelter und E. Dittler auch, in Ergänzung des erwähnten Versuchs von K. Dalmer, daß ein Dünnschliffpräparat von Chlorit im Heizmikroskop erst zwischen 1100 und 1250° eine optische Veränderung aufwies. Demnach tritt bis zu dieser Temperatur keine Zersetzung des Chlorits ein.

Bildung des Chlorits.

Chlorit kann sich sowohl primär als auch sekundär aus anderen Mineralien bilden. Letztere Bildungsweise ist wohl die häufigere, sie geht, wie G. Tschermak bemerkt, sowohl aus den Pseudomorphosen, als auch aus der mikroskopischen Untersuchung der Gesteine hervor. Die wichtigsten Chloritbildner sind die Mineralien der Pyroxen- und Amphibolgruppe, dann die Granate, der Vesuvian, der Biotit, welche lauter magnesiumhaltige Verbindungen darstellen. Aber auch aus nichtmagnesiumhaltigen Silicaten kann sich Chlorit bilden, wie dies aus der allerdings nicht häufigen Umbildung von Feldspaten in Chlorit hervorgeht.

Die Zersetzung der genannten verschiedenen Mineralien wird, dem hier gebrauchten Vorgange entsprechend, nicht hier, sondern bei den betreffenden Mineralien gebracht werden. Nur dort, wo es sich um eine bereits vollständige Umwandlung bzw. Neubildung, die ja auch aus mehreren anderen Mineralien erfolgen kann, handelt, werden hier die betreffenden Daten gebracht, während für die übrigen auf die genannten Mineralien hingewiesen werden soll.

Von Wichtigkeit ist die Chloritisierung der Gesteine, welcher namentlich Gesteine mit hohem Gehalt an Pyroxen oder Amphibol unterworfen sind. Der Chlorit in den chloritreichen Schiefemern scheint aus den Mineralien der genannten Gruppen hervorgegangen zu sein. J. Morozewicz³⁾ hat die Chloritisierung eines Augitdiorits von der Magnitnaja (Ural) durch Analysen verfolgt; da es sich jedoch nicht um reine Mineralien, sondern um gleichzeitige

¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 3.

²⁾ C. Doelter u. E. Dittler, Sitzber. Wiener Ak. 121, I, 910 (1912).

³⁾ J. Morozewicz, Verh. k. russ. min. Ges. 40, 62 (1903); Z. Kryst. 39, 612 (1906).

Bildung von Granat neben Chlorit handelt, so können diese Analysen hier nicht angeführt werden.

Wichtig ist auch die namentlich von F. Cornu und K. A. Redlich¹⁾ genauer studierte Bildung von einer Chloritvarietät, dem Rumpfit, welcher jedoch, wie unten gezeigt wird, keine besondere Spezies ist, neben Talk. Wie bei der Genesis des Talkes betont wurde, scheint sich aus den Pyroxenen und Amphibolen der Gesteine der Talklagerstätten der Chlorit wahrscheinlich neben dem Talk mehr oder weniger gleichzeitig gebildet zu haben und fällt der Vorgang unter Chloritisierung der Pyroxen- bzw. Amphibolgesteine.

Eine primäre Bildung des Chlorits ist jedenfalls viel seltener, als die sekundäre durch Zersetzung von magnesium- und aluminiumhaltigen Silicaten, welche oben angeführt wurden. Bereits bei Talk (Bd. II, Abt. 1, S. 370) wurde der Chloritbildung gedacht; es dürften hier Lösungen magnesium- und aluminiumhaltigen Wassers Chlorit zum Absatze gebracht haben, wobei Druck die Bildung begünstigt hat.

Rumpfit.

Der Rumpfit wurde von G. Firtsch als selbständiges Mineral aufgestellt, was aber nach einer neueren Mitteilung von G. Tschermak nicht richtig ist; er zeigte, daß die von G. Firtsch ausgeführte Analyse unrichtig war. Da dieses Mineral jedoch in der Literatur häufig erwähnt wurde, namentlich weil F. Cornu und K. Redlich seinem Vorkommen große Bedeutung bezüglich der Genesis der Talklagerstätten beimaßen, muß es hier besonders hervorgehoben werden.

Analysen.

	1.	2.
δ	2,675	—
Na ₂ O	0,39	—
K ₂ O	0,85	—
MgO	33,30	12,09
CaO	—	0,89
FeO	1,36	1,61
Al ₂ O ₃	20,07	41,66
Fe ₂ O ₃	0,82	—
SiO ₂	31,31	30,75
H ₂ O	12,87	13,12
	100,97	100,12

1. Beide Vorkommen von der Jassing bei St. Michael (Steiermark); anal. Th. Panzer bei G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **32**, 543 (1914).

2. Die zweite, falsche Analyse wurde von G. Firtsch ausgeführt; Sitzber. Wiener Ak. **99**, 41-7 (1890).

G. Tschermak zeigte in seiner Mitteilung, daß in der Firtschschen Analyse Zahlen vorliegen, die mit der neuen Analyse nicht übereinstimmen. Es erübrigt sich daher, eine Formel zu geben. Die Analyse Panzers stimmt mit der von A. Ortmanngabegebenen des Chlorits aus der Achmatowskschen Grube.

¹⁾ F. Cornu u. K. A. Redlich, Z. prakt. Geol. **16**, 149 (1908).

Schuchardt.

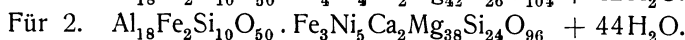
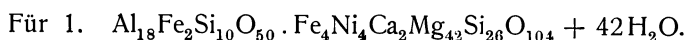
Feinschuppig, chloritähnlich.

Analysen.

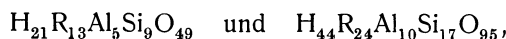
	1.	2.
δ	2,256	2,339
MgO	25,87	24,16
CaO	1,38	1,50
FeO	3,26	3,62
NiO	5,16	5,78
Al ₂ O ₃	15,47	14,88
Fe ₂ O ₃	4,01	3,91
SiO ₂	33,79	33,87
H ₂ O	11,54	12,37
	100,48	100,09

1. Grüne Varietät, aus Serpentin von Frankenstein; anal. A. Schrauf, Z. Kryst. **6**, 386 (1882).
 2. Gelblichgrüne Varietät von ebenda; anal. G. Starkl, Z. Kryst. **8**, 239 (1884).

Formel nach A. Schrauf:



Man kann die Formeln schreiben:



wenn man R = Mg, Ca, Fe, Ni setzt.

G. Starkl hat auch die Wasserabnahme zwischen 100—300° untersucht. Sie beträgt bei 300° 4,477%. Der Wassergehalt ist Funktion des Feuchtigkeitsgrades der Luft. Beim Glühen wird das Mineral lederbraun.

Eigenschaften. Grün und gelblichgrün. Vor dem Lötrohre brennt er sich hart, geglüht zerfällt er in Wasser.

Bei 100° wird er lichtgrau, bei weiterem Glühen lederbraun.

An der Zunge haftet er, er zeigt beim Anhauchen Tongeruch.

In Salzsäure wird das Pulver nur wenig zersetzt.

Im Kölbchen gibt er Wasser ab. Die Boraxperle ist infolge Nickelgehalts kastanienbraun.

Dichte 2,339.

Klementit.

Wahrscheinlich monoklin.

Analyse.

MgO	20,52
MnO	1,98
FeO	9,72
Al ₂ O ₃	24,70
Fe ₂ O ₃	5,84
SiO ₂	27,13
H ₂ O	11,35
	101,24

Von Vielsalm, in Quarzadern; anal. C. Klement, Bull. Mus. R. d'histoire nat. de Belgique **5**, 162 (1888).

Das Mineral wurde von C. Klement als Chlorit beschrieben, G. Tschermak¹⁾ fand abweichende Eigenschaften und benannte es Klementit.

Eigenschaften. Dunkelolivengrüne Blättchen, optisch-zweiachsig, positiv, kleiner Achsenwinkel.

Dichte 2,835.

Vor dem Lötrohre zu dunklem Glas schmelzbar, wobei Aufblähen und Aufblättern beobachtet wird.

Von Salzsäure zum Teil zersetzbar, unter Abscheidung von flockiger Kieselsäure.

Enophit.

Wahrscheinlich ein Zersetzungsprodukt von Serpentin. Siehe Bd. II, Abt. 1, S. 430.

Berlunit.

Analysen.

	1.	2.
K ₂ O	Spur	—
MgO	23,79	25,77
CaO	2,59	2,81
MnO	Spur	—
FeO.	3,71	4,02
Al ₂ O ₃	12,69	13,75
Cr ₂ O ₃	Spur	—
Fe ₂ O ₃	6,33	6,86
SiO ₂	34,38	37,25
Glühverl.	16,79	9,82
	100,28	

1. Analyse der lufttrockenen Substanz.

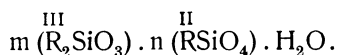
2. Analyse der bei 100° getrockneten Substanz.

Beide von Berlau bei der Mühle von Krems (Böhmen); anal. A. Schrauf, Z. Kryst. **6**, 383 (1882).

Formel. A. Schrauf stellt die Formel auf:



also:



Eigenschaften. Schuppige Blättchen bildend, optisch-einachsig. Dunkelgrasgrün.

Beim Glühen werden die Schuppen lichtgelblichbraun, bleiben durchscheinend, nehmen Perlmutterglanz an.

Vorkommen. Füllt eine breite Spalte an der Grenze von Serpentin und Granulit aus.

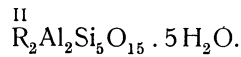
¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **100**, 40 (1891).

Leidyit.**Analyse.**

MgO	3,07
CaO	3,15
FeO	8,50
Al ₂ O ₃	16,82
SiO ₂	51,41
H ₂ O	17,08
	<hr/>
	100,03

Von Leiperville, Crum Creek (Delaware Co.); anal. G. A. König, Z. Kryst. **2**, 300 (1878).

Formel. Das Verhältnis $\overset{\text{II}}{\text{R}}:\overset{\text{III}}{\text{R}}:\text{Si}$ ist 2,86:2:9,884, woraus sich die Formel ergibt:



R ist = Mg, Ca, Fe.

G. A. König stellte dieses Mineral zu den Zeolithen, wegen des Lötrohrverhaltens und wegen des gleichzeitigen Vorkommens mit solchen. Wir kennen aber keine Zeolithe mit so hohem Magnesium und Eisengehalt, auch kristallisiert es nicht wie diese, daher es eher zum Chlorit paßt.

Eigenschaften. Warzenförmig, wahrscheinlich krystallin. Grasgrün, blaugrün, olivengrün, wachsartiger Glanz, etwas härter als Talk; Strich weiß. Mit viel Wasser zerfällt es.

Vor dem Lötrohre schmilzt es unter starkem Aufschäumen zu lichtgelbgrünem Glase. Im Kolben Wasser gebend, dabei wird das Mineral braun. In kalter Salzsäure leicht löslich, und zum Teil gelatinierend. Nach dem Glühen unlöslich.

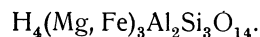
Vorkommen in einem Quarzgang eines glimmerschieferähnlichen Gneises.

Epiphanit.**Analyse.**

MgO	14,03
MnO	Spur
FeO	20,00
Al ₂ O ₃	21,13
SiO ₂	37,10
H ₂ O	7,83
	<hr/>
	100,09

Aus Glimmerschiefer von Tvåran (Wermland, Schweden); anal. L. J. Igelström, Öfv. Ak. Stockholm 1868, 29; Journ. prakt. Chem. **104**, 463.

Chloritähnliches Zersetzungsprodukt des Biotits, nach G. Tschermak. Die Formel ist ungefähr:

**Spodiophyllit.**

Dieses Mineral ist schwer einzureihen; es hat eine gewisse Ähnlichkeit mit Ägirinaugit.

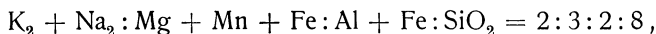
Hexagonal (?) chloritähnlich.

Analyse.

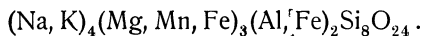
Na ₂ O	8,55
K ₂ O	7,80
MgO	10,16
MnO	0,64
FeO	4,13
Al ₂ O ₃	4,27
Fe ₂ O ₃	11,24
SiO ₂	53,61
	100,40

Von Julianehab Narsasuk (S.-Grönland); anal. G. Flink, Meddel. om Grönland 24, 1 (1899); Z. Kryst. 34, 661 (1901).

Formel. Das Molekularverhältnis ist:



daher die Formel:



Das Mineral ist ein Metasilicat.

Eigenschaften. Spaltbar nach einer Richtung (Basis), wie Glimmer. Dichte 2,633. Härte etwas über 3, nicht elastisch, biegsam.

Farbe aschgrau; basische Flächen glänzend, einachsig; Doppelbrechung negativ.

Vor dem Lötrohre leicht zu klarem Glas schmelzbar. Gibt in der Phosphorsalzperle ein Kieselskelett. Von Säuren, ausgenommen Flußsäure, nicht angreifbar.

Beim strengen Glühen ergibt sich ein Verlust von nur 0,25 %, welcher als hygroskopisches Wasser betrachtet wird.

Vorkommen. Als Begleiter erscheinen Ägirin, Zirkon, Ankylit, Rhodochrosit, Albit, welche mit Ausnahme des Ägirins, in welchem es eingebettet ist, spätere Bildungen sind.

Bravaisit.

Dieses Mineral wird mit dem darauf folgenden von manchen zur Kaolin-
gruppe gerechnet. Chemisch steht es den Glimmern näher.

Wahrscheinlich rhombisch.

Analyse.

K ₂ O	6,50
MgO	3,30
CaO	2,00
Al ₂ O ₃	18,90
Fe ₂ O ₃	4,00
SiO ₂	51,40
H ₂ O	13,30
	99,40

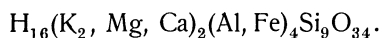
Aus den Kohlenflötzen von Noyant (Allier, Frankreich); anal. A. Mallard, Bull. Soc. min. 1, 5 (1878).

Eigenschaften. Dichte 2,6. Härte 1—2. Schwach grünlich. Optische Eigenschaften weisen auf rhombische Symmetrie, Achsenwinkel 2*E* etwa 40° Doppelbrechung stark, negativ.

Klebrig und seifenartig anzufühlen.

Vor dem Lötrohre leicht zu weißer Kugel schmelzbar; gibt im Kölbchen Wasser und färbt sich braun. Von Säuren angegriffen, aber nicht vollständig zersetzbar.

Als Formel wird angegeben:



P. Groth¹⁾ gibt keine Formel.

Palygorskitgruppe.²⁾

Von A. Fersmann.

Kristallform rhombisch. Genaue kristallographische Angaben fehlen.

Die Palygorskitgruppe umfaßt sechs selbständige Mineralien. Die meisten Bergleder und Bergkorke gehören zu dieser Gruppe, die eine nicht ganz unwichtige Rolle in den obersten Schichten (Verwitterungszone) der Erdrinde spielt.

Die **chemische Zusammenstellung** der Gruppe kann durch eine Mischung von zwei Silicaten A und B (vgl. Analysenzusammenstellung auf S. 671) in bestimmten Verhältnissen erklärt werden; dasselbe wird aber stets durch kleine ganze Zahlen ausgedrückt, so daß nur vier Zwischenglieder vorkommen. Die Besprechung der weiter angegebenen Analysen führt uns zur Überzeugung, daß das am meisten verbreitete Glied das Verhältnis 1 A + 1 B ergibt. Das Silicat A wird durch die Formel $\text{H}_4\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, das Silicat B durch die Formel $\text{H}_6\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{14} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gegeben. Magnesia kann in geringer Quantität durch FeO, MnO oder CaO³⁾ isomorph ersetzt werden. In einigen Gliedern der Gruppe erscheint auch NiO in isomorpher Mischung.⁴⁾ Andererseits kann auch die Tonerde durch das entsprechende Eisenoxyd vertreten werden, obgleich einige Erscheinungen darauf hinweisen, daß man dem Ferrisilicat eine von dem Alumosilicat etwas abweichende Formel geben muß.

Auch die Endglieder der Gruppe — Silicate A und B — kommen selbständig vor und stehen in physikalisch-chemischer Hinsicht in engster Beziehung zu den Mischungsgliedern der Gruppe.

Das Silicat A, das wir mit dem Namen Parasepiolith belegen wollen das dem Meerschaumsilicat entspricht; so entspricht seiner Formel nach dem gewöhnlichen Sepiolith, umfaßt aber nur diejenigen Varietäten desselben, die eine deutlich faserige kristallinische Struktur besitzen und bei 100° C die Hälfte ihres Wassergehaltes abgeben. Es ist schon Bd. II, 1, S. 377 u. 378 behandelt.

Was das Silicat B anbetrifft, so stimmt es der Formel nach genau mit den wasserhaltigen Pyrophylliten, die unter dem Namen Montmorillonit (zum Teil Confolensit, Stolpenit, Delanouit, Saponit, Erinit usw.) bekannt sind. Die einzige vorhandene Analyse von Juan D. Villarello (vgl. weiter unten) be-

¹⁾ P. Groth, Tabl. systém. (Genève 1904), 140.

²⁾ Vgl. Näheres bei den Serpentinmineralien Bd. II, Abt. 1.

³⁾ Einige Analysen deuten auf Calcio-Palygorskite.

⁴⁾ Es sind nickelhaltige Parasepiolithe bekannt.

zieht sich auf einen kristallinen Bergkork von solcher Zusammensetzung und ich brachte für dieses Endglied der Palygorskitreihe den Namen Paramontmorillonit in Vorschlag.

Analysen.

Um ein richtiges Verständnis der Natur dieser Mineralien gewinnen zu können, ist es nötig alle vorhandenen Analysen zu berücksichtigen.

Lassallit. α -Palygorskit $H_{16}Mg_2Al_4Si_{11}O_{38} \cdot 3H_2O$.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
CaO	—	0,24	0,59	0,20	0,99	0,71
MgO	6,71	7,31	8,19	6,11	7,68	7,49
FeO	—	0,24	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	17,01	16,20	18,32	17,50	14,92	16,88
Fe ₂ O ₃	—	0,28	—	0,32*)	0,64	1,32
SiO ₂	55,28	55,36	52,18	56,83	53,19	52,23
H ₂ O unt. 110° C .	9,00	8,49	8,46	8,06	12,29	9,76
H ₂ O oberh. 110° C	12,00	11,08	12,04	11,08	10,92	11,09
	100,00	99,82*)	99,78	100,10	100,63	99,48

1. Theoret. Zusammensetzung.
2. Palygorskische Distanz, Gouv. Perm, Rußland; anal. von A. Fersmann Mém. Ac. St. Pétersbourg 1914. Weiße bergkorkähnliche Masse, als Ausfüllung einer Spalte im permischen Sandstein. *) Inbegriffen -0,62% Quarz.
3. Ebendasselbst; anal. von T. v. Ssaftschenkow, Verh. d. kais. russ. min. Ges. 1862, 102.
4. Can-Pey, Pyrénées-Orient., Frankr.; anal. von G. Friedel, Bull. Soc. min. **30**, 80 (1907). Im Erzgang mit Zinkblende und Kalkspat. Die Analyse ist umgerechnet worden. *) FeO + Fe₂O₃.
5. Meyssonial en Mercoeur (Haute Loire), Frankr.; anal. von G. Friedel, Bull. Soc. min. **24**, 12 (1901). In einem Erzgang mit Antimonit und Termierit. Die Analyse ist umgerechnet.
6. Ebendasselbst; anal. von G. Friedel, Bull. Soc. min. **30**, 80—82 (1907). Die Analyse ist umgerechnet.

7.	
MgO	10,01
CaO	1,30
Al ₂ O ₃	19,42
Fe ₂ O ₃	0,84
SiO ₂	69,27
	100,84
H ₂ O	14,22

Aus Antimonitgang von Miremont, Souliac; anal. G. Friedel, Bull. Soc. min. **24**, 6 (1901).

In natürlichem Zustand enthält das Mineral 30% H₂O.

Die Analyse bezieht sich auf wasserfreie Substanz. Der Wassergehalt beträgt 14,22% bei 100°.

Eigenschaften. Asbestähnlich, biegsam, schneeweiß, in Wasser bläht er sich auf und wird weich. Doppelbrechend. Dichte 1,477.

β -Palygorskit $H_{10}Mg_2Al_2Si_7O_{24} \cdot 4H_2O$.

	8.	9.	10.	11.	12.
CaO	—	—	0,69	0,25	0,64
MgO	10,51	9,48	10,33	9,95	9,32
FeO	—	—	0,29	0,31	0,10
MnO	—	—	Spuren	—	—
Al ₂ O ₃	13,31	12,62	13,25	13,19	13,27
Fe ₂ O ₃	—	Spuren	1,33	—	—
SiO ₂	55,06	54,85	56,17	54,99	54,56
H ₂ O unterh. 110° C	9,39	9,30	7,94	10,06	10,65
H ₂ O oberh. 110° C	11,73	13,75	10,00	10,67	11,67
	100,00	100,00	100,00	99,62*)	100,21

8. Theoret. Zusammensetzung.

9. Stansvik, Finnland; anal. von A. Kasakow, Bull. Acad. Sc. Pétersb. 1911, 679—682. Weiche plastische Masse in einer Kalksteinhöhle. Stark mit Eisensulfaten durchdrungen und mit Quarzkörnchen gemischt.

10. Dvoretzkisches Bergwerk bei Petrosawodsk, Rußland; anal. von A. Fersmann (l. c.). Braune lederähnliche Masse im Sandstein. Nach Abzug von Limonit (2,51%) und Quarzkörnchen (1,12%).

11. Gorbatow, Gouv. Nijni-Nowg., Rußland; anal. von A. Fersmann (l. c.). Leichte schneeweiße Masse in Lagern zwischen Mergeln und Tonen. Spuren von SO₃. *) Inbegriffen 0,20 Quarzkörnchen.

12. Chabarskoe, Gouv. Nijni-Nowgorod, Rußl.; anal. von A. Kasakow, Bull. Acad. Sc. Pétersb. 1911, 682. Analog Anal. 9. Näheres über die Analyse A. Fersmann (l. c.).

	13.	14.	15.	16.
CaO	—	0,63	0,15	Spuren
MgO	11,06	10,29	9,75	10,60
FeO	—	0,17	0,43	—
Al ₂ O ₃	15,02*)	12,60	12,63	11,12
Fe ₂ O ₃		—	—	2,72
SiO ₂	56,90	54,19	55,57	54,12
H ₂ O unterh. 110° C . }	17,02	9,12	9,10	6,20
H ₂ O oberh. 110° C . }		12,13	12,34	15,32
	100,00	100,13*)	100,13*)	100,08

13. Melkowodka, Gouv. Nijni-Nowgorod, Rußl.; anal. im Labor. von Mendelejeff, mitget. von G. Tschurowsky, Nachr. d. Gesellsch. f. Naturkunde Moskau **33**, 375 (1878). Analog Anal. 9 und 10. *) Fe₂O₃ + Al₂O₃ + FeO.

14. Nijni-Nowgorod, Rußl.; anal. von A. Fersmann (l. c.). Analog Anal. 9, 10, 11. *) Inbegriffen: CO₂ = 0,65% (als Kalkspat beigemischt); Quarzkörnchen = 0,25%; SO₃ = 0,10% (als Gips).

15. Sympheropol in der Krym, Rußl.; anal. von A. Fersmann (l. c.). Große kartonähnliche Stücke in Spalten eines stark zersetzten Porphyrits. *) Inbegriffen CO₂ = 0,16% (beigemengter Kalkspat).

16. Kadainskische Grube, Transbaikalien; anal. von E. Kupffer, mitget. von A. Fersmann, Bull. Acad. Sc. Pétersb. 1908, 645. Lederbraune leichte Masse im dolomitischen Kalkstein.

	17.	18.	19.	20.	21.
CaO	0,22	0,17	—	0,98	1,16
MgO	8,53	9,55	7,54	9,49	9,30
FeO	0,26	0,68	2,68	1,09	0,51
MnO	—	—	0,08	0,33	—
Al ₂ O ₃	13,04	12,05	12,88	11,27	13,08
Fe ₂ O ₃	0,11	Spuren	0,09	0,21	2,74
SiO ₂	54,39	54,58	51,00	54,37	51,42
H ₂ O unterh. 110° C	9,04	8,78	10,64	9,26	7,65
H ₂ O oberh. 110° C	12,24	11,78	14,10	13,15	14,36
	99,94*)	100,45*)	99,73*)	100,15	100,22

17. St. Gotthard, Schweiz; anal. von A. Fersmann (l. c.). Leichte, bergkork-ähnliche Masse im zersetzten Granit. *) Inbegriffen 2,11% Quarzkörnern.
 18. St. Annagletscher, Schweiz; anal. von A. Fersmann (l. c.). Analog Anal. 17. *) Inbegr. K₂O = 0,12%; Na₂O = Spuren; Quarzkörner = 2,74%.
 19. Cabrach, Schottland; anal. von F. Heddle, Min. Mag. 2, 212 (1879). Als Pilolith beschrieben. Im zersetzten Granit. *) Inbegriffen Alkalien = 0,72%.
 20. Tayport, Schottland; anal. von F. Heddle, Min. Mag. 2, 215 (1879). Pilolith. Auf Spalten und Mandeln eines stark zersetzten Mandelsteins mit Saponit, Seladonit, Baryt und Natrolith.
 21. Mies, Böhmen; anal. von A. Fersmann (l. c.). Gelber Bergkork in Erzgängen. Kleine Quantität von CO₂ wurde nicht bestimmt.

	22.	23.	24.	25.
CaO	0,31	—	0,41	1,47
MgO	12,04	9,39	9,55	9,53
FeO	Spuren	0,12	—	0,28
MnO	0,43	—	—	—
Al ₂ O ₃	13,11	12,58	13,56	13,77
Fe ₂ O ₃	—	—	0,22*)	—
SiO ₂	54,25	54,06	54,17	56,02
H ₂ O unterh. 110° C.	6,50	23,85	9,58	7,78
H ₂ O oberh. 110° C.	13,36		11,87	11,15
	100,00	100,00	99,36	100,00

	26.	27.	28.	29.	30.
CaO	—	Spuren	Spuren	0,50	0,05
MgO	10,94	9,77	9,79	10,59	9,53
FeO	0,55	0,14	0,13	0,64	1,04
MnO	Spuren	—	—	Spuren	Spuren
Al ₂ O ₃	14,83	13,05	12,87	13,33	13,05
Fe ₂ O ₃	—	—	Spuren	Spuren	—
SiO ₂	54,94	54,12	56,34	55,69	55,82
H ₂ O unterh. 110° C	6,06	9,69	9,64	10,33	9,12
H ₂ O oberh. 110° C	12,06	12,98	11,65	8,92	11,39
	99,38	99,75	100,42	100,00	100,00

22. Dognaczka, Ungarn; anal. von A. Fersmann (l. c.). Braunes Bergleder im Kontaktkalkstein. Stark durch Limonit verunreinigt, welcher durch schwache Säure weggeführt werden kann. Spuren von CO₂ und Alkalien.
 23. Bleiberg, Kärnten; anal. von A. Fersmann (l. c.). Filzige Massen mit Bleiglanz und Dolomit. Wasser direkt nicht bestimmt.

24. Brünn, Mähren; anal. von A. Fersmann (l. c.). Im zersetzten Amphibolgranit. Kleine Quantität von CO_2 und Alkalien konnten wegen Mangel an Material nicht bestimmt werden. *) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$.

25. Zillertal, Tirol; anal. von A. Fersmann (l. c.). Weiche geschmeidige Masse in saurem Eruptivgestein. Nach Abzug von 24,35% Quarz.

26. Lei-Po-Ting, China; anal. von G. S. Whitby, Min. Mag. 15, 294 (1910). Im Kalkstein in großen Massen.

27. New Brunswick, New Jersey, Ver. St. Am.; anal. von A. Fersmann (l. c.). Harte, berglederähnliche Massen. Genesis unbekannt. Spuren von CO_2 .

28. Swanton in Vermont, Ver. St. Am.; anal. von A. Fersmann (l. c.). Bergleder.

29. Rancho del Ahuacatillo, Michoagan, Mexico; anal. von A. Fersmann (l. c.). Schöner, blendend weißer Bergkork. Spuren von SO_3 , K_2O , Na_2O . Beimischung von 6,95% CaCO_3 in der Analyse abgezogen. Vgl. Anal. 1.

30. Ebendasselbst; anal. von A. Fersmann (l. c.). Nach Abzug von 1,41% CaCO_3 . Spuren von Alkalien. Vgl. Anal. 1.

α -Pilotith $\text{H}_{14}\text{Mg}_4\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{34} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

	1.	2.	3.	4.	5.
CaO	—	0,34	0,86	1,97	0,58
MgO	14,65	7,13	10,16	10,15	9,35
FeO	—	3,70	2,82	3,29	2,49
MnO	—	—	1,01	1,49	1,30
Al_2O_3	9,27	7,52	6,81	7,98	7,52
Fe_2O_3	—	—	2,27	0,97	2,06
SiO_2	54,81	52,42	51,10	51,45	51,43
H_2O unterh. 110°C	9,82	28,86	9,20	5,96	10,88
H_2O oberh. 110°C	11,45		14,70	15,74	14,16
	100,00	99,97	98,93	99,00	99,77

1. Theoret. Zusammensetzung.

2. Tamlaght, Irland; anal. von Apjohn, mitget. von A. Delesse, Annal. Min. 13, [3], 390 (1858). Im Kontakt von saurem Eruptivgestein und Kalkstein.

3. Burn of the Boyne, Schottland; anal. von F. Heddle, Min. Mag. 2, 211 (1879). Bergkork in Kalkstein mit Pyrit, Calcit und Saponit. Alkalien nicht bestimmt.

4. Leadhills in Schottland; anal. von F. Heddle, Min. Mag. 2, 216 (1879). Auf Erzgängen im Kalkstein. Kleine Beimengungen von CaCO_3 , doch CO_2 nicht bestimmt. Spuren von Alkalien.

5. Portsoy (?), Schottland, jedoch wahrscheinlich Burn of the Boyne, wie Anal. 3; anal. von F. Heddle, Min. Mag. 2, 208 (1879).

	6.	7.	8.	9.
CaO	—	0,22	0,02	10,00
MgO	15,91	10,00	11,81	2,06
FeO	0,21	—	0,92	5,80
MnO	Spuren	—	0,43	Spuren
Al_2O_3	7,63	9,71	7,95	9,50
Fe_2O_3	3,79		2,22	—
SiO_2	56,93	60,97	54,72	51,65
H_2O unterh. 110°C	10,31	19,14	6,81	21,70
H_2O oberh. 110°C	5,22		15,12	
	100,00	100,04	100,00	100,71

6. Rudno bei Krakau; anal. von Z. Rozen, Bull. Acad. Crac. Math.-nat. Kl. 1908, 841. Als Ausfüllung von Höhlungen im Diabas. Nach Auszug von beigemengtem Kalkspat.

7. Sapillo-Creek, New Mexico, Ver. St. Am.; anal. von W. T. Schaller, mitget. von A. F. Collins, Mining World 1907, 688. Im Kalkstein mit Parasepiolith.

8. Chañarcillo in Chile; anal. von A. Fersmann (l. c.). Auf einer Erzlagerstätte im dolomitischen Kalkstein. Nach Auszug von $\text{CaCO}_3 = 14,79\%$.

9. Strontian, Schottland; anal. von Th. Thomson, Trans. Roy. Soc. Edinburgh 11, 364 (1831). In Erzgängen. Die einzige vorhandene Analyse von Th. Thomson deutet auf einen Calciopalygorskit hin.

β-Pilolith. $\text{H}_{18}\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{Si}_{13}\text{O}_{44} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

	10.	11.	12.	13.
CaO	—	1,11	1,34	1,61
MgO	16,86	10,81	11,95	16,17
FeO	—	2,70	2,11	0,18
MnO	—	2,77	2,88	0,14
Al_2O_3	7,13	6,63	6,33	6,40
Fe_2O_3	—	—	0,60	2,93
SiO_2	54,68	51,61	52,48	48,71
H_2O unterh. 110°C .	10,04	9,27	5,90	12,88
H_2O oberh. 110°C .	11,29	15,73	15,80	8,39
	100,00	100,63	99,39	99,79*)

- 10. Theoret. Zusammensetzung.
- 11. Tod Head, Schottland; anal. von F. Heddle, Min. Mag. 2, 213 (1879). Bergleder in Kalkspatgängen zwischen Konglomeraten und Sandsteinen.
- 12. Ebendasselbst; anal. von F. Heddle, Min. Magaz. 2, 214 (1879). Bergkork.
- 13. Rudno bei Krakau; anal. von Z. Rozen, Bull. Acad. Sc. Cracovie Math.-nat. Kl. 1909, 841. Stark verunreinigt. Als Ausfüllung von Höhlungen im Diabas. *) Inbegr. $\text{K}_2\text{O} = 0,27$, $\text{Na}_2\text{O} = 2,11\%$.

Konstitution. Die zahlreichen angeführten Analysen bestätigen, daß das Verhältnis zwischen den zwei Silicaten A und B stets durch kleine ganze Zahlen ausgedrückt werden kann und für jedes Glied der Gruppe konstant ist. Vom theoretischen Standpunkte kann solch eine Zusammensetzung durch die Theorie der Silicate von W. Vernadsky¹⁾ erklärt werden, wenn wir ein Orthosilicat der Magnesia als Kern und ein wasserhaltiges Alumosilicat als Additionsprodukt in Zweiketten annehmen.

Chemisch-physikalische Eigenschaften. Es ist zuerst hervorzuheben, daß alle Mineralarten der Palygorskitgruppe, besonders die vier Mischungsglieder sehr ähnliche Eigenschaften besitzen. Obgleich für einige Eigenschaften schon jetzt eine konstante und allmähliche Änderung in einer gewissen Richtung festgestellt sein kann, dürfte eine genauere Charakteristik der einzelner Glieder dieser Gruppe kaum möglich sein.

Palygorskite sind wasserhaltige Alumosilicate der Magnesia mit ausgesprochener feinfaseriger Struktur. Die unregelmäßig begrenzten Fasern und Fäden sind meistens nicht parallel angeordnet, sondern bilden ein verfilztes Gewebe von kork- oder lederähnlicher Beschaffenheit; sie werden durch niedrige Doppelbrechung (0,015—0,020), niedrige Brechungsquotienten (ungef. 1,55), gerade Auslöschung und positiven Charakter der Längsrichtung charakterisiert. Optisch zweiachsig, Achsenwinkel groß, aber sehr variabel.

Die Palygorskite sind durch weiße oder helle Farben gekennzeichnet, besitzen ein niedriges spezifisches Gewicht (2,15—2,32) und geringe Härte, die aber durch allmähliches Erhitzen über 5 steigt. Vor dem Lötrohre schmelzen

¹⁾ W. Vernadsky, Zur Theorie der Silicate. Z. Kryst. 34, 37 (1901).

sie ziemlich leicht (zirka 3. Stufe) zu einem farblosen, oder schwach gelblichen Glase, welches meistens von blasiger Beschaffenheit ist.

Von Salzsäure werden sie stark angegriffen, durch heiße Schwefelsäure leicht und vollständig zersetzt mit Hinterlassung eines Kieselsäureskeletts.

Die Endglieder der Reihe, Silicate A und B, zeichnen sich durch etwas abweichende Eigenschaften aus, obgleich sie den äußeren Kennzeichen nach den Mischungsgliedern der Reihe ganz ähnlich sind. Paramontmorillonit wird ziemlich schwer und unvollkommen durch Säuren zersetzt, Parasepiolith dagegen sehr leicht. Auch ist der letztere unschmelzbar.

Eine **Dehydrationskurve** ist nur für β -Palygorskit bekannt und wird auf folgendem Diagramme (Fig. 16) wiedergegeben. Dieselbe bezieht sich auf reines

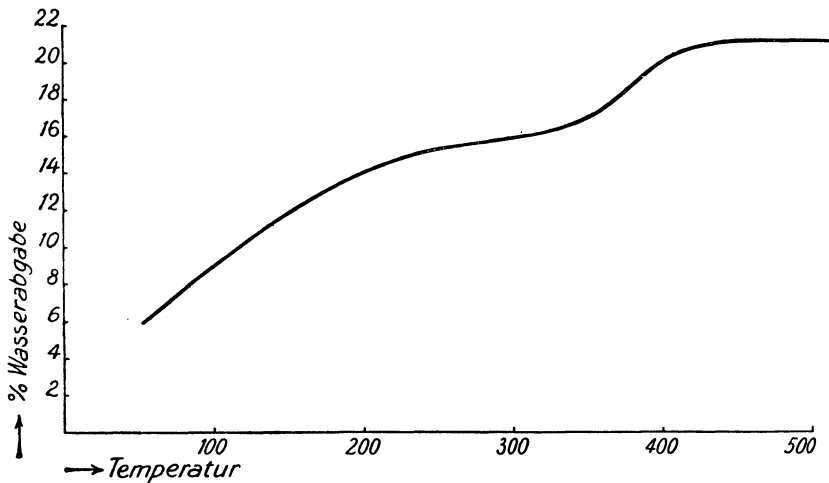


Fig. 16.

Material von Swanton in Vermont (vgl. Analyse 24) und zeigt allmähliche Abgabe des Wassers ohne ausgesprochene Knicke, was eine Ähnlichkeit mit Zeolithwasser andeutet.

Genetisches. Die Palygorskite bilden sich meistens unter normalen Verhältnissen aus kalten oder mäßig warmen Lösungen, die in der obersten Zersetzungszone der Erdkruste zirkulieren; man kann folgende vier Typen der Entstehungsprozesse unterscheiden:

1. Als Absatz kohlenensäure- und kieselsäurehaltiger Gewässer, die ihre gelösten Stoffe einer oberflächlichen Zersetzung saurer Eruptivgesteine verdanken. Stets innig mit Calcit und anderen Carbonaten gemengt.
2. Als Absatz in Gängen oder Mandeln saurer, seltener basischer Gesteine; stets jünger als Zeolithe, zusammen mit Calcit oder Baryt.
3. Sehr häufig als letzte Generation in Erzgängen oder auf metasomatischen Lagerstätten in Kalksteinen oder Dolomiten.
4. In Kalksteinen, Dolomiten und Mergeln, als Absatz von zirkulierenden Gewässern.

Meistens entstehen in diesem Fall die Palygorskite durch Verdrängung von Kalkstein, Dolomit, Siderit (lokal auch Gips) durch kieselsäure- oder

magnesiahaltige Lösungen, wobei das Carbonat fortgeführt wird. Durch solchen Prozeß entstehen öfters Verdrängungspseudomorphosen von Palygorskit nach Carbonat.

Alle diese Typen sind dadurch charakterisiert, daß die zum Absatze führenden Lösungen durch die Zersetzung der Eruptivgesteine oder Auslaugung von Sedimenten entstehen. Als besonders charakteristisches Merkmal soll die Assoziation der Palygorskite mit Calcit hervorgehoben werden; das Gemenge von diesen Mineralien kann so innig werden, daß eine mechanische Trennung kaum möglich wird.

Etwas abweichend sind die Entstehungsbedingungen der Parasepiolithe; im Gegensatz zu den anderen Palygorskiten kommen dieselben soviel bekannt bei der Zersetzung der Serpentinegesteine vor, wobei sie durch Krystallisation der Meerschaume entstehen. Die meisten Vorkommen dieses Minerals deuten aber auf ganz den Palygorskiten analoge Erscheinungen, besonders den unter 3 und 4 angeführten.

Es ist besonders zu betonen, daß die Palygorskite äußerst stabil sind; sie erleiden keine bemerkbaren Umwandlungen auf der Erdoberfläche und sammeln sich in einzelnen Gegenden in großen Massen. Besonders β -Palygorskit bildet ganze Lager in verschiedenen Teilen der Erdkruste, z. B. im mittleren Wolgaberggebiet in Rußland. In dieser Gegend könnte man das Mineral sammeln und verwerten, da es als weiche, geschmeidige Asbestvarietät für Karton, Papier und andere industrielle Zwecke wertvoll erscheinen könnte.

Xylotile.

Unter diesem Namen hat der Autor diejenigen Mineralien zusammengefaßt, die bei einer holzähnlichen oder verworren faserigen Struktur eine Zusammensetzung gleich der der Palygorskite besitzen. Sie unterscheiden sich von den letzteren durch den Gehalt an Eisenoxyd, welches die Stelle der Tonerde in den Palygorskiten einnimmt. Somit wird die Konstitution dieser noch wenig bekannten Gruppe erklärt durch eine Mischung von zwei Silicaten A und B₁. Das Silicat A ist derselbe Parasepiolith, welchen wir als Endglied der vorher besprochenen Reihe bezeichneten. Das Silicat B₁ soll ein Ferrisilicat sein, deren Formel $H_2Fe_2Si_3O_{10} \cdot 2H_2O$ derjenigen des Nontronit ähnlich ist.

Von den theoretisch möglichen Mischungsmitgliedern sind nur einige bekannt, wobei die meisten sich dem α - und β -Pilolithe nähern. Die Zusammensetzung kann aber nicht immer durch kleine ganze Zahlen ausgedrückt werden.

Als typisches Mineral dieser Gruppe kann das bekannte Bergholz von Sterzing in Tirol dienen, dessen Zusammensetzung unten näher angegeben wird.

Von den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Xylotile sind zu erwähnen: Spez. Gew. zirka 2,35, braune oder gelbliche Farbe, leichte Zersetzbarkeit durch Säuren, großer Gehalt an H_2O , Fe_2O_3 und MgO .

Optisch den Palygorskiten ähnlich, jedoch mit ausgesprochenem Pleochroismus in gelben und braunen Tönen und etwas größerer Doppelbrechung.

Genetisch sind die Xylotile den tonerdehaltigen Palygorskiten sehr ähnlich; jedoch werden sie öfters auch in Serpentinegebieten getroffen.

Analysen.

Wir geben eine Zusammenstellung aller bekannten Analysen der Xylotile, darunter auch einiger älteren. Eine theoretische Besprechung dieser Analysen ist noch nicht möglich, da man beträchtliche Schwankungen beobachtet.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
CaO	—	1,78	—	—	—	0,10	2,27
MgO	11,15	10,83	17,22	14,98	19,65	13,29	8,90
FeO	—	—	0,14	0,67	1,45	—	3,73
MnO	4,97	7,44	0,61	Spuren	1,03	—	—
Al ₂ O ₃	3,47	—	Spuren	1,83	1,87	0,04	Spuren
Fe ₂ O ₃	12,91	14,05	10,95	9,67	9,62	17,97*)	17,74
SiO ₂	53,75	52,46	56,04	54,68	50,66	51,06	44,31
H ₂ O unterh. 110° C	—	—	8,43	10,24	8,08	7,41	9,20
H ₂ O oberh. 110° C	14,59	13,39	6,60	7,92	7,64	9,48	12,37
	100,84	99,95	99,99	99,99	100,00	99,35	98,52

1. Stor-Rymningen, Dannemora, Schweden; anal. von A. Erdmann, Dannem. Sernnalmsf. (Stockh. 1851), 56. Ein Umwandlungsprodukt von Aktinolith in metamorphen Gesteinen.

2. Ebendasselbst; anal. von Tr. Wachtmeister bei A. Erdmann, Läröbock Mineral. (Stockh. 1853), 377.

3. Kuttenberg, Böhmen; anal. von A. Fersmann (l. c.). Braune feine Haut als Überzug von Calcitkristallen. Nach Abzug von Kalkspat. Zusammensetzung eines eisenhaltigen β -Pilolith.

4. Kuttenberg, Böhmen; anal. von A. Fersmann (l. c.). Das gleiche Mineral, als Umwandlungsprodukt von faserigem Serpentin. Nach Abzug von Kalkspat.

5. Příbram in Böhmen; anal. von A. Fersmann (l. c.). Gelbliches Gewebe, als Bergschleier bezeichnet. Als Überzug von Kalkspat. Stark mit Calcit gemengt. Auf Hundert umgerechnet nach Abzug von Calcit.

6. Sterzing in Tirol; anal. von Thaulow, Pogg. Ann. 41, 639 (1837). Die Analyse ist umgerechnet worden. *) Fe₂O₃ + FeO.

7. bis 9. Ebendasselbst; anal. von C. R. v. Hauer, mitget. von A. Kennigott, Sitzber. Wiener Ak. 11, 388 (1853). In der ersten Analyse fehlt wahrscheinlich die Bestimmung von CO₂.

	8.	9.	10.	11.	12.
CaO	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	1,61
MgO	11,08	12,37	11,20	12,61	3,99
FeO	3,36	1,87	1,10	1,99	0,83
MnO	—	—	Spuren	Spuren	Spuren
Al ₂ O ₃	Spuren	Spuren	—	0,89	1,98
Fe ₂ O ₃	18,03	16,05	21,52	16,90	29,68
SiO ₂	45,53	47,96	48,44	50,58	45,74
H ₂ O unterh. 110° C . .	7,90	8,13	8,15	10,10	8,84
H ₂ O oberh. 110° C . .	14,11	13,51	9,58	7,52	5,08
	100,01	99,89	99,99	100,59	98,89*)

10. Ebendasselbst; anal. von A. Fersmann (l. c.). Graue holzähnliche Masse.

11. Ebendasselbst; anal. von A. Fersmann (l. c.). Bergholz von grünlicher Farbe mit Kalkspat, Dolomit, Tremolit und Bleiglanz.

12. Clifton-Morenci, Ver. St. Am.; anal. von W. Lindgren u. W. J. Hillebrand, Am. Journ. 18, 455 (1904). Braunes faseriges Mineral, als Morencit beschrieben.

*) Inbegr.: K₂O = 0,20%; Na₂O = 0,10%; FeS₂ = 0,66%; P₂O₅ = 0,18%. Spuren von TiO₂, CuO. Auf Erzlagerstätte im Kalkstein.

Isomorphe Mischungen von Kalium- und Magnesium-Aluminiumsilicaten.

Allgemeines über die Magnesium- und Eisenglimmerreihe.

Von **C. Doelter** (Wien).

Wir haben früher bereits die Glimmerreihe besprochen und diese in Natriumaluminium-, Kalialuminium-, Lithiumaluminium- und Magnesiumaluminiumglimmer, sowie Kalkaluminiumglimmer eingeteilt. Jetzt sind nun die magnesiahaltigen zu betrachten. Da aber die Magnesia stets zum Teil durch Eisenoxydul vertreten wird, so haben wir es, wie bei Chlorit, bei Olivin, Pyroxen, Amphibol und anderen Mineralgruppen der Silicate nie mit reinen Verbindungen, sondern mit isomorphen Mischungen von Silicaten zu tun, in welchen sich Magnesium und Ferroeisen vertreten. Eine Trennung der mehr eisenhaltigen von jenen, in welchen das Magnesium vorwiegt, ist sehr schwierig oder fast unmöglich, so daß ich es vorziehe, auch hier jene Biotite, Phlogopite usw. zu betrachten, bei welchen das Eisen vorwiegt. Strenggenommen wären diese isomorphen Mischungen von Magnesium-Eisensilicaten erst bei Eisen zu betrachten; da jedoch die Magnesiumaluminiumglimmer überwiegen und sie unter Magnesium auch gesucht werden, so mögen sie alle hier behandelt werden, da eine Zerreißung nicht durchführbar ist.

Die sogenannten Magnesiumglimmer sind aber eigentlich Magnesiumkaliumglimmer, da Kalium in allen und oft nicht in unbeträchtlichen Mengen vorkommt. Einige Analysen weisen allerdings kein Kalium auf, was aber vielleicht nur dem Umstande zu verdanken ist, daß unterlassen wurde, das Kalium zu bestimmen. Es gibt sogar unter den Biotiten auch einzelne, welche kein Magnesium enthalten.

Die hierher gehörigen Silicate der Glimmergruppe werden als Biotite, Phlogopite, Meroxene, Lepidomelane und Anomite bezeichnet.

Diese Varietäten unterscheiden sich meistens optisch und durch die Verschiedenheit in der Kohäsion, welche sich in der Verschiedenheit der Schlagfiguren äußert. Auf Grund dieser Verschiedenheiten stellte G. Tschermak zwei Arten von Glimmer auf, solche erster Art und solche zweiter Art.

Auch geringfügige chemische Unterschiede werden bei den genannten Varietäten beobachtet. Wir ziehen hier Biotit, Meroxene, Anomit zusammen und unterscheiden Magnesiumkaliumglimmer, Magnesiumeisenkaliumglimmer, zu welchen namentlich der Lepidomelan gehört.

Die Einteilung folgt namentlich dem Eisenoxydulgehalte. Wir unterscheiden:

1. Magnesiumglimmer, welche fast eisenfrei sind.
2. Magnesiumglimmer mit geringem Gehalt an Eisen und Kalium.
3. Magnesiumfreie Glimmer.
4. Stark eisenhaltige Glimmer.

Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß das Aluminium auch durch Ferrieisen vertreten werden kann, wodurch sich ein zweiter Einteilungsgrund er-

geben würde, da man Glimmer mit geringem Gehalt an Eisenoxyd und solche mit großem Gehalt an Eisenoxyd unterscheiden kann. Es ist aber nicht möglich, nach zwei Prinzipien einzuteilen, so daß wir bei der Anordnung der Analysen vorwiegend auf den Gehalt an Eisenoxydul Rücksicht nehmen müssen.

Manche Analysen zeigen jedoch keine Bestimmung bzw. Trennung der beiden Oxydationsstufen des Eisens, so daß bei diesen unvollständigen Analysen eine genaue Einteilung nicht zugänglich ist.

Endlich haben wir noch die bariumhaltigen Glimmer. Da bei diesen es sich jedoch nicht um solche Glimmer handelt, welche vorwiegend ein Bariumsilicat enthalten, sondern um Glimmer mit einem meistens nur geringfügigen Bariumgehalte, so sollen die bariumhaltigen Biotite hier angereicht werden und nicht bei den Bariumsilicaten behandelt werden.

Biotit (Magnesiumkaliumglimmer).

Monoklin. Prismatisch. $a:b:c = 0,5777:1:2,1932$; $\beta = 95^\circ 2'$.

Synonyma: Meroxen, Anomit, Phlogopit.

Varietäten und Zersetzungsprodukte. Rubellan, Voigtit, Aspidolith, Helvetan, Eukamptit, Hallit, Rastolith, Vermiculit, Culsageeit, Jefferisit, Philadelphit, Siderophyllit, Annit, Manganophyllit, Caswellit, Bastonit, Ganophyllit, Barytglimmer, Alurgit, Pholidolith, Rabenglimmer.

Die folgenden Glimmer enthalten keine oder nur ganz geringfügige Mengen von Magnesia: Rabenglimmer, Pterolith, Haughtonit, Annit, Siderophyllit.

Manganophyllit ist ein Manganglimmer, der Ganophyllit ein zersetzter. Sehr reich an Eisen sind: Philadelphit, Rubellan (zersetzter Biotit), Voigtit, Pseudobiotit (zersetzt), Hydrobiotit (Zersetzungsprodukt), Bastonit.

Natronhaltiger Biotit ist der Aspidolith.

Sehr arm an Tonerde ist der Pholidolith.

Analysenzusammenstellung.

Kalium- und eisenfreier Natriummagnesiumglimmer.

	1.	2.
Na ₂ O	9,13	8,85
MgO	28,74	28,32
Al ₂ O ₃	15,38	15,59
SiO ₂	39,56	39,86
H ₂ O	5,58	5,59
	<hr/>	<hr/>
	98,39	98,21

Die Prüfung auf Eisen, Kali und Fluor ergab negative Resultate.

1. u. 2. Aus Dolomit von Wategama bei Kandy, Eisenbahn nach Mattalé (Ceylon); anal. Ch. Schiffer bei Fr. Grünling, Z. Kryst. **33**, 218 (1900).

Stark lithiumhaltiger Magnesiumglimmer.

	3.
Li ₂ O	5,21
Na ₂ O ¹⁾	4,68
MgO	20,10
CaO	6,76
Al ₂ O ₃	12,66
SiO ₂	42,40
Glühverl.	6,82
	98,63

3. Aus Gips- und Anhydritgestein und auch aus Dolomit von Oulx bei Beaume (Valle della Dora Riparia); anal. L. Colomba, Atti R. Acc. sc. Torino **32**, 15. Mai (1898); N. JB. Min. etc. 1900, I, 27.

Dieser Glimmer nimmt eine Ausnahmestellung ein, da er ganz eisenfrei ist und wenig Kali enthält. Natron ist mehr vorhanden als Kali.

Biotite, welche fast eisenfrei sind.

Trotzdem fast kein Eisen vorhanden ist, zeigen die Analysen untereinander große Abweichungen im Tonerde- und Kaliumgehalt.

	4.	5.	6.	7.	8.
δ	2,791	2,793	—	—	—
Li ₂ O	—	—	—	0,08	—
Na ₂ O	0,63	4,94	4,39	0,38	—
K ₂ O	10,56	7,23	6,07	8,40	10,36
MgO	28,10	29,55	30,25	28,90	14,27
FeO	—	—	—	0,31	—
Al ₂ O ₃	17,36	16,45	16,08	10,87	26,38
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	Spur
SiO ₂	40,15	40,36	40,36	44,81	40,72
H ₂ O	4,20	0,95	2,65	6,38	0,78
F	—	—	—	—	7,63
	101,00	99,48	99,80	100,13	100,14

- 4. bis 6. Von Edwards (New York); anal. Crawe, Am. Journ. **10**, 383 (1850).
- 7. Von ebenda; anal. E. S. Sperry, Am. Journ. **36**, 330 (1888). Vgl. auch bei G. Tschermak die Analysen von demselben Fundort Nr. 18 u. 19.
- 8. Blasser Biotit aus Kalk von Hagkala (Ceylon); anal. A. K. Coomára-Swámy, Quart. Journ. geol. Soc. **56**, 590 (1900); Z. Kryst. **16**, 88 (1902).

Diese Analyse weicht von den übrigen bedeutend ab, namentlich der Tonerdegehalt ist abnorm hoch, der Magnesiumgehalt ungewöhnlich niedrig, so daß eine andere Formel als die gewöhnliche resultieren würde; immerhin ist ein Zweifel an der Richtigkeit der Analysenzahlen möglich.

¹⁾ Mit K₂O.

Phlogopite.*Mit wenig Eisenoxydul und Eisenoxyd.*

	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Li ₂ O	0,07	—	Spur	—	—	—	—
Na ₂ O	0,45	0,60	0,44	0,62	1,38	0,64	0,36
K ₂ O	8,52	9,97	10,70	9,84	2,78	2,06	6,08
MgO	29,38	26,49	22,40	26,85	29,26	25,44	29,82
CaO	—	—	0,20	0,28	1,44	5,24	—
FeO	0,14	0,20	0,90	0,80	2,30	1,68	2,68
SrO	—	—	Spur	—	—	—	—
BaO	—	0,62	1,00	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	11,25	17,00	12,18	15,92	18,14	15,70	11,12
Cr ₂ O ₃	—	—	0,73	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—	0,27	2,73	0,71	—	—	—
SiO ₂	45,05	39,66	42,56	39,38	32,52	39,14	41,82
TiO ₂	—	0,56	2,09	—	—	—	—
F	—	2,24	2,46	0,62	—	—	—
CO ₂	—	—	—	0,30	1,80	—	—
P ₂ O ₅	—	Spur	0,06	—	—	—	—
H ₂ O bei 105° .	5,37	0,66	—	0,38	0,76	1,10	0,94
H ₂ O über 105°	—	2,33	2,35	4,69	10,12	9,10	7,10
	100,23	100,60	100,80	100,39	100,50	100,10	99,92
ab O=F ₂ . . .		0,94	1,03	0,26			
		99,66	99,77	100,13			

9. Von Edwards, St. Lawrence Co. (New York); anal. E. A. Schneider, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 78; auch bei F. W. Clarke, ebenda Nr. 419, 289 (1910).

10. Von Burgess (Canada); anal. wie oben.

11. Isoliert aus Wyomingitgestein von Leucit-Hills, Wyoming; anal. W. F. Hillebrand, Am. Journ. [4] 4, 115; siehe auch F. W. Clarke, l. c.

12. Aus Serpentin, Montville (N. Jersey); anal. Charles Catlett bei F. W. Clarke, wie Analyse 9.

13. Gelblich, von ebenda; anal. wie oben.

14. Weiß, von ebenda; anal. wie oben.

15. Weiß, von Easton (Penns.); anal. Ch. Catlett, wie oben.

	16.	17.
Li ₂ O	—	0,53
Na ₂ O	—	0,39
K ₂ O	—	8,73
MgO	33,722	27,47
CaO	0,003	—
Al ₂ O ₃	10,64	13,43
Fe ₂ O ₃	2,204	1,51
SiO ₂	46,072	43,17
H ₂ O	2,853	0,40
F	—	5,41
	95,494 ¹⁾	101,04

¹⁾ Alkalien nicht bestimmt.

16. Phlogopit aus Dolomit von Powjenez (Rußl.); anal. P. Borissow, Tr. Soc. natur. St. Pétersb. **40**, 23 (1909); N. JB. Min. etc. 1912, I, 396.

17. Von Rossie (N. York); anal. C. F. Rammelsberg, Miner.-Chem. Erg.-Heft I, 116 (1886).

	18.	19.	20.	21.	22.	23.
δ	—	2,959	2,8672	2,742	—	—
Na ₂ O	2,58	1,16	0,83	—	0,65	—
K ₂ O	7,07	8,16	8,92	8,68	9,70	9,35
MgO	27,97	27,97	27,62	27,23	28,79	25,39
FeO	0,77	0,69	0,49	1,52	—	1,88
BaO	2,46	2,54	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	15,14	14,11	12,74	15,64	15,35	16,86
Fe ₂ O ₃	2,20	2,28	1,31	0,23	1,77	2,23
SiO ₂	40,34	40,64	42,55	42,26	41,30	41,70
H ₂ O	3,21	3,21	1,18	2,91	0,28	1,14
F	0,82	0,82	4,59	2,19	3,30	0,53
	102,56	101,58	100,23	100,66	101,14	99,08

18. u. 19. Beide lichtbraun, von Edwards (N. York); anal. F. Berwerth bei G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 144 (1879).

20. Pargasit von Pargas, gelbgrün; anal. C. F. Rammelsberg, Miner.-Chem. Erg.-Heft 1, 117 (1886).

21. Phlogopit von Ratnapura (Ceylon), blaßgelb; anal. A. Popovits, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 241.

22. Von Jefferson Co.; anal. Meitzendorf, Pogg. Ann. **58**, 157 (1843).

23. Vom Monzoni; anal. C. F. Rammelsberg, Mon.-Ber. Berliner Ak. 1889, 26.

	24.	25.	26.	27.	28.	29.
δ	—	—	—	—	—	2,76
Na ₂ O	—	0,30	—	2,16	1,30	0,35
K ₂ O	9,37	10,32	7,55	7,06	8,06	9,13
MgO	27,12	27,70	25,97	27,86	27,20	27,88
CaO	0,34	—	—	—	—	—
MnO	0,55	—	—	—	—	0,08
FeO	2,12	—	—	1,44	1,35	0,67
Al ₂ O ₃	13,47	13,27	16,05	12,12	13,76	17,80
Fe ₂ O ₃	—	1,71	4,93	1,40	0,16	1,05
SiO ₂	41,96	43,00	42,01	44,29	43,43	39,94
TiO ₂	—	—	—	—	—	0,16
F	2,93	5,67	—	1,94	4,21	0,86
H ₂ O	0,60	0,38	0,68	2,09	0,92	2,13
	98,66	102,35	97,19	100,36	100,39	100,05
ab O=F ₂						0,36
						99,69

24. Von Gouverneur (N. York); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 758 (1862).

25. Von ebenda; anal. Derselbe, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 1886, 116.

26. Vom Baikalsee; anal. G. Rose, Gilberts Ann. **71**, 13 (1822).
 27. Von Pennville (Penns.); anal. F. Neminar, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 241.
 28. Von Pargas; anal. E. Ludwig, Tsch. min. Mit. Beil. k. k. geol. R.A. 1874, 240.
 29. Hellbrauner Phlogopit, Adamsgrube, Portland Township, Ottawa Co. (Canada); anal. J. E. Egleson, Tr. R. Soc. Canada 10. Sept. II, 57 (1904), nach Z. Kryst. **42**, 388 (1907).

Kalium-Magnesiumglimmer ohne Eisenoxydulgehalt und mit merklichem Gehalt an Eisenoxyd.

	30.	31.	32.	33.
δ	—	—	—	—
Na ₂ O	1,01	—	1,12	—
K ₂ O	8,95	10,83	9,11	10,20
MgO	23,85	21,54	23,69	23,40
Al ₂ O ₃	17,35	16,16	14,99	15,11
Fe ₂ O ₃	5,40	7,50	7,68	7,99
SiO ₂	39,62	40,00	39,88	39,51
TiO ₂	—	0,40	—	—
Cl	0,27	—	0,45	0,44
F	1,20	0,53	0,95	0,95
H ₂ O	1,41	3,00	1,30	1,35
	99,06	99,96	99,17	98,95

30. Von Putnam Co. (N. York); anal. L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. **16**, 45 (1853).

31. Anomit von Greenwood Furnace (N. York); anal. F. v. Kobell, Karstens Archiv Nat. **12**, 29.

32. u. 33. Beide von ebenda; anal. L. Smith u. G. J. Brush, wie oben.

Magnesiumglimmer mit sehr viel Eisenoxyd und geringem Gehalt an Eisenoxydul.

Rubellan.

	34.	35.	36.	37.	38.	39.
Na ₂ O	1,25	1,38	1,58	1,42	0,39	0,38
K ₂ O	1,87	1,59	1,66	1,60	1,88	2,01
MgO	11,18	11,31	11,75	11,97	11,78	11,53
FeO	3,24	3,24	1,81	1,50	1,19	1,19
Al ₂ O ₃	14,88	15,34	18,17	17,94	17,11	17,02
Fe ₂ O ₃	28,04	27,69	22,19	22,81	25,83	25,96
SiO ₂	36,25	35,90	36,99	36,97	36,63	37,09
TiO ₂	0,88	0,65	0,61	0,80	1,08	1,24
F	—	—	1,32	—	1,19	—
H ₂ O	3,29	3,31	3,59	3,61	4,51	4,66
	100,88	100,41	99,67	98,62	101,59	101,08

34. bis 39. Rubellan vom Laacher See; anal. M. U. Hollrung, Tsch. min. Mit. **5**, 324 (1883).

Der Rubellan ist ein Umwandlungsprodukt.

	40.	41.	42.	43.	44.
δ	3,127	—	—	—	—
Na ₂ O	1,40	—	0,48	0,47	2,16
K ₂ O	6,05	8,65	9,00	9,30	2,25
MgO	4,70	5,00	4,29	7,25	7,85
CaO	2,58	0,50	0,58	4,48	2,22
MnO	1,09	1,50	0,40	1,00	—
FeO	—	0,64	0,62	0,96	1,71
Al ₂ O ₃	13,92	15,95	19,40	12,25	15,53
Fe ₂ O ₃	26,90	27,19	26,31	23,55	22,73
SiO ₂	41,22	36,20	36,16	39,70	38,45
F	1,58	—	—	—	—
H ₂ O	0,90	3,90	2,40	1,00	7,20
	100,34	99,69	99,64	99,96	100,10

40. Aus Protogin, Mer de Glace (Montblanc); anal. A. Delesse, Ann. chim. phys. 2, 14 (1849).

41. Aus Granit von Ballygihen, Donegal Co. (Irland); anal. S. Haughton, Quart. Journ. geol. Soc. 15, 129 (1860).

42. Glenveagh, Donegal Co. (Irland); anal. wie oben.

Ähnlich sind auch der Pterolith S. 717 und der Lepidomelan von Persberg Anal. 117 u. 176.

43. Von Jonesed, Donegal Co.; anal. wie Analyse 41.

44. Schmutzigbrauner Glimmer von Kai (Japan); anal. Hida bei Kotora Jimbo, wie oben.

Magnesiumglimmer mit 2—5% FeO und A mit viel Fe₂O₃.

	45.	46.	47.	48.
δ	2,845	2,965	2,80	
Na ₂ O	1,16	2,15	0,77	0,90
K ₂ O	4,02	7,57	6,75	6,81
MgO	4,83	14,66	11,40	11,56
CaO	1,63	1,08	1,03	1,46
MnO	0,15	0,62	—	0,50
FeO	2,01	2,67	2,04	2,18
CuO	—	—	—	0,08
NiO(CoO)	—	—	—	0,06
Al ₂ O ₃	13,17	12,41	14,78	15,77
Fe ₂ O ₃	26,07	13,47	20,30	19,46
SiO ₂	33,03	40,08	38,79	35,73
TiO ₂	—	—	—	1,03
H ₂ O	13,88	5,29	4,27	4,34
P ₂ O ₅	—	—	—	0,11
	99,95	100,00	100,13	100,36 ¹⁾

45. Von Deskery (Schottl.); anal. F. Heddle, Tr. R. Soc. Edinbg. 29, (1879); Z. Kryst. 5, 626 (1881).

46. Von Ben Breck Tongue; anal. wie oben.

47. Philadelphit von Philadelphia; anal. R. Haines bei H. Carvill Lewis, Proc. Acad. Nat. sc. Philad. Dez. 1879; Z. Kryst. 5, 512 (1881).

48. Von ebenda; anal. H. Carvill Lewis, wie oben.

¹⁾ Außerdem 0,37% V₂O₃.

	49.	50.	51.	52.
δ	2,95	—	2,870	2,761
Li ₂ O	—	0,61	—	Spur
Na ₂ O	0,96	—	1,47	0,45
K ₂ O	7,76	8,91	8,57	10,73
MgO	25,08	23,73	23,91	23,83
CaO	—	Spur	—	1,02
MnO	0,40	Spur	—	Spur
FeO	3,93	3,70	4,88	2,61
BaO	—	0,19	—	—
Al ₂ O ₃	13,29	22,20	17,28	12,67
Cr ₂ O ₃	—	0,79	—	—
Fe ₂ O ₃	5,50	1,45	0,72	2,53
SiO ₂	39,18	42,09	40,00	39,63
TiO ₂	0,26	2,85	—	1,04
F	2,84	2,39	1,57	0,05
H ₂ O bei 110°	—	—	—	0,28
H ₂ O	1,83	1,81	1,37	2,88
	101,03	100,72	99,77	100,19*)
ab O = F ₂	1,18	1,00		
	99,85	99,72		

49. Bräunlichschwarzer Biotit von der Mac Farlane Biotitgrube, Wakefield, Ottawa Co. (Canada); anal. J. E. Egleson, Tr. R. Soc. Can. **10**, III, 57 (1904); nach Z. Kryst. **42**, 388 (1907).

50. Phlogopit aus Fortunit, Fortuna, Murcia; anal. A. Osann, Rosenbusch-Festschrift, (Stuttgart 1906).

51. Vom Baikalsee; anal. C. v. John, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 242.

52. Braun, von der De Beers Grube; anal. Percy A. Wagner, Diamantführ. Gesteine S.-Afrikas (Berlin 1909), 35. *) Unbestimmter Glühverlust 2,47%.

	53.	54.	55.	56.	57.	58.
δ	—	—	—	2,811	—	2,75
Li ₂ O	0,22	—	—	—	—	—
Na ₂ O	1,28	2,98	1,22	1,05	4,7	0,37
K ₂ O	7,94	8,75	4,13	3,53	6,8	7,64
MgO	19,03	19,50	22,53	22,34	21,7	26,15
CaO	1,63	0,41	3,38	3,46	3,0	—
FeO	3,48	4,10	4,89	4,81	4,7	4,12
Al ₂ O ₃	12,37	17,93	13,45	13,83	9,3	15,79
Mn ₂ O ₃	1,67	—	—	—	—	—
Cr ₂ O ₃	—	—	0,14	0,19	—	—
Fe ₂ O ₃	6,03	3,97	8,07	8,30	7,6	2,53
SiO ₂	41,20	36,48	39,54	41,22	36,2	40,16
TiO ₂	—	3,84	—	—	—	—
F	1,06	—	—	—	—	—
H ₂ O	2,90	1,69	1,50	1,27	7,3	3,58
	98,81	99,65 ¹⁾	98,85	100,00	101,3	100,34

¹⁾ Enthält auch SnO₂ 0,02%; Sb₂O₃ 0,01%; CuO 0,12%; CoO 0,01%; PbO 0,07%.

53. Aus Minette (Vogesen); anal. A. Delesse, C. R. **44**, 766 (1857).
 54. Aus Basalt der Struth bei Aschaffenburg; anal. Niemeyer bei F. Sandberger, Unters. über Erzgänge (Wiesbaden 1885), Heft 2, 159; Z. Kryst. **13**, 411 (1888).¹⁾
 55. u. 56. Aus Glimmerdiorit von Christianberg (Böhmerwald); anal. G. Starkl, J. k. k. geol. R.A. 1883, 635.
 57. Hydrobiotit von Krems (Kremže), Böhmen; anal. A. Schrauf, Z. Kryst. **6**, 382 (1882).
 58. Von Moravicza (Banat); anal. J. Rumpf, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1874, 177; G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 122 (1879).

Magnesiaglimmer mit 3—5% FeO und viel Eisenoxyd.

	59.
Na ₂ O	1,87
K ₂ O	1,59
MgO	14,07
CaO	1,31
FeO	4,30
Al ₂ O ₃	16,83
Fe ₂ O ₃	16,60
SiO ₂	41,72
F	0,96
H ₂ O	1,23
	100,48

59. Aus Gestein des Berges Raswalka bei Pjatigorsk (Rußl.); anal. N. A. Orlow, Ann. géol. u. min. d. Russie **13**, 21 (1911); Z. Kryst. **55**, 165 (1915).

	60.	61.	62.	63.	64.	65.
δ	2,971	2,928	—	—	—	—
Na ₂ O	1,80	0,22	0,74	0,35	0,74	0,89
K ₂ O	7,13	3,07	6,18	9,45	3,90	1,96
MgO	13,00	7,96	6,14	3,07	7,03	1,08
CaO	1,03	0,95	2,70	0,61	0,45	0,81
MnO	3,15	—	1,28	1,95	1,20	0,34
FeO	3,03	3,73	3,96	3,55	4,04	3,01
Al ₂ O ₃	12,11	20,04	21,52	17,08	19,68	17,95
Fe ₂ O ₃	14,53	20,01	10,72	23,70	23,35	31,25
SiO ₂	40,38	36,91	44,40	35,55	31,60	34,63
F	—	—	—	—	—	0,54
H ₂ O	3,57	6,98	1,20	4,30	8,68	7,82
	99,73	99,87	98,84	99,61	100,67	100,28
					ab O=F ₂	0,22
						100,06

60. Aus Gneis, von Lock Shin (Sutherland); anal. F. Heddle, Tr. R. Soc. **29**, (1879); Z. Kryst. **5**, 629 (1881).

61. Bastonit aus einem Quarzgang von Libramont (Belgien); anal. C. Klement, Tsch. min. Mit. **8**, 21 (1887).

62. Aus Donegalgranit, von Garvarry Wood (Irland); anal. S. Haughton, Quart. J. geol. Soc. **15**, 129 (1860).

63. Aus Donegalgranit, von Ballyelin, Carlow Co.; anal. wie oben.

64. Aus Donegalgranit, von Castlecaldwell; anal. wie oben.

65. Umgewandelter Lepidomelan, von Pikes Peak (Color.); anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 290 (1910).

Die Zersetzung scheint hauptsächlich sich auf die Oxydierung des Eisenoxyduls zu beschränken, da die übrigen Bestandteile wenig verändert sind. Vgl. Analyse Nr. 116.

Magnesiumglimmer mit 5—7^o/₁₀ Eisenoxydul.

A. Mit wenig Eisenoxyd.

	66.	67.	68.	69.	70.
δ	—	2,846	2,88	2,85	—
Li ₂ O	—	—	—	—	Spur
Na ₂ O	0,90	1,55	—	0,48	0,78
K ₂ O	5,22	9,01	8,89	6,50	8,14
MgO	21,15	21,08	18,74	20,92	19,61
CaO	1,55	—	1,86	2,20	0,28
MnO	—	—	—	0,62	0,17
FeO	—	5,92	5,25	6,73	5,17
NiO	—	—	—	—	0,34
BaO	—	—	—	—	0,09
Al ₂ O ₃	19,09	16,47	16,26	16,68	20,49
Fe ₂ O ₃	7,96	2,16	7,40	0,65	3,29
SiO ₂	40,21	40,81	38,72	39,77	36,12
TiO ₂	—	—	0,75	—	1,18
F	—	—	—	—	0,60
H ₂ O	2,89	2,19	2,60	5,40	2,40 ¹⁾
	98,97	99,19	100,47	99,95	98,66
				ab O = F ₂	0,26
					98,40

66. Von Greenwood Furnace (N. York), Anomit; anal. C. v. Hauer, Sitzber. Wiener Ak. **12**, 492.

67. Von ebenda; anal. P. v. Hamm, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1873, 32.

68. Aus Kersantit von Schmiedebach (Sachsen); anal. R. Pöhlmann, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **3**, 91 (1885).

69. Von Skiness, braun, Sutherland (Schottl.); anal. F. Heddle, Tr. R. Soc. **29**, (1879); Z. Kryst. **5**, 629 (1881).

70. Bronzefarbiger Biotit, Laurel Creek, Korund Mine, Rabun Co. (Georgia); anal. E. A. Schneider bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 288 (1910).

	71.
δ	2,992
Na ₂ O	1,56
K ₂ O	9,35
MgO	15,12
CaO	0,68
FeO	5,93
Al ₂ O ₃	14,89
Fe ₂ O ₃	7,25
SiO ₂	36,12
TiO ₂	7,68
H ₂ O	1,05 ²⁾
	100,08

¹⁾ Davon entweichen 1,58% bei 105°.

²⁾ 0,45% hygroskopisches Wasser.

71. Aus Glimmerperidotit des Kalten Tales bei Harzburg; nach H. Rosenbusch, Gesteinsl. (Stuttgart 1910), 212.

B. Mit viel Eisenoxyd.

	72.	73.	74.
Na ₂ O	—	0,92	1,14
K ₂ O	6,06	8,77	6,15
MgO	9,65	7,44	14,25
CaO	1,75	1,11	2,10
MnO	—	1,80	—
FeO	6,95	6,76	5,92
Al ₂ O ₃	15,00	16,50	14,15
Fe ₂ O ₃	16,29	18,49	9,05
SiO ₂	36,89	36,50	44,13
TiO ₂	3,16	—	—
H ₂ O	4,40	1,60	1,51
F	—	—	0,55
	100,15	99,89	98,95

72. Aus Gneis von Freiberg; anal. Rube bei Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 60 (1862)

73. Aus Granit von Aberdeen; anal. S. Haughton, Proc. Roy. Soc. **18**, 351.

74. Von Solotoj Kurgan bei Pjatigorsk; anal. N. A. Orlow, Ann. géol. et min. de Russie **13**, 21 (1911); Z. Kryst. **55**, 163 (1915).

Magnesiumglimmer mit 7—10% Eisenoxydul.

A. Mit viel Eisenoxyd.

	75.	76.	77.	78.
δ	—	—	—	3,058
Na ₂ O	0,10	2,13	3,00	0,93
K ₂ O	9,00	9,03	0,83	8,22
MgO	4,46	4,05	10,15	8,44
CaO	0,56	0,78	0,45	0,96
MnO	1,70	2,41	0,20	0,09
FeO	7,74	7,47	9,95	9,14
Al ₂ O ₃	20,80	6,84	17,87	14,37
Fe ₂ O ₃	19,70	24,89	12,93	16,37
SiO ₂	35,50	39,05 ¹⁾	37,50	34,98
TiO ₂	—	—	3,06	3,48
H ₂ O	0,25	2,27	3,48	2,10
	99,81	98,92	99,42	99,08

75. Aus Granit von Canton (Irl.); anal. S. Haughton, Quart. Journ. geol. Soc. **15**, 129 (1860).

76. Von Barkevik (Norw.); anal. G. Flink, Z. Kryst. **16**, 191 (1890).

77. Aus Gneis von Freiberg; anal. Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 60 (1862).

78. Aus Tonalit, Lana bei Meran; nach H. Rosenbusch, Gesteinsl. (Stuttgart 1910), 160. Summe dort unrichtig.

¹⁾ Davon nach W. B. Riggs 11,02% TiO₂.

	79.	80.	81.
δ	—	—	3,165
Na ₂ O	0,42	1,56	2,46
K ₂ O	5,58	7,13	7,78
MgO	9,52	9,48	3,00
CaO	0,88	0,72	—
MnO	0,42	Spur	5,04
FeO	10,01	8,10	8,51
Al ₂ O ₃	15,58	22,41	11,70
Fe ₂ O ₃	15,67	12,66	24,60
SiO ₂	34,28	34,38	33,26
TiO ₂	4,04	1,88	—
H ₂ O	2,75	2,02	2,50
Rückstand . .	0,26	—	—
	99,41	100,34	98,85

79. Aus Himmelsfürster Gneis (Freiberg); anal. Schulze bei A. W. Stelzner, Z. prakt. Geol. 1896, 377.

80. Aus Wegefahrter Gneis (Freiberg); anal. wie oben.

81. Lepidomelan aus Mariupolit von Mariupol (Rußland); anal. J. Morozewicz, Verh. d. k. russ. Ges. 1901, 39; Z. Kryst. 37, 492 (1903).

B. Mit wenig Eisenoxyd.

	82.	83.	84.	85.	86.
δ	2,85		—	—	—
Na ₂ O	0,49	—	0,40	—	1,08
K ₂ O	7,79	9,96	10,28	7,00	8,58
MgO	21,89	19,04	20,28	16,81	10,61
CaO	0,82	0,30	—	2,71	1,52
MnO	0,59	—	1,00	—	0,66
FeO	7,86	7,03	7,92	8,32	9,96
Al ₂ O ₃	16,95	17,79	14,53	15,26	19,00
Fe ₂ O ₃	0,48	3,00	4,58	5,11	6,37
SiO ₂	39,30	40,91	38,89	36,61	(38,66) ¹⁾
TiO ₂	—	—	—	3,16	1,05
F.	0,89	—	1,49	0,20	0,66
H ₂ O	4,02	—	0,94	4,95	1,85
	101,08	98,03	100,31	100,13	100,00

82. Vom Vesuv; anal. F. Berwerth, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 112.

83. Von ebenda; anal. Chodnew, Pogg. Ann. 61, 381 (1844).

84. Von Arendal; anal. C. F. Rammelsberg, Sitzber. Berliner Ak. 1889, 43.

85. Aus Minette, von Weiler (Elsaß); anal. G. Linck, Z. Kryst. 11, 63 (1886).

86. Haughtonit von Noyang (Austr.); nach. H. Rosenbusch, Elemente 160.

¹⁾ Aus der Differenz bestimmt.

	87.	88.	89.	90.	91.
Na ₂ O	1,80	2,60	1,63	0,62	2,60
K ₂ O	7,11	7,99	7,08	9,37	6,54
MgO	19,87	20,48	6,17	18,46	20,52
CaO	—	—	0,93	1,40	—
MnO	—	—	0,67	0,75	—
FeO	7,73	8,10	9,80	10,23	7,04
Al ₂ O ₃	15,40	14,26	25,10	15,04	17,92
Fe ₂ O ₃	5,26	4,01	6,51	0,24	2,83
SiO ₂	40,38	39,66	39,00	39,50	36,42
TiO ₂	—	—	—	—	3,99
H ₂ O	1,68	2,04	3,47	3,21	2,50
F	—	—	—	0,73	—
	99,23	99,14	100,36	99,55	100,36

87. Dunkler Biotit aus Granitit des Riesengebirges von der Schneekoppe; anal. W. Herz bei L. Milch, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 12, 146 (1898).

88. Aus basischer Schliere des Granitits von Arnsdorf (Riesengeb.); anal. wie oben.

89. Lepidomelan von Clashnaree in Clova (Aberdeensh.); anal. F. Heddle, Tr. Roy. Soc. Edinb. 1879, 29; Z. Kryst. 5, 629 (1881). Abnormer Tonerdegehalt.

90. Aus Kalkstein, Bronzefarben von Laggan Inn (Invernessshire); anal. F. Heddle, wie Analyse Nr. 91.

91. Schwarzbraun, aus Basalt, von Oberbergen (Kaiserstuhl); anal. A. Knop, Z. Kryst. 12, 595 (1887).

Magnesiumglimmer mit 11—14^o/_o Eisenoxyd.

A. Mit viel Eisenoxyd.

	92.	93.	94.	95.	96.	97.
Na ₂ O	1,05	1,93	} 8,30	2,14	0,56	0,3
K ₂ O	3,52	9,18		7,93	7,76	3,4
MgO	6,23	10,86	6,15	10,31	8,67	6,1
CaO	2,43	3,02	0,80	1,81	—	0,8
MnO	—	—	—	1,38	1,08	1,3 ¹⁾
FeO	11,88	12,11	12,60	13,47	11,02	12,5
Al ₂ O ₃	21,42	18,01	16,65	14,84	16,39	21,1
Mn ₂ O ₃	—	—	1,50	—	—	—
Fe ₂ O ₃	9,46	9,24	12,10	10,96	14,55	13,0
SiO ₂	37,60	35,50	36,65	34,15	35,78	36,5
TiO ₂	0,46	—	0,50	—	—	0,2
F	0,39	—	—	—	—	—
H ₂ O	5,48	—	2,90	2,80	4,48	2,9
P ₂ O ₅	—	—	0,70	—	—	0,5
	99,92	99,85	98,85	99,79	100,29	98,6

92. Von Badenweiler (Baden); anal. A. Wollemann, Z. Kryst. 14, 625 (1888).

93. Aus Granit von Triberg (Baden); anal. C. Hebenstreit, Z. Kryst. 2, 102 (1878).

94. Aus Biotitprotogin vom Nünistock (Aarmassiv); anal. J. Königsberger, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 14, 55 (1901).

95. Houghtonit von Cape Wrath (Sutherland, Schottl.); anal. F. Heddle, Tr. R. Soc. Edinb. 29 (1879); Z. Kryst. 5, 629 (1881).

¹⁾ Mn₂O₃.

96. Von Baltimore (Maryl.); anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 290 (1910).

97. Lepidomelan aus Protogin, Göschener Tal (Schweiz); J. Königsberger von Anal. 96, Gesteinsl. (Stuttgart 1910), 83.

	98.	99.
Na ₂ O	1,44	1,45
K ₂ O	6,54	4,33
MgO	10,21	11,64
CaO	1,33	0,28
MnO	—	0,78
FeO	13,54	13,60
BaO	0,21	0,23
Al ₂ O ₃	8,00	18,45
Fe ₂ O ₃	11,76	9,03
SiO ₂	44,81	33,14
H ₂ O	1,25	8,04
F	0,64	—
	99,73	100,97 ¹⁾

98. Vom Berg Schelesnaja, bei Pjatigorsk (Kaukasus); anal. N. A. Orlow, Ann. géol. et min. de Russie **13**, 21 (1911); Z. Kryst. **55**, 163 (1915).

99. Von Silberberg bei Bodenmais, aus Cordieritgneis; anal. J. Thiel, Inaug.-Diss. (Erlangen 1891); Z. Kryst. **23**, 296 (1894).

B. Mit wenig Fe₂O₃.

	100.	101.	102.	103.	104.	105.
δ	—	3,102	3,115	—	3,015	3,0289
Li ₂ O	—	—	—	—	—	0,09
Na ₂ O	1,01	0,94	1,43	0,50	1,16	1,22
K ₂ O	6,89	8,66	8,22	7,72	5,70	7,82
MgO	4,66	14,68	13,11	12,70	13,21	11,90
CaO	0,22	—	—	0,95	2,07	2,30
MnO	0,54	—	—	0,74	1,59	0,60
FeO	12,89	11,64	11,09	13,67	13,59	12,86
BaO	—	1,52	1,99	0,26	—	—
Al ₂ O ₃	27,50	12,91	14,71	15,24	17,78	15,29
Fe ₂ O ₃	3,04	0,88	1,01	4,69	5,78	5,98
SiO ₂	39,16	37,47	35,64	35,62	34,14	35,80
TiO ₂	0,56	10,86	12,02	2,61	—	3,68
F	3,03	—	—	—	—	—
H ₂ O	1,59	1,80	1,06	5,30	4,50	3,00 ²⁾
	101,09	101,36	100,28	100,00	99,52	100,54
ab O = F ₂	1,27					
	99,82					

100. Schwarzer Biotit, Sebastopol, Renfrew Co., Ontario (Can.); anal. J. E. Egleson, Tr. R. Soc. Can. **10**, III, 57 (1904); Z. Kryst. **42**, 388 (1907).

101 bis 102. Beide aus Shonkinit vom Katzenbuckel (Odenw.). Beide sind durch außergewöhnlichen Titandioxyd Gehalt ausgezeichnet; nach H. Rosenbusch, Gesteinsl. (Stuttgart 1910), 201.

¹⁾ Enthält auch As, Sb, Bi, Cu, Pb.

²⁾ Davon 0,14% unter 105°.

103. Aus Quarzdiorit von Blood's Station, Alpine Co., Sierra Nevada (U.S. Amerika); anal. W. Valentine bei H. W. Turner, Am. Journ. [4] 7, 294 (1899).

104. Aus Amphibolgranitit von der Struth (Thüringen); anal. J. Fromme, Sitzber. phys.-med. Soc. Erlangen 25, 27 (1893); Z. Kryst. 25, 616 (1896).

105. Aus Gneis, Czuba Goryzkova (Tatra); anal. W. Parlica, Abh. Krakauer Ak. 54, (1915).

	106.	107.	108.	109.	110.	111.
Li ₂ O	—	—	—	1,18	—	2,867
Na ₂ O	2,11	2,84	—	1,13	0,14	0,13
K ₂ O	8,43	5,97	7,59	9,64	8,69	8,92
MgO	18,32	10,61	11,16	—	11,30	17,54
CaO	0,10	0,24	0,52	—	—	1,16
MnO	0,24	0,65	—	—	—	—
FeO	11,58	12,41	13,72	11,87	13,67	12,95
Al ₂ O ₃	14,19	18,41	18,09	23,43	15,44	17,66
Fe ₂ O ₃	2,59	4,38	8,70	7,65	9,37	0,25
SiO ₂	39,80	36,74	36,17	39,94	39,01	38,69
TiO ₂	—	3,08	—	0,20	—	—
F	0,56	Spur	0,36	2,43	1,29	0,52
H ₂ O	2,52	3,52	2,28	2,64	2,93	2,14
	100,44	98,85	98,59	100,11	101,84	99,96

106. Aus Hornblendegneis von Hillswick (Schottl.); anal. F. Heddle, Tr. R. Soc. Edinb. 29, (1879); Z. Kryst. 5, 629 (1881).

107. Aus dem Gneis von Großbrückerswalde (Sachsen); anal. Niemeyer bei Fr. Sandberger, Z. Kryst. 13, 409 (1888).

Enthält auch Bor, Arsen, Zinn, Kupfer.

108. Aus Gabbro, Radautal (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1862, 952.

109. Von Brancheville (Conn.); anal. C. F. Rammelsberg, N. JB. Min. etc. 1885, II, 228.

110. Von Hitterö; anal. C. F. Rammelsberg, Mon.-Ber. Berliner Ak. 1889, 31.

111. Aus Kalk von Milltown, Glen Urquhart (Schottl.); anal. F. Heddle, wie oben.

	112.
Li ₂ O	Spur
Na ₂ O	0,70
K ₂ O	10,12
MgO	17,20
CaO	0,57
MnO	0,62
FeO	12,60
Al ₂ O ₃	10,97
Fe ₂ O ₃	4,97
SiO ₂	38,52
TiO ₂	1,38
H ₂ O	0,40
F	2,34
	100,39
ab O = F ₂	0,98
	99,41

112. Lepidomelan aus dem Ilmengegeb. (Ural); anal. D. Beljankin, Ber. polyt. Instit. St. Petersburg 12, 135 (1909).

*Magnesiumglimmer mit 14—18% Eisenoxydul.**A. Mit viel Eisenoxyd.*

	113.	114.	115.	116.
δ	—	—	—	3,07
Na ₂ O	0,55	1,55	0,70	1,43
K ₂ O	7,41	8,12	6,40	6,50
MgO	9,77	1,01	—	1,34
CaO	2,97	—	0,89	0,48
MnO	—	1,42	1,02	0,91
FeO	14,89	14,10	13,11	14,17
Al ₂ O ₃	14,22	18,52	17,47	16,53
Fe ₂ O ₃	14,64	19,49	24,22	20,15
SiO ₂	31,91	32,09	32,35	34,21
F	0,66	—	—	0,08
H ₂ O	0,97	4,62	4,67	4,54
	100,45*)	100,92	100,83	100,34

113. Aus Miascit von Miasc (Ural); anal. W. B. Schmidt, Tsch. min. Mit. **4**, 15 (1882). *) Auch 2,46% TiO₂.

114. u. 115. Von Litchfield (Maine); anal. F. W. Clarke, Am. Journ. **31**, 262 (1886).

116. Syderophillit von Pikes Peak (Color.); anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 290 (1910).

B. Mit wenig Eisenoxyd.

	117.	118.	119.	120.	121.	122.	123.
δ	—	3,05	—	3,03	—	—	—
Na ₂ O	0,27	0,53	1,92	1,25	0,70	2,93	2,86
K ₂ O	8,37	7,38	8,93	9,44	6,18	5,14	5,96
MgO	12,26	14,77	9,72	11,17	13,24	9,05	9,02
CaO	—	1,89	—	0,93	—	0,79	0,57
MnO	—	1,00	—	0,42	—	0,31	—
FeO	14,43	14,01	15,28	15,18	15,04	15,35	15,37
Al ₂ O ₃	15,96	20,09	18,79	17,86	19,68	17,53	16,78
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	0,18	—	—
Fe ₂ O ₃	6,63	2,23	6,48	2,78	2,29	6,20	6,07
SiO ₂	37,04	35,69	37,67	36,75	37,60	37,18	37,06
TiO ₂	2,12	—	—	—	1,67	2,47	3,64
H ₂ O	2,67	2,47	2,33	4,23	3,42	3,62	3,77
	100,19 ¹⁾	100,06	101,12	100,01	100,00	100,57	101,10

117. Lepidomelan von Persberg, Wärrmland (Schweden); anal. C. F. Rammelsberg, wie oben.

118. Aus Granit von Loch Stack (Sutherland, Schottl.); anal. F. Heddle, Min. Mag. **3**, 72 (1879).

119. Aus Hornblendeschiefer, vom Renchtal; anal. F. Killing bei C. F. Rammelsberg, Monatsber. Berliner Ak. 1879, 845.

120. Aus Granit von Foinaven (Schottl.); anal. F. Heddle, wie oben.

121. Von Bostenbach; anal. A. Knop, Z. Kryst. **12**, 595 (1887).

122. u. 123. Beide aus Gneis von Freiberg; 122. anal. Th. Scheerer, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 60 (1862); 123. anal. Kiebel bei Th. Scheerer, wie oben.

¹⁾ Außerdem 0,44 Fluor.

	124.	125.	126.	127.	128.	129.	130.
δ	3,07	—	—	2,96	—	—	—
Na ₂ O	1,34	0,66	0,84	0,79	1,67	1,92	2,01
K ₂ O	8,31	9,20	7,25	8,26	7,55	6,15	7,88
MgO	8,78	12,23	4,77	10,00	1,98	0,97	2,56
CaO	1,54	0,69	0,47	1,25	—	—	2,55
MnO	0,96	0,54	—	0,78	0,85	—	—
FeO	17,35	15,33	15,69	16,01	16,14	13,94 ¹⁾	15,34
Al ₂ O ₃	15,22	17,25	19,52	22,28	30,09	16,01	19,79
Fe ₂ O ₃	7,61	4,18	8,08	2,43	2,42	—	6,68
SiO ₂	36,81	36,46	35,12	36,54	34,67	36,44	42,25
TiO ₂	—	—	2,04	—	—	—	—
F	—	—	—	—	0,28	0,71	—
H ₂ O	2,47	3,39	6,33	1,51	4,64	—	1,43
	100,39	99,93	100,11	99,85	100,29	—	100,49

124. Von Ben Capval (Schottl.); anal. F. Heddle, Min. Mag. **3**, 72 (1873).
 125. Aus Granit von Loch-na-Muilne (Schottl.); anal. F. Heddle, wie oben.
 126. Biotit aus Biotitgranatschiefer von Granatnica im Felkatal (Tatra); anal. L. Gorazdowski, Pamietnik, Fizyograf 1898, 15; Z. Kryst. **33**, 658 (1900).
 127. Von Rispond (Schottl.); aus Granit; anal. F. Heddle, wie oben.
 128. u. 129. Von Auburn (Maine); anal. F. W. Clarke, Am. Journ. **31**, 262 (1886);
 129. Analyse des Kerns; 130. Analyse des Randes.
 130. Biotit aus Syenit von Suzcava (Rumänien); anal. V. C. Butureanu, Bull. Soc. sc. Bucarest **6**, 264 (1897); Z. Kryst. **32**, 188 (1900).

	131.	132.	133.	134.	135.	136.
Li ₂ O	—	—	0,16	0,05	—	—
Na ₂ O	0,82	1,87	1,47	2,14	0,53	1,00
K ₂ O	7,55	8,26	7,16	9,57	8,12	7,47
MgO	5,01	5,49	9,30	8,53	16,35	7,87
CaO	0,26	0,81	1,04	0,83	—	—
MnO	—	0,47	0,67	0,63	—	0,23
FeO	14,16	14,31	13,79	16,49	14,75	15,54
BaO	—	0,30	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	19,88	16,82	19,44	17,45	14,43	21,15
Fe ₂ O ₃	7,50	8,97	7,59	4,04	5,44	2,80
SiO ₂	34,53	34,62	33,36	33,81	38,49	36,96
TiO ₂	2,26	2,15	2,71	3,12	—	0,91
H ₂ O	6,03	5,88	4,25	4,15	0,89	2,93
	98,00	99,95	100,94	100,81	99,00	96,86

131. Aus Granit von Czerwony Vrch (Tatra); anal. L. Gorazdowski, Pamietnik Fizyograf 1898, 15; nach Z. Kryst. **33**, 658 (1900).
 132. Biotit aus Zweiglimmergranit von Kosista (Ost-Tatra); anal. Z. Weyberg, Warschauer Univers.-Nachr. 1909; nach N. JB. Min. etc. 1912, I, 397.
 133. Biotit aus Zweiglimmergranit vom Berge Goryczkowy Posredni (nördl. Teil der mittleren Tatra); anal. wie oben.
 134. Biotit aus Granitit von Suchy Kondracki (nördl. Teil der mittleren Tatra); anal. wie oben.

¹⁾ FeO + Fe₂O₃.

135. Von Tschebarkul (Ural); anal. J. Zellner, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1873, 129.

136. Von Goshen (Massach.); anal. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. 126 (1895); Z. Kryst. 28, 502 (1896).

	137.	138.	139.
Na ₂ O . . .	0,48	0,82	0,65
K ₂ O . . .	4,12	4,24	4,18
MgO . . .	14,49	13,80	14,15
FeO . . .	14,25	13,97	14,14
Al ₂ O ₃ . . .	21,90	22,04	21,97
Fe ₂ O ₃ . . .	3,47	3,12	3,29
SiO ₂ . . .	37,45	37,87	37,66
TiO ₂ . . .	1,76	1,74	1,75
H ₂ O . . .	3,25	2,74	2,99
	101,17	100,34	100,78

137. bis 139. Anomit von Miasc; anal. Fr. Malt, Inaug.-Diss. (Leipzig 1913); N. JB. Min. etc. 1914, II, 357.

	140.	141.	142.	143.
δ	—	3,05	—	—
Li ₂ O	Spur	—	Spur	Spur
Na ₂ O	0,38	0,32	0,15	0,45
K ₂ O	9,22	9,19	9,09	8,20
MgO	9,72	12,37	12,13	9,68
CaO	0,90	0,17	0,05	1,48
MnO	0,79	0,45	0,19	—
FeO	14,60	14,08	13,72	17,09
NiO(CoO) . . .	—	0,02	—	0,40
SrO	—	—	—	Spur
BaO	Spur	0,12	0,13	0,33
Al ₂ O ₃	18,62	14,70	13,70	14,37
Fe ₂ O ₃	5,54	4,65	5,22	4,04
SiO ₂	35,64	35,75	35,79	36,62
TiO ₂	1,12	3,16	3,51	3,03
F	0,26	0,17	0,76	0,10
Cl	—	—	0,20	—
P ₂ O ₅	0,20	0,03	0,10	—
H ₂ O bei 105° .	0,48	1,03	1,21	0,90
H ₂ O über 105°	2,54	3,64	3,64	3,26
	100,01	99,90	99,59	99,95
ab O = F ₂ . .	0,11	0,07	0,37	0,04
	99,90	99,83 ¹⁾	99,22	99,91

140. Brauner Biotit aus Granit vom Yosemite Tal (Calif.); anal. William Valentine bei H. W. Turner, Am. Journ. [4] 7, 294 (1899); Z. Kryst. 34, 100 (1901).

141. Biotit aus Quarz-Monzonit, Tioga Road, S.O. vom Mt. Hoffmann Mariposa (Calif.); anal. W. F. Hillebrand bei H. W. Turner, wie oben.

1) Außerdem 0,05% V₂O₅.

142. Biotit aus Granit von Butte, Montana; anal. H. N. Stokes bei W. H. Weed, J. Geol. 7, 737; siehe auch F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 288 (1910).
 143. Rötlichbrauner Biotit, Mokelumne River, bei Bear River, Amador Co. (Calif.); anal. W. Valentine, wie oben.

	144.	145.	146.	147.
δ	—	—	2,624	—
Na_2O	0,59	1,73	4,02	0,11
K_2O	6,96	10,82	2,71	9,90
MgO	13,50	7,90	14,26	8,47
CaO	—	2,08	3,20	2,72
MnO	0,70	0,001	0,52	0,69
FeO	15,86	17,83	17,22	18,04
Al_2O_3	18,83	19,24	11,20	16,69
Fe_2O_3	4,22	3,42	8,33	1,88
SiO_2	37,90	36,25	35,60	35,56
TiO_2	0,21	0,02	—	—
H_2O	1,23	—	3,20	5,71
F	—	— ¹⁾	—	—
	100,00	99,29	100,26	99,77

144. Tiefschwarzer Biotit von der Klausenalpe (Zillertal); anal. A. Knop, Z. Kryst. 12, 604 (1887).
 145. Von Wittichen, im Granit; anal. A. Hilger bei Fr. Sandberger, Erzgänge (Wiesbaden 1885), Heft II; Z. Kryst. 13, 443 (1888).
 146. Schwarzer Biotit vom Mte. Vulture bei Melfi; anal. L. Ricciardi, Gazz. chim. ital. 17, 216 (1887).
 147. Von Cnocdubb, östl. Lairg (Schottl.); anal. F. Heddle, Tr. Roy. Soc. Edinb. 1879, 29 und Min. Mag. 3, 72 (1879); Z. Kryst. 5, 621 (1881).

Die folgenden Glimmer stammen aus dem Freiburger Gneis und wurden im Hinblick auf die Entstehung der Freiburger Erzgänge untersucht.

	148.	149.	150.
Li_2O	Spur	—	0,08
Na_2O	0,48	0,70	0,4
K_2O	8,88	4,22	8,4
MgO	8,70	9,32	10,1
CaO	0,94	1,60	1,3
MnO	0,26	—	0,5
FeO	17,94	17,53	18,5
Al_2O_3	20,03	20,04	18,99
Fe_2O_3	2,85	3,47	2,8
SiO_2	33,09	33,40	34,6
TiO_2	3,05	4,05	1,9
H_2O	3,75	4,54	2,7
	99,97	98,87	100,27

148. Aus Ludwigsschachter Gneis; anal. Schultze bei A. W. Stelzner, Z. prakt. Geol. 1896, 377.
 149. Aus Nadelwitzer Granit; anal. wie oben.
 150. Aus Schapbacher Gneis; anal. Hempel bei A. W. Stelzner, wie oben.

¹⁾ Enthält außerdem 0,001% CoO , 0,041 CuO , 0,016% PbO u. 0,006 AgO .

Magnesiumglimmer mit 18—20% Eisenoxydul.

	151.	152.	153.	154.	155.	156.
δ	—	2,96	3,07	—	—	—
Li ₂ O	0,30	—	—	—	—	—
Na ₂ O	0,62	0,79	3,81	0,51	1,19	2,09
K ₂ O	8,61	7,76	9,27	7,53	6,78	7,53
MgO	3,69	8,08	1,50	11,62	10,54	11,56
CaO	—	1,25	1,40	3,36	3,23	—
MnO	1,19	0,31	2,00	—	0,38	—
FeO	18,04	18,31	18,06	19,29	18,70	19,90
Al ₂ O ₃	22,62	21,54	17,95	15,00	17,34	18,40
Fe ₂ O ₃	5,68	4,48	7,19	4,99	3,61	1,46
SiO ₂	35,30	35,85	35,67	33,60	34,08	32,83
TiO ₂	1,20	—	—	—	—	3,30
SnO ₂	0,16	—	—	—	—	—
F	0,60	—	—	—	—	—
H ₂ O	3,51	1,96	3,20	4,58	4,05	3,05
	101,52	100,33	100,05	100,48 ¹⁾	99,90	100,12

151. Von Schüttenhofen (Böhmen); anal. R. Scharizer, Z. Kryst. **13**, 457 (1888).

152. Vom Clach-an-Eoin (Schottl.), aus Granit; anal. F. Heddle, Min. Mag. **3**, 72 (1879).

153. Von Kinnaird's Head (Aberdeenshire); anal. wie oben.

154. Aus Gneis vom Schappbachtal (Schwarzwald); anal. C. Hebenstreit bei Fr. Sandberger, Z. Kryst. **2**, 103 (1878).

155. Aus Diorit von Portsoy (Schottl.); anal. F. Heddle, wie oben.

156. Aus Granitapophysen von Freiernbach (Baden); anal. A. Knop, Z. Kryst. **12**, 603 (1887).

	157.	158.	159.	160.	161.
δ	—	—	—	—	3,05
Na ₂ O	0,24	1,24	2,60	0,60	1,26
K ₂ O	8,19	8,91	6,78	9,20	9,24
MgO	7,01	9,52	3,61	3,24	7,46
CaO	0,90	—	—	0,05	0,82
MnO	0,64	0,50	Spur	2,14	1,02
FeO	19,19	19,05	18,48	18,84	19,06
Al ₂ O ₃	18,80	17,17	17,44	10,24	16,70
Fe ₂ O ₃	4,61	2,11	1,38	12,47	5,96
SiO ₂	35,47	34,70	40,95	35,26	35,15
TiO ₂	—	4,58	4,98	4,68	—
F	—	0,20	—	—	—
H ₂ O	4,97	3,56	3,05	2,71	3,13
	100,02	101,54	99,27	99,43	99,80

157. Aus Granit von Cove (Schottl.); anal. wie Analyse 153.

158. Aus Gneis von Freiberg; anal. A. Becker, Z. Kryst. **17**, 130 (1890).

159. Lepidomelan aus Clarks Steinbruch Frankford (Penns.); anal. J. Eyerman, Miner. Pennsylv. II, 1911; Z. Kryst. **54**, 97 (1914).

160. Von Brevik (Norw.); anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. **122**, 120 (1864).

161. Schwarz von Nishibost (Irland); anal. S. Haughton, Quart. Journ. Geol. Soc. **15**, 129 (1860).

¹⁾ 0,001% Ag.

Eisenreiche Magnesiaglimmer (Magnesium-Ferroglimmer).

	162.	163.	164.	165.	166.
δ	3,96	—	—	—	—
Li ₂ O	—	—	—	—	0,04
Na ₂ O	5,44	1,00	0,48	0,88	0,16
K ₂ O	8,52	8,39	8,73	9,59	8,59
MgO	6,16	7,98	1,77	5,29	5,82
CaO	2,96	1,10	—	—	—
MnO	—	—	0,84	1,53	0,41
FeO	20,83	21,94	23,39	23,61	22,27
NiO(CoO) . .	—	—	—	—	0,30
Al ₂ O ₃	20,25	17,69	13,49	12,34	13,22
Fe ₂ O ₃	—	—	15,41	6,56	7,80
SiO ₂	36,98	33,95	32,73	32,49	34,52
TiO ₂	—	3,40	1,93	4,03	2,70
F	—	—	—	1,61	0,34
H ₂ O	—	3,46	0,75	3,73 ¹⁾	4,39 ²⁾
	101,14	99,89 ³⁾	99,52	101,66	100,56
				ab O=F ₂	0,14
					100,42

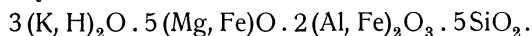
162. Aus Granit von Haindorf (Schlesien); anal. Illing, Z. ges. Naturw. 3. 340 (1854).
 163. Von Kristiania; anal. P. Jannasch, Z. Kryst. 14, 400 (1888).
 164. Von Pyterlaks (Finnl.); anal. H. Struve, Petersb. Ak. 6, 28 (1863).
 165. Von Miasc; anal. C. F. Rammelsberg, Sitzber. Berliner Ak. 1889, 36.
 166. Von Port Henry (N. York); anal. E. A. Schneider, siehe F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 290 (1910).

	167.	168.	169.	170.	171.	172.
δ	—	3,25	—	2,959	—	3,0844
Li ₂ O	—	—	—	0,93	—	—
Na ₂ O	0,37	1,68	—	0,25	2,00	1,45
K ₂ O	6,27	4,17	—	9,69	7,24	7,77
MgO	4,04	2,99	6,24	5,23	4,68	5,15
CaO	1,01	1,33	—	—	1,45	0,40
MnO	0,25	1,61	—	2,19	0,29	0,95
FeO	27,09	27,96	28,44	21,85	26,32	23,57
Al ₂ O ₃	16,06	19,64	21,88	20,03	14,34	14,90
Fe ₂ O ₃	6,81	5,85	—	0,13	4,52	5,92
SiO ₂	30,53	31,48	34,98	35,61	32,79	33,24
TiO ₂	—	0,09	—	1,46	0,92	4,73
F	—	—	—	0,76	—	—
H ₂ O	4,23	3,94	9,22	1,87	—	—
H ₂ O bei 100 ⁰	—	—	—	—	1,38	—
H ₂ O üb. 100 ⁰	—	—	—	—	3,68	2,19
	100,74	100,76	100,00	99,61	100,27	

1) Davon 1,31% hygroskopisches Wasser.
 2) Davon entweichen 0,57% bei 105⁰.
 3) Nicht bestimmbare Substanz 0,98%.

167. Schwarzer Glimmer, von verdünnter HCl zersetzbar, von der Homsetsakademie, Lead (S.-Dakotah); anal. W. J. Sharwood, Economic Geol. **6**, 729 (1911); nach Z. Kryst. **53**, 637 (1914).

Die Formel ist nach dem Autor:



168. Lepidomelan, tief schwarz, von Monmouth Township (Ontario, Canada); anal. J. E. Egleson, Trans. Roy. Soc. Canada **10**, Sekt. III, 57 (1904); nach Z. Kryst. **42**, 388 (1907).

169. Von Monroe (Penns.); anal. F. Pisani, C. R. **94**, 686 (1862).

170. Von Portland (Connect.); anal. G. W. Hawes, Am. Journ. 1876, 431.

171. Lepidomelan von Vol Neil Mine, Township, Hastings Co. (Ontario); anal. F. G. Wait bei G. C. Hoffmann, Geol. Surv. Canada **6**, II, 1892/93; nach Z. Kryst. **25**, 278 (1896).

172. Von Miasc; anal. R. Schläpfer, N. JB. Min. etc. 1891, I, 7.

Der Glimmer wird von Schwefelsäure leicht angegriffen.

Magnesiumfreie und magnesiumarme Biotite.

	173.	174.	175.	176.	
δ	2,88	2,98	3,072	—	
Li ₂ O	1,73	—	1,71	—	
Na ₂ O	2,24	0,40	0,99	—	
K ₂ O	10,03	8,64	9,76	9,20	
MgO	0,44	0,28	1,07	0,60	
CaO	0,20	—	0,68	—	
MnO	0,27	—	1,40	—	
FeO	11,78	14,87	15,02	12,43	
Al ₂ O ₃	24,35	24,89	22,88	11,60	
Fe ₂ O ₃	7,59	7,85	2,32	27,66	
SiO ₂	37,83	37,98	39,92	37,40	
F	4,28	4,23	3,04 ²⁾	—	
H ₂ O	1,23	1,54	—	0,60	
	102,27 ¹⁾	100,68	98,79	99,49	
δ	177.	178.	179.	180.	181.
	—	—	—	—	3,296
Li ₂ O	0,59	Spur	0,37	—	0,03
Na ₂ O	—	1,54	1,09	2,24	0,98
K ₂ O	10,66	8,46	9,20	8,56	7,75
MgO	0,62	0,06	1,14	1,59	0,73
CaO	—	0,23	0,81	1,39	0,64
MnO	0,60	0,21	2,10	—	2,79
FeO	17,48	30,41	25,50	21,37	27,19
Al ₂ O ₃	16,73	11,92	20,41	12,56	10,34
Fe ₂ O ₃	12,07	8,00	1,55	15,47	8,85
SiO ₂	39,55	32,03	36,68	34,66	32,96
TiO ₂	—	3,42	—	—	2,80
F	0,62 ²⁾	Spur	—	—	—
H ₂ O	1,50	4,19	1,01	—	—
Glühverlust	—	—	—	2,62	4,36
	100,42	100,47	99,86	100,46	99,42

¹⁾ TiO₂ 0,30%.

²⁾ SiF₄.

173. Aus Granit von Geyer; anal. Niemeyer bei Fr. Sandberger, Z. Kryst. **13**, 409 (1888).

174. Granit, braunschwarz von St. Denis (Engl.); anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 532.

175. Aus Granit von Carn Bosavern bei St. Just (Cornwall); anal. S. Haughton bei J. H. Collins, Min. Cornw. 1876, 72.

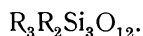
176. Lepidomelan von Persberg (Werm., Schweden); anal. Soltmann bei K. Hausmann, Göttg. gel. Anz. 1840, 948; siehe dagegen die Analyse von C. F. Rammelsberg, Nr. 112.

177. Annit von Rockport (Mass.); anal. J. P. Cooke, Am. Journ. **43**, 222 (1867).

178. Annit von Rockport (Mass.); anal. R. B. Riggs, siehe bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 290 (1910).

179. Von H. Carvill Lewis als neue Glimmerart Siderophyllit benannt, von Pikes Peak (Colorado); anal. H. Carvill Lewis u. F. A. Genth, Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia, nach Z. Kryst. **5**, 513 (1881).

Der Siderophyllit hat nach H. Carvill Lewis die Formel:



180. Aus Miascit von Suzcava (Rumänien); anal. M. C. Butureanu, Bull. Soc. sc. Bucarest **6**, 264 (1897); nach Z. Kryst. **32**, 188 (1900).

181. Schwarzer Lepidomelan, aus Nephelinsyenit, Corporation Quarry, Mount Royal (Canada); anal. B. J. Harrington, Trans. Roy. Soc. Canada **11**, III, 25 (1905); Z. Kryst. **43**, 619 (1907).

Manganophyllit (Maganophyll), manganreicher Biotit.

	182.	183.	184.	185.
Li ₂ O	—	—	0,29	0,40
Na ₂ O	—	2,09	0,35	0,38
K ₂ O	5,51	11,43	10,50	8,78
MgO	15,01	13,27	22,31	14,73
CaO	3,20	—	—	0,20
MnO	21,40	5,41	9,63	17,13
FeO	3,78	—	0,05	—
Al ₂ O ₃	11,00	16,02	9,43	12,64
Fe ₂ O ₃	—	4,66	3,66	3,80
SiO ₂	38,50	41,36	40,64	36,42
F	—	0,49	0,30	0,33
H ₂ O	1,60	4,62	4,30	4,60
	100,00	99,35	101,46	100,11 ¹⁾
	ab O=F ₂	0,21	0,13	0,14
		99,14	101,33	99,97

182. Von Pajsberg (Schweden); anal. L. J. Igelström, N. JB. Min. etc. 1872, 296.

183. Von Langban (Schweden); anal. G. Flink, Bih. Vet. Akad. Handl. Stockholm 1888, II, 13 und N. **7**, 15, 90 (1880).

184. u. 185. Beide von der Harstigengrube bei Pajsberg (Wermland, Schweden); anal. A. Hamberg, Geol. Förh. Förh. **12**, 540 (1890); Z. Kryst. **20**, 389 (1892).

184. Rotbrauner Manganophyllit. 185. Dunkelbrauner Manganophyllit.

Barium-Magnesiumglimmer.

Wir hatten bereits früher eine Anzahl von Kalium-Bariumglimmern betrachtet (vgl. S. 442). Auch Magnesiumglimmer enthalten bisweilen merkliche Mengen von Barium.

¹⁾ Mn₂O₃ 0,70%.

	186.	187.	188.
δ	2,97	—	—
Na ₂ O	1,01	0,29	0,23
K ₂ O	6,27	5,04	4,93
MgO	28,34	25,02	24,84
FeO	—	0,53	0,53
Al ₂ O ₃	18,82	18,43	18,88
CaO	—	8,17	8,08
BaO	6,84	5,11	5,06
SrO	0,47	Spur	—
Fe ₂ O ₃	2,63	2,41	3,00
SiO ₂	35,83	29,84	29,54
H ₂ O unter 110°	—	0,46	} 4,40
H ₂ O über 110°	—	1,19	
H ₂ O beim Glühen	—	3,31	
	100,21	99,80	99,49

186. bis 188. Aus dem Koppitkalkstein von Scheelingen im Kaiserstuhl; 186. anal. A. Knop, Z. Kryst. **12**, 588 (1887); 187. anal. M. Dittrich bei R. Daub, Inaug.-Diss. (Freiburg i. Br. 1912); N. JB. Min. etc. 1913, I, 215.

188. Berechnete Zusammensetzung nach der von R. Daub gegebenen Konstitutionsformel. (Siehe S. 711.)

Analysen ohne Trennung der Oxydationsstufen des Eisens.

A. Mit kleinerem Eisengehalt.

Bei einer Anzahl von Analysen fehlt diese Trennung, so daß ihre Einreihung schwierig ist. Ich bringe zuerst solche hierher gehörige Analysen, welche etwas an Eisen ärmer sind.

	189.	190.	191.	192.	193.
δ	2,750	—	2,72	—	2,84
Na ₂ O	1,17	2,05	4,77	2,63	—
K ₂ O	7,27	6,97	2,52	7,50	10,35
MgO	11,58	20,89	26,30	23,58	22,25
MnO	1,16	—	—	0,31 ¹⁾	—
FeO	—	—	9,00	7,12	7,80
Al ₂ O ₃	15,15	19,04	10,50	15,38	15,95
Cr ₂ O ₃	5,91	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	5,72	4,92	—	—	—
SiO ₂	47,68	44,63	46,44	39,08	39,55
F	—	—	—	0,76	—
H ₂ O	2,86	0,17	1,33	2,24	4,10
	98,50	98,67	100,86	98,60	100,00

189. Chromglimmer vom Schwarzenstein (Zillertal); anal. K. v. Schafhäutl, Ann. Chem. u. Pharm. **46**, 325.

190. Vom Vesuv; anal. Th. Kjerulf, Journ. prakt. Chem. **65**, 187 (1855).

191. Dunkelolivgrün, zersetzt, F. v. Kobells Aspidolith, vom Schwarzenstein im Zillertal; anal. F. v. Kobell, Sitzber. Bayr. Ak. März 1869.

¹⁾ Mn₂O₃.

Dieser Glimmer ist stark natronhaltig und wird von P. Groth als Natron-Phlogopit bezeichnet.

192. Von der Smirgelgrube von Chester (Mass.), dunkelgrün; anal. L. Smith, Am. Journ. **42**, 83 (1876).

193. Von ebenda, Shepards Euchlorit, chloritähnlich; anal. F. Pisani, C. R. **83**, 166 (1876).

	194.	195.	196.	197.	198.	199.	200.
δ	—	2,880	2,712	—	—	—	—
Na ₂ O	0,2	Spur	1,60	0,42	3,44	—	—
K ₂ O	8,6	10,50	6,30	9,50	8,91	2,90	2,90
MgO	17,1	24,79	23,00	24,00	23,57	24,12	21,48
CaO	1,7	0,46	—	0,89	—	—	—
FeO	—	—	—	—	6,53	—	—
BaO	—	—	—	—	0,62	—	—
Al ₂ O ₃	20,4	18,03	23,34	17,23	18,35	14,57	15,78
Mn ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	0,89
Fe ₂ O ₃	9,1	5,80	4,35	3,14	—	11,22	10,48
SiO ₂	43,4	40,32	41,07	41,12	38,10	35,80	36,12
TiO ₂	—	—	—	—	0,35	1,56	0,73
H ₂ O	—	0,25	0,26	3,56	0,40	10,04	11,50
	100,5	100,15	99,92	99,86	100,27	100,21	99,88

194. Biotit aus Obsidian von Ramburtet, Ostseite des Plomb du Cantal; anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 283 (1894); Z. Kryst. **26**, 316 (1896).

195. Von Easton (Penns.), dunkelbraun; anal. J. Eyerman, Miner. Pennsylvan. II (1911); auch Americ. Geologist **34**, 43, nach N. JB. Min. etc. 1906, I, 353.

196. Von ebenda, silberweiß.

197. Von Syenite Range, Easton (Penns.), hellbraun; anal. J. Eyerman, Mineral. Pennsylvaniens II (1911); N. JB. Min. etc. 1906, I, 353.

198. Bengalen; anal. A. Frenzel nach C. Hintze, Min. II, 578.

199. Pseudobiotit vom Badberg (Baden); anal. A. Knop, Z. Kryst. **12**, 608 (1887).

200. Von ebenda; anal. G. Wagner bei A. Knop, wie oben.

B. Mit großem Eisengehalt.

	201.	202.	203.	204.
Li ₂ O	—	—	2,00	—
Na ₂ O	5,39	2,52	—	—
K ₂ O	8,49	6,70	4,30	2,02
MgO	10,36	0,32	—	7,75
CaO	Spur	—	—	0,85
MnO	—	5,65	1,79	—
FeO	21,29	—	—	26,25
Al ₂ O ₃	17,05	22,69	22,90	20,47
Mn ₃ O ₄	0,70	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—	20,90	27,06	—
SiO ₂	36,60	35,87	40,06	32,33
TiO ₂	—	0,35	—	—
F	—	3,19	2,71	—
H ₂ O	—	1,00	—	10,33
	99,88	99,19	100,82	100,00

201. Lepidomelan, aus archaischer Formation des Abukama Plateaus (Japan); anal. Hida bei B. Koto, J. Coll. Sc. Imper. Univ. Tokio **5**, 197 (1893); Z. Kryst. **25**, 287 (1896).

202. Tiefgrüner Biotit, große Tafeln, von Tandoa-mi-yama (Japan); anal. Kōdera bei Kotora Jimbo, J. Coll. wie oben 11, 213 (1889); Z. Kryst. 34, 221 (1901).

203. Braun aus Granit von Cornwall; anal. E. Turner bei J. H. Collins, Min. Cornwall 1876, 32. (Zweifelhafte Analyse).

204. Von Rio de Janeiro aus Granit; anal. C. v. Hauer in A. Kenngotts Übers. Min. Forsch. 1856, 80.

	205.	206.	207.
δ	—	—	—
Na ₂ O	0,82	1,89	—
K ₂ O	4,62	6,65	6,15
MgO	11,63	10,92	1,00
CaO	—	1,05	2,00
FeO	—	—	38,25
Al ₂ O ₃	15,05	15,24	6,50
Fe ₂ O ₃	25,84	20,29 ¹⁾	—
SiO ₂	43,10	40,06	42,30
TiO ₂	1,03	— ²⁾	—
H ₂ O	1,50	4,26	3,80
F	—	0,86	—
	103,59	101,22	100,00

205. Von der Eifel; anal. Th. Kjerulf, Journ. prakt. Chem. 65, 187 (1855).

206. Vom Berg Tupaja (Trümmergestein), Pjatigorsk (Kaukasus); anal. N. A. Orlov, Ann. géol. et min. de Russie 13, 21 (1911); Z. Kryst. 55, 163 (1915).

207. Rhastolith von Monroe; anal. C. U. Shepard, Am. Journ. 24, 12 (1857).

Nachtrag.

Folgende Analysen wurden mir während des Druckes bekannt.

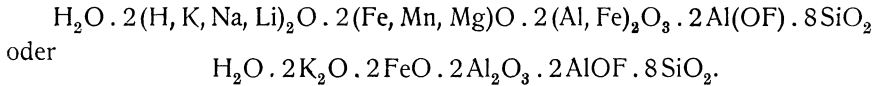
	208.	209.
δ	2,960	—
Li ₂ O	1,13	0,71
Na ₂ O	0,68	0,99
K ₂ O	10,42	9,76
MgO	0,96	1,07
CaO	0,08	0,68
MnO	2,47	1,40
FeO	8,78	15,02
Al ₂ O ₃	26,96	22,88
Fe ₂ O ₃	1,12	2,32
SiO ₂	43,12	41,69
TiO ₂	0,61	—
F	3,51	(2,21)
H ₂ O über 100°	2,30	(1,21)
H ₂ O	0,12	—
	102,26	
O = F ₂	1,48	
	100,78	

¹⁾ Mit FeO.

²⁾ Colorimetrisch wurden 2,39% TiO₂ gefunden.

208. Spheroidaler Anomit, aus Albit-Pegmatit von Ubini (West-Australien); anal. Edw. S. Simpson, Bull. geol. Surv. Western Australia, Nr. 48, 95 (Perth 1912).
 209. Schwarzer Biotit von St. Just (Engl.), nach demselben Autor.

Aus der Analyse des Meroxens von Ubini, welcher, wie auch der zweite durch äußerst geringen Gehalt an Magnesia charakterisiert ist, so daß es eigentlich Kaliglimmer sind, berechnete Edw. S. Simpson folgende Formel:



Formel.

C. F. Rammelsberg hatte früher (1867) die Glimmer in Alkaliglimmer, Magnesiaglimmer, Eisenglimmer, Barytglimmer und Kalkglimmer eingeteilt.

Im Jahre 1889 erschien eine wichtige Abhandlung¹⁾ desselben Forschers, in welcher die zwei Hauptreihen der Alkaliglimmer der Magnesium- und Eisenglimmer aufgestellt wurden. Die letztere wird eingeteilt in

- A. Magnesiaglimmer 1. $\overset{\text{I}}{\text{R}}_{16}\text{Mg}_{16}\text{Al}_4\text{Si}_{15}\text{O}_{60}$,
 2. $\overset{\text{I}}{\text{R}}_{14}\text{Mg}_{33}\text{Al}_{14}\text{Si}_{39}\text{O}_{139}$.

1. sind normale und Halbsilicate, 2. Halbsilicate.

- B. Eisenmagnesia u. Eisenglimmer 1. R_4SiO_4 ,
 2. $6\text{R}_4\text{SiO}_4 + \overset{\text{I}}{\text{R}}_6\text{SiO}_5$,
 3. $3\text{R}_4\text{SiO}_4 + \overset{\text{I}}{\text{R}}_6\text{SiO}_5$,
 4. $\text{R}_4\text{SiO}_4 + \overset{\text{I}}{\text{R}}_6\text{SiO}_5$,
 5. $\text{R}_4\text{SiO}_4 + 3\overset{\text{I}}{\text{R}}_6\text{SiO}_5$.

In seinem Ergänzungsheft zur Mineralchemie²⁾ gibt er verschiedene Formeln. Er unterscheidet drei Verbindungen:



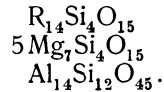
Für eine Reihe von Analysen werden die Molekularverhältnisse berechnet:

A. Magnesiaglimmer.

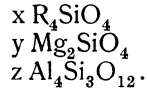
Fundort und Analytiker	H, $\overset{\text{I}}{\text{R}}$: $\overset{\text{II}}{\text{R}}$: $\overset{\text{III}}{\text{R}}_2$: Si	R : Si	F : Si
Pargas, C. F. Rammelsberg	2,5 : 5,0 : 1 : 5,2	3,5 : 1	1 : 3,5
Pargas, E. Ludwig	2,3 : 5,0 : 1 : 5,3	3,5 : 1	1 : 3,3
Gouverneur, C. F. Rammelsberg	1,9 : 4,9 : 1 : 5,1	3,5 : 1	1 : 2,4
Rossie, C. F. Rammelsberg	2,0 : 4,9 : 1 : 5,1	3,46 : 1	1 : 2,5
Pennbury, F. Neminar	3,5 : 5,6 : 1 : 5,8	3,6 : 1	1 : 7,0
Ratnapura, A. Popovits	3,3 : 4,6 : 1 : 4,7	4,0 : 1	1 : 11
Edwards, Crawe	3,5 : 4,8 : 1 : 4,2	4,5 : 1	
„ braun, Crawe	1,4 : 4,1 : 1 : 3,9	4,0 : 1	1 : 3
„ F. Berwerth	3,7 : 4,7 : 1 : 4,4	4,3 : 1	1 : 16
„ E. S. Sperry	7,5 : 6,6 : 1 : 7,0	3,8 : 1	

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Mon.-Ber. Berliner Ak. Febr. 1889, Erg.-Heft I, 112 (1887).
²⁾ Derselbe, II, 404.

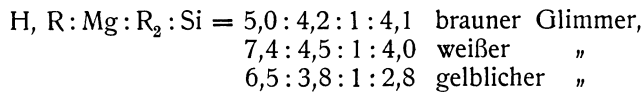
Für die ersten Analysen wäre die Formel:



Für die fünf letzten:



Für den Glimmer von Montville, anal. N. J. Catlett, ergibt sich das Verhältnis:



Magnesia-Eisenglimmer.

	^I R : ^{II} R : ^{III} R ₂ : Si	^I R : Si	^I R : H
Milltown, F. Heddle	6,0 : 1,8 : 1 : 5,0	2,9 : 1	1 : 4
Badenweiler, A. Wollemann	2,6 : 1,3 : 1 : 3,4	3,4 : 1	1 : 5,6
Langensundfjord, G. Flink	2,3 : 1,0 : 1 : 3,0	3,4 : 1	1 : 1

Die Formel ist: $x R_4 SiO_4 \cdot y R_2 SiO_4 \cdot z R_4 Si_3 O_{12}$.

Setzt man $x : 2y : 2z$, so hat man $R_4 R_4 R_8 Si_9 O_{36}$.

Ivesed, S. Haughton	1,2 : 1,0 : 1 : 1,8
Canton, S. Haughton	0,7 : 0,8 : 1 : 1,9

Es ergibt sich: $2x : 3y : 3z$ und die Formel: $R_4 R_3 R_6 Si_7 O_{28}$.

	^I R : ^{II} R : ^{III} R ₂ : Si	^I R : H	Fe : Mg
Philadelphia, Haines	2,36 : 1,23 : 1 : 2,5	1 : 3	1,0 : 1
Langensundfjord, H. Bäckström	2,3 : 1,1 : 1 : 1,9	1,4 : 1	1,4 : 1

Die Formel ist: $R_6 R_4 R_6 Si_8 O_{32}$, $x : y : z = 3 : 4 : 3$.

	^I R : ^{II} R : ^{III} R ₂ : Si	^I R : H	Fe : Mg	Al : Fe
Schüttenhofen, R. Scharizer	1,4 : 1,4 : 1 : 2,4	1,5 : 1	3 : 1	6 : 1

Die Formel ist: $R_4 R_{16} R_{16} Si_{21} O_{84}$, $x : y : z = 1 : 8 : 4$.

Adamello, A. Baltzer	0,5 : 1,8 : 1 : 2,5	1,2 : 1	1,5 : 1
--------------------------------	---------------------	---------	---------

Die Formel ist: $R_4 R_8 R_8 Si_{11} O_{44}$.

Triberg, C. Hebenstreit	1,1 : 2,1 : 1 : 2,5	1 : 2	3 : 1
-----------------------------------	---------------------	-------	-------

Die Formel ist: $R_8 R_{12} R_{12} Si_{17} O_{68}$.

Lierwiese, v. d. Marck	1,5 : 2,0 : 1 : 3	1,5 : 1	1 : 6	2 : 1
----------------------------------	-------------------	---------	-------	-------

Die Formel ist: $R_2 R_2 R_2 Si_3 O_{12}$.

Renchtal, F. Killing	2,3 : 2,0 : 1 : 2,75	3 : 1,0	1 : 1,0	4,6 : 1
Böstenbach, A. Knop	2,1 : 2,1 : 1 : 3,1	6 : 1,0	1 : 1,5	1,3 : 1
Radautal, A. Streng	1,8 : 2,0 : 1 : 2,6	1 : 3,5	1 : 1,5	3,3 : 1
Freiberg, Th. Scheerer	1,8 : 2,6 : 1 : 2,6	1 : 3,2	1 : 2	2,0 : 1

Die Formel ist: $3x:4y:2z$, $R_{12}R_8R_8Si_{13}O_{52}$.

	I	II	III	I	Fe: Mg	Al: Fe
	R	R	R ₂ : Si	R: H		
Freiberg, Th. Scheerer . . .	3,0	2,3	1:3,2	1:2,0	1:1	5,0:1
„ Th. Scheerer . . .	3,1	2,2	1:3,3	1:2,0	1:1	4:1
Großrückerswalde, Niemeyer . . .	2,9	2,2	1:3,1	1:1,8	1:1,5	1:1
Lock Shin, F. Heddle . . .	2,9	2,0	1:3,2	1:2	1:4	1,3:1
Rösslau, A. Böttger . . .	3,0	2,0	1:3,0	1:1,5	1:1	2,0:1

Die Formel ist, wenn: $2x:2y:z$, $R_8R_4R_4Si_7O_{28}$.

Manganophyll, Langban, G. Flink	4,4	2,2	1:3,7	1:1,6	1:4,4	5:1
---------------------------------	-----	-----	-------	-------	-------	-----

Wenn angenommen wird: $x:6y:2z$, so ist die Formel: $R_4R_{12}R_8Si_{13}O_{52}$.

Christiansberg, G. Starkl . . .	1,6	3,8	1:3,6	1:1,3	1:1	5,5:1
„ G. Starkl . . .	1,3	3,6	1:3,6	1:1	1:1	5,5:1
Klausenalpe, A. Knop . . .	1,5	2,7	1:3,0	1:1	1:1,5	8:1

Angenommen: $x:3y:z$, so hat man: $R_4R_6R_4Si_7O_{28}$.

Gailbach, Goller	2,5	3,1	1:3,5	1:2	1:2,4	30:1
Aschaffenburg, Niemeyer . . .	2,3	2,7	1:3,5	1,5:1	1:9,0	7:1
Schmiedebach, R. Pöhlmann . . .	2,3	2,8	1:3,1	1,5:1	1:7	4:1

	R	R	R ₂ : Si	R: H	Fe: Mg	Al: Fe
Sterzing, C. F. Rammelsberg . . .	2,0	2,8	1:3,2	1:1	1:6,3	12:1
Milltown, F. Heddle	2,5	3,6	1:3,7	1:2,5	1:2,5	100:1
Filipstad, C. F. Rammelsberg . . .	2,1	2,9	1:3,4	1:1	1:3,7	2,8:1

Angenommen: $3x:6y:2z$, so ist die Formel: $R_{12}R_{12}R_8Si_{15}O_{60}$.

Oberbergen, A. Knop	2,6	3,0	1:3,4	1:1,2	1:5	10:1
Moravitz, J. Rumpf	3,4	4,2	1:4,0	1:2,3	1:11,5	19:1
Miasc, C. F. Rammelsberg . . .	3,0	3,0	1:3,6	1:1,3	2,6:1	3:1
Sigterö, C. F. Rammelsberg . . .	3,0	3,0	1:4,0	1:2	5:1	3:1
Greenwood Furnace, P. v. Hamm	2,8	3,5	1:3,9	1:1	1:6,5	11:1

Angenommen: $2x:3y:z$, so ist die Formel: $R_4R_3R_2Si_4O_{16}$.

Weiler, G. Linck	3,8	3,2	1:3,6	1:4	1:4	5:1
Freiberg, A. Becker	3,4	2,8	1:3,5	1:4	1:1	13:1
Brevik, Defrance	3,9	3,1	1:3,6	1:3	2,5:1	1,8:1

Angenommen: $5x:10y:4z$, so ist die Formel: $R_{20}R_{20}R_{16}Si_{27}O_{108}$.

	R	R	R ₂ : Si	H: H	Fe: Mg	Al: Fe
Insel Harris, F. Heddle	2,4	2,5	1:3,2	1:1	1:1	3:1
„ „ F. Heddle	2,5	2,6	1:3,1	1:1,5	1:1	3:1
Hitterö, C. F. Rammelsberg . . .	2,5	2,3	1:3,2	1:1,7	1:1,5	5:1
Persberg, C. F. Rammelsberg . . .	2,5	2,5	1:3,3	1:1,6	1:1,5	4:1
Portland, G. W. Hawes	2,4	2,3	1:3,0	1:1	1:1	
Miasc, Schläpfer	2,5	2,6	1:3,3	1:1	1:1	4:1

Angenommen: $x:4y:z$, ist die Formel: $R_2R_4R_2Si_4O_{16}$.

Monzoni, C. F. Rammelsberg . . .	1,8	3,7	1:3,9	2,6:1	1:24	12:1
Arendal, C. F. Rammelsberg . . .	2,0	3,7	1:3,8	4:1	1:4	5:1
Baikalsee, C. v. John	2,2	3,8	1:3,8	1,5:1	1:8,5	34:1

Nimmt man an: $2x:4y:z$, so ist die Formel: $R_3R_8R_4Si_9O_{36}$.

	R : R : R ₂ : Si	H : H	Fe : Mg	Al : Fe
Vogesen, A. Delesse	3,4 : 3,7 : 1 : 4,3	1 : 1,0	1 : 7	3 : 1
Laggan Inn, F. Heddle	4,6 : 4,0 : 1 : 4,4	1 : 1,5	1 : 2,5	
Shiness, F. Heddle	4,5 : 4,0 : 1 : 4,0	1 : 4	1 : 5,6	
Glen Breg, F. Heddle	3,4 : 4,0 : 1 : 4,0	1 : 2	1 : 3,4	
Hillswick, F. Heddle	3,4 : 4,0 : 1 : 4,3	1 : 1	1 : 3	9 : 1
Tschebarkul, J. Zellner	1,7 : 3,3 : 1 : 3,7	2 : 1	1 : 2	4 : 1

Angenommen: $x:5y:z$, ist die Formel: $R_4R_{10}R_4Si_9O_{36}$.

Manganophyll, Pajsberg, L. J. Igelström	2,2 : 5,5 : 1 : 4,8	1 : 1,5	1 : 1,2	4 : 1
---	---------------------	---------	---------	-------

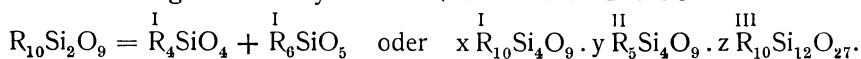
Wenn: $3x:6y:z$, so ist die Formel: $R_6R_6R_2Si_6O_{24}$.

Manganophyll, Pajsberg, A. Hamberg	6,4 : 6,0 : 1 : 5,9	1 : 2	1 : 4	4 : 1
Manganophyll, Pajsberg, braun, A. Hamberg	5,0 : 4,2 : 1 : 4,0	1 : 2,3	1 : 1,5	5 : 1

Bei den folgenden Analysen ist: $R:Si = 4,5:1$ bis $5:1$. Sie entsprechen der Formel: $x \overset{I}{R}_{18}Si_4O_{17} \cdot y \overset{II}{R}_9Si_4O_{17} \cdot z \overset{III}{R}_6Si_4O_{17}$.

	R : R : R ₂ : Si	R : H	Fe : Mg, Ca	Al : Fe
Vesuv, F. Berwerth	3,8 : 4,0 : 1 : 3,9	1 : 3,6	1,0 : 5	
Vultur, L. Ricciardi	3,4 : 4,1 : 1 : 3,7	1,0 : 2	1,0 : 1,7	2,0 : 1
Miasc, W. B. Schmidt.	1,2 : 2,2 : 1 : 1,4	1,5 : 1	1,0 : 1,5	1,5 : 1
Easton, A. Knop.	2,25 : 3 : 1 : 3,1	1 : 1	1,0 : 1,5	5,5 : 1
Kirwandshead, F. Heddle	3,1 : 1,6 : 1 : 2,7	1,0 : 1	4,6 : 1	4,0 : 1
Ben Brekh, F. Heddle	4,0 : 2,1 : 1 : 3,4	1,0 : 2,5	1,0 : 8,5	1,5 : 1
Ballygihan, S. Haughton.	1,9 : 0,5 : 1 : 1,9	1 : 2,2	1,0 : 8	1,0 : 1
Glenveagh, S. Haughton	1,3 : 0,4 : 1 : 1,7	1 : 1,3	1 : 8	1 : 1
Insel Harris, F. Heddle	1,4 : 2,4 : 1 : 2,9	1,0 : 1,5	1,4 : 1	4,5 : 1
Clachan Eoin, F. Heddle.	1,7 : 2 : 1 : 2,5	1 : 1	4,7 : 1	8 : 1
Clashnaree, F. Heddle	2,4 : 1,1 : 1 : 2,2	1 : 2	1 : 1	6 : 1

Bei den folgenden Analysen ist: $R:Si = 5:1$. Die Formel ist:



	R : R : R ₂ : Si	R : H	Fe : Mg	Al : Fe
Ballyelin, S. Haughton	2,2 : 0,5 : 1 : 1,9	1 : 2,3	1 : 1	1 : 1
Culsagee, T. M. Chatard	5,6 : 3,9 : 1 : 4,0	1 : 6		3 : 1
Cove, F. Heddle	3,4 : 2,2 : 1 : 2,8	1 : 3	1 : 1	6 : 1
Cape Wrzath, F. Heddle	2,6 : 2,5 : 1 : 2,7	1 : 1,5	1 : 1,5	2 : 1
Jones Falls, W. F. Clarke	2,7 : 1,5 : 1 : 2,4	1 : 3	1 : 1,3	2 : 1
Pikes Peak, W. F. Clarke	2,4 : 0,9 : 1 : 2,0	1 : 3	5 : 1	1,3 : 1
Freiersbach, A. Knop	3,0 : 3,0 : 1 : 3,1	1 : 1,5	1 : 1	18 : 1
Loch Stack, F. Heddle	2,0 : 3,0 : 1 : 2,8	1 : 1,5	1 : 2	14 : 1
Knachdubb, F. Heddle	4,8 : 3,0 : 1 : 3,4	1 : 3	1,5 : 1	6 : 1
Philadelphia, J. V. Lewis	2,4 : 1,5 : 1 : 2,2	1 : 3	1 : 9	1,3 : 1

	I	II	III	I	I	
	R	R	R ₂	Si	R:H	
Rockport, F. W. Clarke . . .	1,8	1,1	1	2,8	3,6:1	1,5:1
„ R. B. Riggs . . .	4,2	2,5	1	3,4	4,4:1	1,0:2,0
Litchfield, F. W. Clarke . . .	2,4	0,8	1	1,8	5,6:1	1,0:2,7
„ F. W. Clarke . . .	2,3	0,7	1	1,7	5,7:1	1,0:2,3

Die folgenden Analysen zeigen ungewöhnlich hohen Wassergehalt.

	H, R:	R :R ₂ :Si	R:H	Fe:Mg	Al:Fe		
Krems, A. Schrauf	8,0	4,8	1	4,4	1,0:2,7	1:9,0	2:1,1
Auburn, F. W. Clarke	2,3	0,9	1	1,6	1:2,3	6:1	20:1
Rispond, F. Heddle	1,6	2,6	1	2,6	1:1	1:1	14:1
Portsoy, F. Heddle	3,3	3,0	1	3	2,5:1	1:1,2	3:1

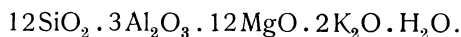
Diese Glimmer entsprechen R:Si = 5:1, Auburn sogar 6:1. Andere Glimmer, welche noch höheren Wassergehalt zeigen, sind wohl zersetzt.

Eisenglimmer.

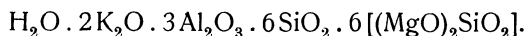
	R:	R :R ₂ :Si	R:Si	R:H		
St. Denis, C. F. Rammelsberg	1,2	0,7	1	2,1	4,0:1	1,0:1
Brevik, C. F. Rammelsberg .	2,5	1,6	1	2,6	4,5:1	1,0:2
„ Müller	2,1	1,8	1	3,4	3,4:1	1,4:1
Persberg, Soltmann	2,0	1,4	1	2,9	3,7:1	2,0:1
„ H. Bäckström	2,3	1,1	1	2,8	3,7:1	1,0:1
Brancheville, Braun	2,3	0,6	1	2,2	4,3:1	1,0:1
„ Hell	1,8	0,16	1	2,2	3,7:1	1,0:2
Pikes Peak, J. V. Lewis . . .	1,7	2,0	1	2,9	4,0:1	2,0:1

G. Tschermak¹⁾ unterscheidet außer den bereits früher behandelten Natrium-, Kalium- und Lithiumglimmern folgende Arten: Anomit, Meroxen, Lepidomelan und Phlogopit (an diese reiht sich der Kalkglimmer). Die Phlogopite sind durch höheren Fluorgehalt ausgezeichnet. Einige Berechnungen neuerer Analysen wurden von G. Tschermak ausgeführt.

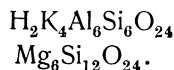
Anomit vom Baikalsee, Analyse Nr. 51:



Die Formel des Anomits vom Baikalsee kann in zwei Teile zerlegt werden, die Muscovitformel und ein Magnesiumorthosilicat:



Das letztgenannte Silicat entspricht dem Olivin. Man kann die Formel schreiben:



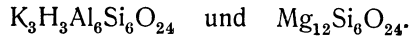
Das Kaliumaluminiumsilicat wird als K'', das andere als M bezeichnet. Die Zusammensetzung von K''M ist:

¹⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. 3, 122 (1879).

K_2O	. . . . .	10,96
MgO	. . . . .	27,99
Al_2O_3	. . . . .	18,02
SiO_2	. . . . .	41,98
H_2O	. . . . .	1,05

Das Fluor wurde vernachlässigt.

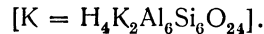
Der Meroxen enthält die Verbindungen: K' und M :



Die Verbindung K' hat die Zusammensetzung:

K_2O	. . . . .	16,84
Al_2O_3	. . . . .	36,92
SiO_2	. . . . .	43,01
H_2O	. . . . .	3,23

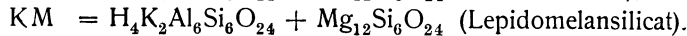
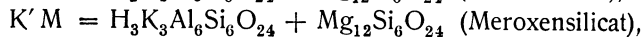
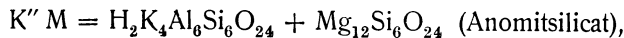
Im Lepidomelan sind die Verbindungen K und M enthalten:



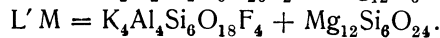
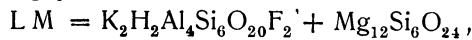
Im Phlogopit ist das Lepidolithsilicat (vgl. S. 454) und das Magnesiumsilicat M enthalten.

Wir haben demnach

Biotit



Phlogopit

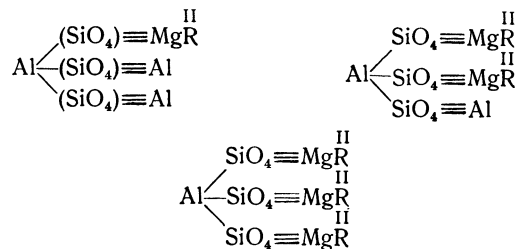


Die sämtlichen Glimmer erscheinen aus drei Verbindungen zusammengesetzt:



Die erste und dritte bilden den Biotit, die zweite und dritte den Phlogopit. Siehe auch bei Muscovit (S. 433).

F. W. Clarke¹⁾ betrachtet die Glimmer als normale Salze von $Al_4Si_3O_{12}$, in welcher Formel die Aluminiumatome durch einwertige und zweiwertige Metallatome ersetzbar sind. Für Muscovit und Lepidolith wurden die Formeln bereits angeführt (vgl. S. 433 u. 454). Für die hier in Betracht kommenden Magnesium- und Eisenoxydulsilicate hätten wir:



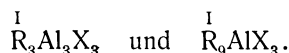
¹⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. 34, 131 (1887); 38, 384 (1889).

dazu kommt noch:



An Stelle von R können einwertige Gruppen MgF und AlF₂ eintreten.

Bezeichnet man die Atomgruppen SiO₂ und Si₃O₈ durch das Symbol X, so sind alle Glimmer innerhalb der Grenzformeln:



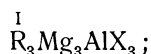
Die Eisenmagnesiumglimmer haben die Formel:



Häufig ist ein Überschuß von Sauerstoff vorhanden, selten weniger.

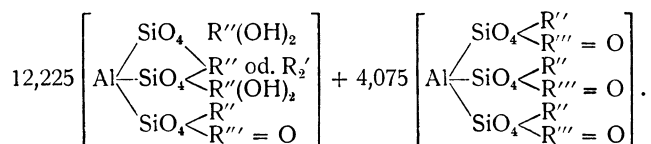
Fluor ist in geringen Mengen vorhanden.

Für Phlogopit gilt die Formel:



da oft zu wenig Al vorhanden ist, so wird die Gruppe MgF (statt AlF₂) und MgOH angenommen.

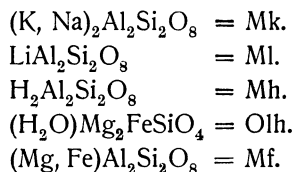
R. Daub¹⁾ hat eine Konstitutionsformel des von ihm analysierten Barytbiotits von Scheelingen gegeben:



Über die Konstitution der Biotite hat sich auch K. Dalmer²⁾ geäußert. Er unterscheidet, wie bei den Muscoviten (siehe dort auch die Ansicht G. Tschermaks) zwei Reihen: normale und kieselsäurereichere oder Phengitbiotite; im allgemeinen schließt er sich der Ansicht G. Tschermaks an. Er ist jedoch der Ansicht, daß, wenn man die Biotite nach der Formel von G. Tschermak berechnet, zwei Abteilungen zu unterscheiden sind.

I. Normale Biotite und kieselsäurereichere oder Phengitbiotite.

Die konstituierenden Verbindungen sind:



Sehen wir von der Lithiumverbindung ab, so verbleiben die drei anderen.

¹⁾ Ed. Daub, Inaug.-Diss. (Freiburg i. Br. 1912), N. JB. Min. etc. 1913, I, 214.

²⁾ K. Dalmer, ZB Min. etc. 1907, 51.

Für einzelne Analysen ergeben sich dann folgende Formeln:

Bezeichnung	Fundort	Formel
Meroksen	Vesuv	$16RO \cdot 2R_2O \cdot 4R_2O_3 \cdot 16SiO_2 \cdot 5H_2O$
"	Moravitza	$R_2O \cdot 8RO \cdot 2R_2O_3 \cdot 8SiO_2 \cdot 2H_2O$
Haughtonit		$3K_2O \cdot 6RO \cdot 4R_2O_3 \cdot 11SiO_2 \cdot 3H_2O$
Meroksen	Tschebarkul	$2R_2O \cdot 14RO \cdot 4R_2O_3 \cdot 14SiO_2 \cdot H_2O$
Lepidomelan	Aus Wegefahrter Gneis	$K_2O \cdot 4RO \cdot 3R_2O_3 \cdot 7SiO_2 \cdot H_2O$
"	Aus Nadelwitzer Granit	$K_2O \cdot 10RO \cdot 4R_2O_3 \cdot 12SiO_2 \cdot 5H_2O$
"	Himmelfahrtschacht	$K_2O \cdot 5RO \cdot 3R_2O_3 \cdot 8SiO_2 \cdot 2H_2O$
Meroksen	Ludwigschacht	$K_2O \cdot 5RO \cdot 2R_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$
Phlogopit	Pargas	$2K_2O \cdot 15RO \cdot 3R_2O_3 \cdot 16SiO_2 \cdot H_2O$

Daraus ergibt sich folgende Einteilung:

Mischungen von M und Ol (Normale Biotite).

A. Die Mehrzahl der M-Moleküle enthält Alkali.

Normale Biotite. Anomit. Die Ol-Moleküle überwiegen, sie enthalten reichlich Mg und sind mindestens zur Hälfte wasserfrei.

Haughtonit. Die M-Moleküle überwiegen. Die Ol-Moleküle enthalten fast nur Fe und sind teilweise wasserfrei.

Den Protolithionit, welchen K. Dalmer auch hierher rechnet, haben wir S. 462 behandelt.

B. Die Hälfte der M-Moleküle enthält Alkali.

Meroksen. Mischungen von 1M:1Ol; mitunter 1M:2Ol oder intermediär.

C. Die geringere Zahl der M-Moleküle enthält Alkali.

Lepidomelan. Die M-Moleküle überwiegen meist. Mf-Molekül häufig vorhanden. Mischungsverhältnisse schwanken zwischen weiteren Grenzen als bei Anomit und Meroksen. Eisenreiche Abänderungen sind nicht selten.

Mischungen von Ph und Ol oder von Ph, M und Ol (Phengitbiotite).

1. Phlogopit. Die Mischungsverhältnisse liegen zwischen 1Ph:2Ol und 1Ph:3Ol. Die Ol-Moleküle enthalten vorwiegend Mg, nur wenig Fe.

2. Zinnwaldit. Die Ph-Moleküle überwiegen beträchtlich. Außer K, Na ist Li vorhanden.

Der Polyolithionit gehört nicht zu den Biotiten. Der Rabenglimmer scheint sich vom Zinnwaldit nur durch höheren Eisengehalt zu unterscheiden.

Im allgemeinen möchte ich zu dieser Einteilung bemerken, daß sie keine einfache ist.

Bezüglich der Formeln der Glimmer im allgemeinen haben D. Asch und W. Asch¹⁾ eine große Zahl von Formeln gegeben, wobei sie für die sämtlichen Glimmer eine Anzahl von Typen aufstellten (vgl. auch bei Muscovit, S. 435).

R. Brauns²⁾ gibt die Formel $KHMg_2Al_2Si_3O_{12}$ für Biotit, die einfachste Formel für Phlogopit ist: $KHMg_3AlSi_3O_{11}F$; derselbe Autor hat auch Konstitutionsformeln gegeben.

¹⁾ D. Asch u. W. Asch, Die Silicate (Berlin 1911).

²⁾ R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1894, I, 231.

Seltene Bestandteile. Fr. Sandberger¹⁾ fand in den Glimmern von Erzgängen Zinn, Blei, Kupfer, Arsen, Borsäure und ist der Glimmer der Metallträger in den Erzgängen von Freiberg, in der erzgebirgischen Zinnerzformation, wie auch im Schwarzwald.

Die Ansichten Fr. Sandbergers²⁾ wurden von A. Stelzner³⁾ bestritten.

A. Holmes⁵⁾ konstatierte in Biotiten des südnorwegischen Nephelinsyenits in 100 g 0,1062 g Uranium und 0,0069 g Blei.

Wasserabgabe des Glimmers. A. Brun⁴⁾ hat über diesen Gegenstand Versuche ausgeführt und kommt zu dem von früheren Ansichten abweichenden Resultat, daß das Wasser als feste Lösung vorhanden ist. Er stellt die Ergebnisse seiner Versuche im folgendem zusammen:

1. Die Wasserabgabe fängt bei Glimmer bei 98° an. Es wird regelmäßig allmählich Wasser abgegeben und bei 360° ist ein Viertel des Wassers bei hellen Glimmern und vier Neuntel bei dunklen ausgetreten.

2. Wenn man große Lamellen von Glimmer durch 10—12 Tage bei 510—540° erhitzt, so geht alles Wasser weg.

3. Man kann auch bei 830° dasselbe Resultat erreichen, wenn man zirka dreißig Minuten lang rasch erhitzt.

4. Die derart wasserfrei gemachten Glimmer haben ihre Kristallstruktur beibehalten.

5. Die zwischen 830—850° wasserfrei erhaltenen Glimmer sind undurchsichtig. Diese Opazität ist hervorgebracht durch Einlagerung von Gasen zwischen die Glimmerlamellen. Wenn es im Vakuum gelingt, diese Gase zu entfernen, wird der Glimmer wieder durchsichtig. Alle optischen Konstanten bleiben dann unverändert.

6. Alle Glimmer, welche im Vakuum erhitzt werden, verlieren Kohlensäure, dann Kohlenwasserstoffe, Wasserstoff und Stickstoff. Die Menge des Wasserstoffs hängt von der Erhitzungsschwierigkeit ab, bei sehr langsamem Erhitzen ist die Gasmenge viel geringer.

7. Man kann das als feste Lösung erhaltene Wasser vergleichen mit jenem, welches in Zeolithen, Amphibolen, Obsidian enthalten ist. Was letztere Bemerkung anbelangt, so ist doch zu bemerken, daß das Zeolithwasser wohl nicht in fester Lösung vorhanden zu betrachten ist, sondern eher als Adsorptionswasser.

Physikalische Eigenschaften.

Dichte, mit steigendem Eisengehalt schwankend, wobei die eisenarmen geringere Dichte zeigen. Grenzwerte zirka 2,8—3,2. Nähere Angaben bei den Analysen. Härte 2,5—3.

Äußerst vollkommen spaltbar nach der Basis. Die Elastizität der Spaltblättchen ist etwas geringer als bei Muscovit und ist bei umgewandelten Biotiten gering; bei der Chloritisierung verliert sie sich ganz. Weitere Trennungsflächen sind die der Schlag- und Druckfiguren. Die **Schlagfiguren** stehen im Zusammenhange mit der Lage der optischen Achsen zur Symmetrieebene. G. Tschermak unterscheidet die Glimmer in solche erster Art, bei denen

¹⁾ Fr. Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge (Wiesbaden 1885), 159.

²⁾ A. Stelzner, Z. prakt. Geol. 1896, 377.

³⁾ A. Holmes, Proc. Roy. Soc. **85**, A, 248 (1911); Z. Kryst. **53**, 591 (1914).

⁴⁾ A. Brun, Bull. Soc. min. **36**, 44 (1913).

die optischen Achsen senkrecht zur Symmetrieebene liegen und in solche zweiter Art, bei welchen die optische Achsenebene parallel zu Symmetrieebene liegt. Die Ebene der optischen Achsen liegt nun entweder senkrecht oder parallel zum Radius der Schlagfigur oder dem Leitstrahl. Siehe über Druck und Schlagfiguren bei H. Reusch,¹⁾ M. Bauer,²⁾ G. Tschermak.³⁾

Die Magnesiumglimmer gehören, mit Ausnahme des Anomits, zu den Glimmern zweiter Art.

Farbe meist dunkel, grünlichbraun bis tiefschwarz, selten sind graue, blaßgrüne oder blaßgelbe Töne. Pleochroismus sehr stark, besonders bei den tief gefärbten, je nach der Farbe wechselnd. Über die Abhängigkeit der Lichtabsorption von der Farbe siehe P. Ites,⁴⁾ sowie J. Königsberger.⁵⁾

Optische Eigenschaften. Brechungsquotienten. Die Brechungsquotienten verändern sich im allgemeinen mit dem Eisengehalt. Hier einige Daten nach E. A. Wülfing.⁶⁾

	N_α	N_β	N_γ	Beobachter
Biotit, schwarz, einachsigt . . .	1,586	—	—	F. Kohlrausch, ⁷⁾
„ gelblichbraun, Vesuv . . .	1,5412	—	1,5745	F. Kohlrausch, ⁷⁾
„ olivengrün, Rocca di Papa . . .	1,5618	—	1,6032	K. Zimányi, ⁸⁾
„ lichtgrün, Somma . . .	1,5443	—	1,5792	K. Zimányi, ⁸⁾
„ schwarz, Somma . . .	1,5795	—	1,638	K. Zimányi, ⁸⁾
„ oberes, Veltlin . . .	1,504	1,589	1,589	G. Linck, ⁹⁾
Phlogopit, Templeton . . .	1,562	1,606	1,606	A. Michel-Lévy u. A. Lacroix. ¹⁰⁾

Winkel der optischen Achsen. A. Des Cloizeaux¹¹⁾ fand für verschiedene Temperaturen folgende Veränderungen:

Farbe	Fundort	Temperatur	Achsenwinkel	
			für Rot	für Blau
Grün,	Mte. Somma	17°	12° 3'	12° 1'
		171	71° 3'	
Hell,	Oxbow (N. York)	21,5	14° 3'	14° 46'
		181	13° 28'	
Hell,	Canada	17	15° 37'	16° 17'
		171	14° 46'	
Grünlichbraun,	Sibirien	17	19° 29'	19° 5'
		171	17° 28'	
Schwärzlichgrün,	Greenwood Furnace	21,5	21° 14'	20° 52'
		146,5	19° 44'	
Dunkelbraun,	Indien	17	22° 35'	
		181	22° 26'	

¹⁾ H. Reusch, Pogg. Ann. **136**, 133, 633 (1869).

²⁾ M. Bauer, Pogg. Ann. **138**, 337 (1869) und Z. Dtsch. geol. Ges. **26**, 145 (1872).

³⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **22**, 2 (1878).

⁴⁾ P. Ites, Inaug.-Diss. (Göttingen 1903); Z. Kryst. **41**, 302 (1906).

⁵⁾ J. Königsberger, Habilit.-Schrift (Leipzig 1900); Z. Kryst. **36**, 620 (1902).

⁶⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. (Stuttgart 1905), I, **2**, 254.

⁷⁾ F. Kohlrausch, Sitzber. phys.-med. Ges. (Würzburg, Juni 1877).

⁸⁾ K. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 349 (1894).

⁹⁾ G. Linck, Jenaische Z. f. Naturw. **33**, 345 (1899). (N_α außergewöhnlich klein!)

¹⁰⁾ A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Minéraux d. roches (Paris 1888), 240.

¹¹⁾ A. Des Cloizeaux, Nouv. Recherches, Institut **18**, 588.

Weitere Bestimmungen siehe bei J. Silliman¹⁾ und bei G. Tschermak²⁾ (siehe darüber auch in dem Handbuch von C. Hintze).³⁾

Doppelbrechung. $N_\gamma - N_\beta$ meistens Null. $N_\gamma - N_\alpha$ steigt bis 0,06.

Asterismus. Diese Erscheinung tritt bei einzelnen Phlogopiten auf, insbesondere bei canadischen.

Spezifische Wärme. J. Joly⁴⁾ fand für Biotit von Perth zwischen 12,6° und 100°: 0,20651 und für eine zweite Probe 0,204911.

Elektrische Leitfähigkeit. W. H. Schultze⁵⁾ fand, daß Biotit von Monroe bei ansteigender Temperatur mehr oder weniger leitend wird, daß er aber nach Erreichung eines Maximalwertes wieder weniger leitend wird.

Ätzfiguren. H. Baumhauer⁶⁾ erhielt durch Ätzen mit Schwefelsäure dreiseitige Vertiefungen. Ebenso erhielt J. Wiik⁷⁾ mit Flußsäure in Biotit dreiseitige Vertiefungen.

Verhalten bei hohen Temperaturen. Vor dem Lötrohre nach dem Eisen- gehalt mehr oder weniger leicht schmelzbar.

Schmelzpunkt. Ein eigentlicher Schmelzpunkt ist deswegen nicht be- stimmbar, weil der Glimmer sich bei 1100—1200° zersetzt, so daß man dann nicht den Schmelzpunkt des Glimmers bestimmt.

Ich fand⁸⁾

Biotit von Miasc ⁹⁾	1145°—1170°
Vom Vesuv, schwarz ⁹⁾ . . .	1155 —1160
Vom Monzoni ⁹⁾	1240
Meroxen, Vesuv	1355 —1370
Anomit, Steinegg bei Krems	1325 —1395
Lepidomelan, Freiberg . . .	1150 —1160
Riesenferner	1165 —1170
Rubellan, Laacher See . . .	1160 —1165
Phlogopit, Burgess.	1270 —1275
„ Ceylon	1330

Verhalten gegen Röntgenstrahlen. Biotit¹⁰⁾ verhält sich ähnlich wie Kali- glimmer, welcher in Schichten von $\frac{1}{2}$ mm durchlässig für Röntgenstrahlen ist; doch verhalten sich die verschiedenen Magnesiumglimmer nicht gleich. So war ein Ceyloner Biotit und ein Biotit von Malomerčic ziemlich undurchlässig. Ein sehr eisenreicher schwarzer Biotit zeigte sich undurchlässig, andere sind durchlässig. Im Verhältnis zu Stanniol war ein Phlogopit wie 1:20 durch- lässig. (Diamant 1:300 bis 1:425).

Lumineszenz. Biotit zeigt nach W. Vernadsky¹¹⁾ Tribolumineszenz. Mit Radiumstrahlen beobachtete ich keine Lumineszenzen.

Reiner Biotit ist nicht radioaktiv.

¹⁾ J. Silliman, Am. Journ. **10**, 372 (1850).

²⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **2**, 14 (1878).

³⁾ C. Hintze, Mineralogie II, 543.

⁴⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1878).

⁵⁾ W. H. Schultze, Ann. d. Phys. **36**, 656 (1889).

⁶⁾ H. Baumhauer, Sitzber. Bayr. Ak. 1875, 99.

⁷⁾ J. Wiik, Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. **22** (1880); Z. Kryst. **7**, 187 (1883).

⁸⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **22**, 306 (1903).

⁹⁾ Diese Zahlen beziehen sich nur auf den Schmelzbeginn.

¹⁰⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1896, II, 94 u. 105.

¹¹⁾ W. Vernadsky, N. JB. Min. etc. 1912, I, 381.

Pleochroitische Höfe. Dunkle Biotite ändern ihre Farbe nicht unter dem Einflusse von Radiumstrahlen. Sehr häufig treten in Biotiten die durch die Einwirkung der α -Strahlen des Radiums verursachten pleochroitischen Höfe auf, welche einen sehr kleinen Durchmesser haben. Dieser entspricht der Reichweite dieser Strahlen, wie J. Joly¹⁾ durch genaue Untersuchungen nachgewiesen hat. Als Ursache dieser Höfe ist ein im Biotit eingeschlossener Zirkonkern anzusehen. Auch Rutil soll bisweilen der Träger der Radioaktivität sein. Die pleochroitischen Höfe verschwinden bei gelindem Erhitzen, weshalb früher eine Färbung durch organische Substanz vermutet wurde. Noch häufiger als in Biotit treten die pleochroitischen Höfe in Cordierit auf (vgl. S. 622).

O. Mügge gelang es durch Einwirkung eines Radiumkörnchens, welches er auf Biotit auflegte, künstliche pleochroitische Höfe zu erzeugen.²⁾

Zirkon ist zwar meistens nur schwach radioaktiv, aber man kann sich denken, daß durch die durch Jahrtausende andauernde Emanation schließlich eine Färbung zustande kommt.

Von Wichtigkeit ist es, daß diese Höfe sich nur in den Bestandteilen der älteren Gesteine finden. In Ganggesteinen sind sie selten, in tertiären und posttertiären trachytischen Gesteinen fehlen sie. Trotzdem kommt Zirkon in solchen vor, aber er hat keine pleochroitischen Höfe zustande gebracht. Es scheint also ein hohes Alter notwendig zu sein, was so zu deuten ist, daß riesige Zeiträume zu ihrer Erzeugung nötig sind.

Chemische Eigenschaften.

Das Pulver reagiert nach A. Kennigott³⁾ alkalisch, nach dem Glühen jedoch schwächer; bei manchen Biotiten war die Reaktion sehr stark.

Schwefelsäure zersetzt stark, Salzsäure dagegen nur wenig.

A. Johnstone⁴⁾ hat Versuche ausgeführt, um die Einwirkung von **reinem Wasser** auf Glimmerminerale zu erproben. Es wurden die Mineralien ein Jahr lang unter Wasser gehalten, und zwar eine Probe unter reinem Wasser, die zweite unter mit Kohlensäure gesättigtem. Bei dem ersten war nichts verloren gegangen, der Biotit war jedoch in Hydrobiotit umgewandelt, der zweite Biotit hatte Mg und Fe, die als Carbonate in Lösung gegangen waren, verloren.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	Spur	Spur	Spur
K ₂ O	9,35	7,99	8,14
MgO	20,04	18,90	17,35
MnO	Spur	Spur	Spur
Al ₂ O ₃	17,99	16,81	19,45
Fe ₂ O ₃	10,50	9,85	8,20
SiO ₂	41,02	40,79	42,10
H ₂ O	1,71	5,52	5,83
	100,61	99,86	101,07

1. Unzersetzter Biotit.

2. Mit reinem Wasser behandelte.

3. Mit kohlensäurehaltigem Wasser behandelt.

¹⁾ J. Joly, Phil. Mag. **13**, 381 (1907); **19**, 327 (1910); Radioactivity and Geology (London 1909). — J. Joly u. L. Fletcher, Phil. Mag. **19**, 630 (1910).

²⁾ O. Mügge, ZB. Min. etc. 1909, 65, 113.

³⁾ A. Kennigott, N. JB. Min. etc. 1867, 306, 311, 318, 413, 781.

⁴⁾ A. Johnstone, Q. J. geol. soc. **45**, 363 (1889); Z. Kryst. **20**, 94 (1892).

Einwirkung von schwefeliger Säure. W. B. Schmidt¹⁾ hat nach dem früher angegebenen Verfahren (Siehe II, Abt. 1, S. 580 bei Augit) in Wasser gelöste schwefelige Säure auf Magnesiaglimmer von Miasc wirken lassen.

	4.	5.	6.	6a.
Na ₂ O	0,50	—	90,00	0,17
K ₂ O	7,40	3,50	85,33	3,65
MgO	10,02	—	100,00	—
CaO	3,46	10,95	76,50	2,81
Al ₂ O ₃	13,79	5,79	85,84	6,75
Fe ₂ O ₃	31,59	5,59	94,95	5,51
SiO ₂	34,62	74,62	32,40	80,99
	101,38	100,45		99,88

- 4. Zusammensetzung des ursprünglichen Biotits.
- 5. Direkt durch Analyse ermittelte Zusammensetzung des Rückstands.
- 6. Gelöste Mengen der einzelnen Bestandteile in Prozenten der im ursprünglichen Mineral enthaltenden Menge.
- 6a. Aus diesen Zahlen berechnete Zusammensetzung des ungelösten Teiles.

Einwirkung von Salzsäure. M. U. Hollrung²⁾ behandelte Rubellan von Laach (0,2976 g) und einen zweiten von Laach (0,6609 g) mit erwärmter Salzsäure (Konzentration nicht angegeben).

	7.	8.
MgO	12,13	11,61
Al ₂ O ₃	14,83	17,74
Fe ₂ O ₃	30,18	22,31
	57,14	51,66

Die angegebenen Zahlen (7., 8.) sind die in Lösung gegangenen prozentualen Mengen für die beiden Versuche.

Müller behandelte den Breithauptschen Pterolith mit Salzsäure.

	9.	10.	11.
δ	—	3,063–3,066	—
Na ₂ O	2,81	3,68	—
K ₂ O	7,86	7,96	7,52
MgO	0,56	—	—
CaO	5,47	5,43	6,88
FeO	16,43	14,28	23,43
Al ₂ O ₃	6,65	4,99	12,03
Fe ₂ O ₃	19,89	25,98	—
SiO ₂	39,38	36,08	50,14
H ₂ O	1,39	1,31	—
	100,44	99,71	100,00

9. bis 11. Alle drei Pterolithe A. Breithaupts von Brevig; anal. Müller bei A. Breithaupt, Min. Stud. 1866, 33. 9. Analyse; 10. Zusammensetzung des in Salzsäure löslichen Anteils; 11. Zusammensetzung des in Salzsäure unlöslichen Anteils.

Nach Untersuchungen von A. Lacroix und von W. C. Brögger³⁾ ist der Pterolith ein Gemenge und ein Zersetzungsprodukt des Barkevikits oder Ägirins.

¹⁾ W. B. Schmidt, Tsch. min. Mit. **4**, 1 (1881).
²⁾ M. U. Hollrung, Tsch. min. Mit. **5**, 304 (1883).
³⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 419 (1890); siehe auch A. Lacroix, Bull. Soc. min. **10**, 146 (1887).

H. Lotz¹⁾ behandelte nach dem früher geschilderten Verfahren (siehe bei Nephelin S. 227) auch den Biotit von Rossie, St. Lawrence Co., (N. York), mit Wasser, welches ein Prozent HCl enthielt.

	12.	13.
Li ₂ O . . .	0,53	—
Na ₂ O . . .	0,39	Spur
K ₂ O . . .	8,73	Spur
MgO . . .	27,47	0,0105
MnO . . .	Spur	0,0007
Al ₂ O ₃ . . .	13,43	0,0072*)
Fe ₂ O ₃ . . .	1,51	0,0016**)
SiO ₂ . . .	43,17	—
H ₂ O . . .	0,40	—
F . . .	5,41	—
	101,04	—

12. Zusammensetzung des ursprünglichen Biotits.

13. Gelöste Mengen. *) Tonerde mit Eisenoxyd zusammen. **) FeO.

F. Malt²⁾ hat Versuche ausgeführt, um die Zersetzbarkeit mit Säuren ausfindig zu machen. Nach einem Tag langen Digerieren mit Salzsäure hatte ein vollständiger Abbau stattgefunden, es wurden doppeltbrechende Plättchen von SiO₂·H₂O erhalten. Mit 20% Flußsäure ging alle Kieselsäure weg und es verblieben Plättchen, welche aus 40—73% AlF₃, 6,28% FeF₃ und 48,62% MgF₂ bestanden.

Es liegt eine Umwandlung in Magnesium-Aluminiumfluorid vor. Versuche wurden auch mit Wasser allein ausgeführt, dann mit Wasser und Kohlensäure.

Synthese.

Biotit ist mehrfach hergestellt worden. P. Hautefeuille³⁾ und Péan de Saint Gilles schmolzen die Bestandteile eines eisenreichen Glimmers mit Fluorkieselsäure und erhielten dünne hexagonale Tafeln eines optisch einachsigen, stark pleochroitischen Produktes, welches etwas härter und weniger biegsam war als Glimmer.

P. Forchhammer⁴⁾ erhielt angeblich Glimmer beim Schmelzen von Mergel, mit Eisenphosphat und NaCl. (?)

Weitere Versuche führte K. v. Chroustchhoff⁵⁾ aus. Er stellte zuerst ein Glas dar, welches annähernd die Zusammensetzung eines feldspatfreien, eisenarmen Basalts hatte. Zu fünf Teilen dieses Glases fügte er 2—3 Gewichtsteile der Durchschnittsbestandteile eines Eisenmagnesiumglimmers, 1/2 Teil Kieselsäure und 2—3 Teile dieses Gemenges und Kieselfluorkalium, Fluornatrium, Fluoraluminium (mit etwas wenig Fluormagnesium).

Diese Mischung wurde in einem verschlossenen Platintiegel eingeschmolzen und abgekühlt. Die Untersuchung des Produktes ergab ein glimmerartiges

¹⁾ H. Lotz, Ber. oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, Abt. 4, 70 (1910/11). Ref. N. JB. Min. etc. 1913, II, 180.

²⁾ F. Malt, Inaug.-Diss. (Leipzig 1913); N. JB. Min. etc. 1914, II, 357.

³⁾ P. Hautefeuille, C. R. 104, 508 (1887).

⁴⁾ P. Forchhammer, Ann. Chem. Pharm. 90, 326 (1854); Pogg. Ann. 91, 508 (1854).

⁵⁾ K. v. Chroustchhoff, Tsch. min. Mit. 9, 55 (1887).

Mineral, Spinell und ein korundähnliches Mineral, alle diese kristallisierten Produkte sind von einem blasigen Glas verkittet.

Der Glimmer bildet dunkelbraune lappige Blättchen, auch hexagonale Kristalle. Vor dem Lötrohre schmelzen sie schwer. Eine Untersuchung von C. Hintze ergab einen Achsenwinkel $2E = 7^\circ$ für Rot, 11° für Thalliumlicht. Optischer Charakter negativ. Dichte bei 13° 3,021.

Die Analyse ergab folgende Zahlen:

Na ₂ O	1,74
K ₂ O	7,23
MgO	21,02
MnO	Spur
FeO	8,55
Al ₂ O ₃	18,09
Fe ₂ O ₃	2,17
SiO ₂	39,11
F	1,65
	99,56

Weitere Untersuchungen desselben Forschers ergaben Biotit, Margarit und Muscovit (?).

Umfassende Untersuchungen über die Glimmerbildung wurden von C. Doelter¹⁾ ausgeführt. Bezüglich Lithiumglimmer und Kaliumglimmer wurde bereits früher berichtet (siehe S. 462 u. 438).

Die Versuche wurden zum Teil durch Umschmelzen von Mineralien mit Fluormetallen, zum Teil durch Zusammenschmelzen letzterer mit den Bestandteilen der Glimmer ausgeführt.

Aus Pargasit, welcher mit Fluormagnesium, Fluornatrium im Verhältnis 4:2:1 zusammengeschmolzen war, ergab sich ein grünlicher zweiachsiger Magnesiumnatriumglimmer. $\delta = 2,814$. Härte 2,5; das Produkt ist phlogopitartig. Auch aus Glaukophan wurde ein ähnliches Produkt erhalten (siehe bei Glaukophan S. 348).

Durch Umschmelzung von Almandingranat mit NaF bildete sich neben etwas Magneteisen auch Glimmer mit kleinem Achsenwinkel und negativer Doppelbrechung. Als Pyrop mit NaF und MgF₂ im Verhältnis $1:\frac{1}{2}:\frac{1}{2}$ zusammengeschmolzen wurde, bildete sich ein ölgrüner Glimmer, welcher an den Meroxen vom Vesuv erinnert. Der Achsenwinkel beträgt $10-12^\circ$, Doppelbrechung negativ. In Salzsäure unlöslich. Härte über 3. Dichte 3,085.

Auch aus Pennin wurde durch Zusammenschmelzen mit Fluormagnesium und Fluornatrium ein analoges Glimmermineral erzeugt, ein ähnliches Resultat ergab sich mit Vesuvian.

Bei dem Umschmelzen von Biotit bildete sich, wie zu erwarten, kein Glimmer, da sich dieses Mineral nur in Gegenwart von Fluoriden aus Schmelzfluß bildet. Es entstand Augit und Olivin.

Auch aus den Bestandteilen kann man Biotit und Eisenglimmer erhalten. Das Silicat K₂Al₂Si₂O₈ wurde mit der gleichen Gewichtsmenge 3Mg₂SiO₄ in einem kleinen Überschuß von MgF₂, welchem etwa KF zugesetzt war, geschmolzen. Es bildeten sich farblose Glimmerleisten und Blättchen, mit

¹⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 10, 67 (1888).

charakteristischer Spaltbarkeit, oft sind die Blättchen hexagonal begrenzt. Sie sind zweiachsig. Achsenwinkel 15—20°. Härte 3—4. Daneben entstand Olivin.

Bei einem zweiten Versuche wurde ein Silicat $(\text{KAlSiO}_4)_2 \cdot \text{Fe}_2\text{SiO}_4$ hergestellt und mit der gleichen Menge eines Gemenges von gleichen Gewichtsteilen NaF, MgF_2 bei dunkler Rotglut geschmolzen. Es bildete sich ein eisenreicher Glimmer, dunkelbraun stark glänzend, mit charakteristischer Spaltbarkeit und starkem Dichroismus, Achsenwinkel nahezu Null. Negative Doppelbrechung.

Hornblende von Cernosin wurde mit der Mischung $3\text{NaF}, \text{MgF}_2$ zusammen geschmolzen und zwar bei lichter Rotglut. Es bildeten sich große, braungelbe Glimmerleisten, fast einachsig, Doppelbrechung negativ. Die Begrenzung der Kristalle ist eine sechsseitige. Dichte 2,77. Härte mindestens 3. In Salzsäure unlöslich. Daneben bildete sich dunkelgrüner Pleonast. Ersetzt man einen Teil des Fluornatriums durch Chlormagnesium und Chlorcalcium, so bildet sich neben Glimmer Olivin.

Bei der Darstellung künstlicher Gesteine wurde mitunter die Bildung von Biotit beobachtet, so von K. Bauer,¹⁾ bei Schmelzen einer Mischung von Glimmerschiefer mit Natriumfluorid, Calciumfluorid, Natrium und Kaliumwolframat, ebenso beim Schmelzen einer dem Diorit entsprechenden Mischung, mit den Fluoriden des Kaliums, Natriums und Calcium.

Auch J. Morozewicz²⁾ erhielt neben Sanidin und Quarz auch Biotit, als er in einem Siemensglasofen durch längere Zeit eine Schmelze erhitzte, welche der Zusammensetzung des Liparits entsprach unter Zugabe einer sehr geringen Menge (1%) Wolframsäure. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß in dem Tontiegel etwas Fluor vorhanden war, da diese Tone nicht fluorfrei sind. Immerhin ist dessen Menge eine sehr geringe gewesen.

Einwirkung von Silicatmagma auf Biotit. Die Biotite zeigen, wie auch Hornblendens und Augite in Eruptivgesteinen, oft eine dunkle Umrandung, sog. Ophitrand. Künstlich wurden solche Korrosionserscheinungen zuerst von A. Becker,³⁾ dann von C. Doelter und E. Hussak nachzuahmen versucht.

C. Doelter und E. Hussak⁴⁾ haben Biotit in die Schmelzen von Basalt, Phonolith und Augitit eingetaucht, und dabei weitgehende Veränderungen beobachtet; sie verglichen diese zum Teil mit den veränderten Glimmern verglaster Sandsteine. Am geringsten war die Veränderung beim Eintauchen in Augitit von Walsch. Die neugebildeten Mineralien konnten jedoch nicht genauer bestimmt werden.

Über Versuche beim Eintauchen von Biotit in verschiedene Gesteinschmelzen siehe bei C. Doelter.⁵⁾

Magnesiumglimmerbildung in Hochöfen und Schlacken.

Künstlicher Magnesiumglimmer wurde nach E. Mitscherlich auf alten Schlackenhalde bei dem Schlosse Garpenberg (Schweden) gefunden. Es waren oft zollgroße, sechsseitige Tafeln. J. F. L. Hausmann⁶⁾ beobachtete glimmer-

¹⁾ K. Bauer, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 12, 535 (1899).

²⁾ J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. 17, 163 (1899).

³⁾ A. Becker, N. JB. Min. etc. 1883, II, 1.

⁴⁾ C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, II, 32.

⁵⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 20, 307 (1901).

⁶⁾ P. Forchhammer, nach A. Gurlt, Pyrog. künstl. Min. (Freiberg 1875), 68.

ähnliche Bildungen in einem Sandsteine, welcher als Gestellstein eines Harzer Hochofens gedient hatte. P. Forchhammer beobachtete Glimmerblättchen in Tonschmelztiégeln.¹⁾

In neuerer Zeit beobachtete J. H. L. Vogt²⁾ in einem Hüttenprodukte von Kafveltorp in Örebro 3—5 mm breite und 0,05—0,1 mm dicke, sechsseitige, farblose Blättchen, optisch negativ, nahezu einachsige, welche auch die charakteristischen Schlagfiguren zeigten. Von kochenden konzentrierten Säuren wurden sie nur wenig angegriffen. Ferner fand J. H. L. Vogt in einer Schlacke von der Königin-Mariahütte bei Zwickau (Sachsen) einen gelben bis gelbbraunen, pleochroitischen Glimmer.

Analysen.

	1.	2.
K ₂ O . . .	1,05	—
MgO . . .	10,17	22,93
CaO . . .	6,23	2,29
FeO . . .	—	5,92
CuO . . .	—	0,30
ZnO . . .	—	1,40
Al ₂ O ₃ . . .	5,74	11,30
Mn ₂ O ₃ . . .	0,48	—
Fe ₂ O ₃ . . .	28,91	—
SiO ₂ . . .	47,31	42,20
	99,89	86,34*)

1. Glimmer der Schlacke von Garpenberg; anal. E. Mitscherlich, Abh. Berliner Ak. 1822, 36.

2. Schlacke von Kafveltorp; anal. J. H. L. Vogt, Beitr. zur Kenntln. d. Mineralb. etc. (Kristiania 1892), 91. *) Der Rest besteht aus Na₂O, K₂O und etwas Schwefel als FeS vorhanden.

Umwandlung des Biotits.

Es wurden unter den Analysen einige angeführt, welche sich auf bereits veränderte Magnesiumglimmer beziehen. So ist der Voigtit (S. 734) ein etwas zersetzter Biotit (siehe darüber bei G. Tschermak.³⁾ Die Analyse C. v. Hauers Nr. 204 bezieht sich auch auf einen schon veränderten Biotit.

Ferner gehört hierher der Eukamptit von A. Kenngott⁴⁾. Auch der Rhastolith ist nach J. D. Dana⁵⁾ dem Voigtit vergleichbar, ebenso der Aspidolith aus dem Zillertal, welchen F. v. Kobell⁶⁾ untersuchte. Nach J. D. Dana ist der von R. Müller analysierte Pterolith von Brevig⁷⁾ zersetzter Biotit.

Umwandlungen in Carbonate, Speckstein usw. siehe unten.

¹⁾ P. Forchhammer, nach A. Gurlt, Pyrog. künstl. Min. (Freiberg 1875), 68.
²⁾ J. H. L. Vogt, Christiania Vidensk. Förh. 1887, N. 6. Siehe auch dessen Schlackenanalysen.

³⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 46, 492 (1863); 49, 348 (1864); Porphyrgesteine Österreichs (Wien 1869), 162; ferner Sitzber. Wiener Ak. 47, 214 (1863).

⁴⁾ A. Kenngott, J. k. k. geol. R.A. 2, 46 (1851).

⁵⁾ J. D. Dana, System of Min. N. York, 486 auch 495.

⁶⁾ F. v. Kobell nach C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 527.

⁷⁾ Anal. wie oben 308.

Hier wollen wir vorerst die allmähliche Umwandlung der Magnesiumglimmer betrachten. Darüber liegen Untersuchungen von E. Zschimmer und von R. Glinka vor.

E. Zschimmer¹⁾ isolierte den in Zersetzung begriffenen Glimmer aus dem Granitit vom Schneidemühlerskopf bei Ilmenau (Thüringen). Neben der chemischen Untersuchung wurden untersucht: Dichte, optische Konstanten, Absorption, Lage des optischen Achsenwinkels. Zur chemischen Untersuchung wurde das Material unter der Annahme, daß Glimmerplättchen von derselben Dichte gleiche chemische Zusammensetzung haben, in 12 Portionen nach dem spez. Gewicht gesondert und davon je zwei aufeinanderfolgende untersucht.

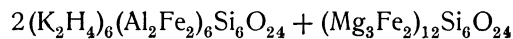
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
δ . . .	3,01	3,09	3,00	2,94	2,85	2,82	2,78
Na ₂ O . . .	—	—	0,218	0,394	—	—	—
K ₂ O . . .	4,92	4,299	5,342	3,271	3,294	2,249	2,364
MgO . . .	8,50	10,250	12,303	11,826	13,529	13,660	12,339
CaO . . .	0,88	3,086	1,592	2,222	1,851	1,338	1,784
FeO . . .	10,68	5,355	8,064	4,640	3,685	3,686	3,633
Al ₂ O ₃ . . .	8,25	14,786	15,628	17,849	16,018	18,878	21,210
Fe ₂ O ₃ . . .	23,45	23,535	16,265	18,614	17,750	14,974	11,965
SiO ₂ . . .	38,79	32,746	35,382	35,693	33,930	35,880	36,873
TiO ₂ . . .	—	1,852	0,807	0,144	1,227	1,247	1,611
H ₂ O . . .	4,10	3,792	5,381	5,816	7,801	7,734	7,636
	99,57	99,701	100,982	100,469	99,085	99,646	99,415

1. Ist eine frühere Analyse von R. Müller. Die übrigen (2.—7.) sind die nach der Dichte angeordneten Umwandlungsprodukte.

Ferner wurden die Formeln dieser Glimmer unter Zugrundelegung der G. Tschermakschen Anschauung berechnet, wobei die Zahlen bei K, H, Mg etc. sich auf die relativen Mengen beziehen.

Nr.	δ		Formel		Einschlüsse v. Fe ₂ O ₃ in %
	ber.	gef.	K-Silicat	M-Silicat	
1	2,87	3,01	1,674 (K ₂ H ₄) ₆ (Al ₂ Fe ₂) ₆ Si ₆ O ₂₄	[(Mg, Ca) ₃ Fe ₂] ₁₂ Si ₆ O ₂₄	11,282
2	2,87	3,09	2 (K ₂ H ₄) ₆ (Al ₇ Fe ₂) ₆ Si ₆ O ₂₄	[(Mg, Ca) ₈ Fe ₂] ₁₂ Si ₆ O ₂₄	16,806
3	2,86	3,00	1,668 (K ₂ H ₆) ₆ (Al ₉ Fe ₂) ₆ Si ₆ O ₂₄	[(Mg, Ca) ₆ Fe ₂] ₁₂ Si ₆ O ₂₄	11,030
4	2,73	2,94	2,025 (K ₂ H ₈) ₆ (Al ₁₆ Fe ₂) ₆ Si ₆ O ₂₄	[(Mg, Ca) ₁₁ Fe ₂] ₁₂ Si ₆ O ₂₄	14,917
5	2,65	2,85	1,679 (K ₂ H ₈) ₆ (Al ₁₆ Fe ₂) ₆ Si ₆ O ₂₄	[(Mg, Ca) ₁₄ Fe ₂] ₁₂ Si ₆ O ₂₄	14,670
6	2,64	2,82	1,873 (K ₂ H ₁₄) ₆ (Al ₄₄ Fe ₂) ₆ Si ₆ O ₂₄	[(Mg, Ca) ₁₄ Fe ₂] ₁₂ Si ₆ O ₂₄	13,407
7	2,62	2,78	2,147 (K ₂ H ₁₄) ₆ (Al ₉₀ Fe ₂) ₆ Si ₆ O ₂₄	[(Mg, Ca) _{13,3} Fe ₂] ₁₂ Si ₆ O ₂₄	11,861

Der unzersetzte Glimmer (Lepidomelan) hat die Formel:



bestehend aus 2K + M.

¹⁾ E. Zschimmer, Inaug.-Diss. (Jena 1898).

Aus den Analysen werden folgende Schlüsse gezogen:

Die Ausbleichung der Glimmer ist ein Vorgang, welcher niemals Produkte liefert, die mit Kaliglimmer identisch sind; diese Bleichung besteht vielmehr in einer Ausscheidung des Eisenoxyduls.

Neben der Eisenausscheidung geht Kalium verloren und wird durch Wasserstoff ersetzt; anfangs tritt Eisenoxydul, gegen das Ende des Verwitterungsprozesses Kali schneller aus. Die fortschreitende Bleichung ist mit Dichteabnahme verbunden.

Mit der Bleichung verschwindet die Lichtabsorption und der Pleochroismus, die Hauptbrechungsquotienten nehmen ab, während der Winkel der optischen Achsen sich vergrößert.

Weitere Studien über die Verwitterung der Biotite, speziell der südrussischen, hat K. D. Glinka¹⁾ ausgeführt. Biotit verwandelt sich in ein blättriges Aggregat von Kaolin mit sekundärem Quarz, welcher teilweise durch Zerfall des Ferrisilicats, teilweise des Olivinkerns des Biotits entsteht. Der Prozeß geht durch verschiedene Zwischenstufen in Form verschiedener saurer Salze. Kaolin mit Quarzeinschlüssen tritt in Pseudomorphosen auf.

Dies ist das erste Stadium der Verwitterung, welches durch folgende Analysen ersichtlich gemacht wird.

	8.	9.	10.	11.
δ	3,11	2,83	2,80	—
Na ₂ O	0,94	0,68	0,87	0,33
K ₂ O	8,15	7,32	7,52	2,67
MgO	9,73	15,77	13,80	2,43
CaO	0,23	1,89	0,50	—
MnO	1,04	0,80	—	—
FeO	15,41	2,80	1,94	—
Al ₂ O ₃	17,37	15,46	19,43	34,31
Fe ₂ O ₃	6,75	12,56	8,92	3,98
SiO ₂	36,63	34,71	40,93	43,36
TiO ₂	1,28	3,19	0,46	—
H ₂ O	2,37	5,05	5,44	12,76
	99,90	100,23	99,81	99,84

- 8. Frischer Biotit von Bjelaja Tzerkow.
- 9. Dunkelgelber Biotit.
- 10. Silberiger Glimmer.
- 11. Weiße Blättchen mit grünem Stich.

II. Die zweite Serie der Verwitterungsprodukte stellen erdige Substanzen dar. Der Biotit verwandelt sich in eine pulverige, schmutzige grüne Substanz, welche ein saures Salz darstellt, die das Ferrisilicat fast vollständig enthält. Auch diese Verbindung wandelt sich bei genügender Zufuhr organischer Substanz und Luftsauerstoff in ein Gemenge von Kaolin und Quarz um.

¹⁾ K. D. Glinka, Trans. Soc. des natur. de St. Pétersbourg **24**, 1—175 (1906); Z. Kryst. **46**, 284 (1909).

Die folgende Tabelle bezieht sich auf diese Umwandlungsprodukte.

	12.	13.	14.	15.	16.
Na ₂ O	0,87	0,31	0,28	0,24	0,21
K ₂ O	7,52	2,92	2,60	1,94	1,28
MgO	13,80	3,01	2,73	1,86	0,64
CaO	0,50	Spur	Spur	Spur	—
FeO	1,94	1,57	0,76	—	—
Al ₂ O ₃	19,43	23,60	23,77	34,47	37,28
Fe ₂ O ₃	8,92	10,03	9,89	2,62	1,44
SiO ₂	40,93	48,67	48,82	47,76	46,20
TiO ₂	0,46	0,20	0,21	—	—
H ₂ O	5,44	9,24	10,88	11,25	12,77
	99,81	99,55	99,94	100,14	99,82

12. Silberiger Glimmer.

13. Intensivgrüne Substanz. Summe im Original unrichtig.

14. Schmutziggrüne, pulverige Substanz.

15. Schwach grüne, kaolinartige Substanz.

16. Weiße, kaolinartige Substanz.

III. Umwandlung in eine chloritartige Substanz, wobei sich grünlichblaue, weiche Blättchen bilden. K. D. Glinka vergleicht dieses Produkt mit Vermiculit und Euchlorit.

	17.
Na ₂ O	0,10
K ₂ O	2,40
MgO	20,29
MnO	1,78
FeO	6,54
Al ₂ O ₃	18,76
Fe ₂ O ₃	4,91
SiO ₂	35,68
H ₂ O	9,62
	100,08

Nach K. D. Glinka hat E. Zschimmer nur die ersten Stadien der Biotitverwitterung untersucht. Er ist überdies der Ansicht, daß der Sericit (vgl. bei Muscovit) aus Biotit und nicht aus Feldspat entsteht.

Eine von R. Blum hervorgehobene Umwandlung ist die des bräunlich schwarzen Glimmers der Schemnitzer Andesite (Propylite) in eine grünliche oder braune Masse mit starker Carbonatbildung.

	18.
Na ₂ O	2,26
K ₂ O	0,56
MgO	2,06
CaO	21,73
MnO	0,89
FeO	16,01
Al ₂ O ₃	3,53
SiO ₂	33,34
CO ₂	20,06
	100,44

18. Von Schemnitz; anal. Wolkenhaar bei R. Blum, N. JB. Min. etc. 1865, 269.
Die Carbonate bestehen aus 38,80% CaCO_3 , 4,33 MgCO_3 und 1,90 FeCO_3 , zusammen 45,03%.

Baueritisierung.

Damit bezeichnet F. Rinne¹⁾ den Bleichungsprozeß des Glimmers, die Änderungen sowohl physikalischer als auch chemischer Natur, die sich ohne Einsturz des Kristallgebäudes vollziehen. Es schließt sich dies an die erwähnten Arbeiten von E. Zschimmer, welcher das Bleichen dunkler Glimmer studierte, an (vgl. S. 722).

O. Dreibrodt²⁾ und Fr. Malt haben darüber Untersuchungen ausgeführt. Solche Veränderungen werden nach F. Rinne in der Natur durch die Atmosphärrillen bewirkt; die Umwandlungen führen schließlich zur Bildung von Kieselsäurehydrat $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

O. Dreibrodt²⁾ behandelte feingepulverten Biotit mit kohlenensäurehaltigem Wasser bei 30° C durch drei Monate und erhielt folgende Resultate:

	19. Frischer Biotit von Brevig	20. Nach dreiwöchig. Behandlung	21. Fünfwöchig. Behandlung	22. Dreimonatig. Behandlung
Na_2O . . .	2,41	2,69	1,37	—
K_2O . . .	5,09	5,67	4,50	—
MgO . . .	3,67	2,09	1,89	—
CaO . . .	Spur	—	—	—
MnO . . .	1,00	0,79	0,62	—
FeO . . .	24,56	15,18	18,74	—
Al_2O_3 . . .	16,18	15,64	15,46	—
Fe_2O_3 . . .	8,34	11,00	10,39	—
SiO_2 . . .	35,05	38,03	39,02	43,05
TiO_2 . . .	1,95	3,41	2,23	—
H_2O . . .	2,36	6,25	6,46	7,99
	100,61	100,75	100,68	

Die basischen Bestandteile werden bei dieser Umwandlung entfernt und Kieselsäure angereichert. Berechnet man die Kieselsäure auf wasserfreie Substanz, so ergeben sich folgende Zahlen:

	1	2	3	4
SiO_2	35,68	40,24	41,41	46,47

Bei der Behandlung mit einer Lösung, welche außerdem noch Kaliumcarbonat enthielt, wurde mehr Kieselsäure aufgenommen.

Bei der Behandlung mit konz. Salzsäure ergaben sich folgende Zahlen:

	Stadium I.		Stadium II.	
	Gew.-% ohne Wasser	Gew.-% ohne Wasser	Gew.-% ohne Wasser	Gew.-% ohne Wasser
SiO_2 . . .	89,99	98,02	91,85	98,44
R_2O . . .	1,07	1,16	1,01	1,08
MgO . . .	0,75	0,82	0,45	0,48
H_2O . . .	7,99	—	7,34	—
	99,80	100,00	100,65	100,00

¹⁾ F. Rinne, Ber. math.-phys. Kl. Ges. Wissensch. Leipzig 63, 441 (1911).

²⁾ O. Dreibrodt, Inaug.-Diss. (Leipzig 1912); N. JB Min. etc. 1913, II, 24.

Mit verdünnter Schwefelsäure, bei Zimmertemperatur behandelt, bleichen die Biotitblättchen. Es wurden drei Stadien untersucht:

	Stadium I.		Stadium II.		Stadium III.	
	bei 110° getrocknet	wasser- frei	bei 110° getrocknet	wasser- frei	bei 110° getrocknet	wasser- frei
SiO ₂ . .	76,26	97,00	83,93	97,78	85,10	98,35
R ₂ O . .	1,53	1,94	1,57	1,83	1,06	1,23
MgO . .	0,83	1,06	0,34	0,39	0,36	0,42
H ₂ O . .	21,38 ¹⁾	—	13,72	—	12,99	—
	100,00	100,00	99,56	100,00	99,51	100,00

Der Wassergehalt des Bauerits hängt von den äußeren Umständen ab, da er bei verschiedenen Temperaturen und über verschiedenen Trocknungsmitteln, wie Chlorcalcium, Schwefelsäure, stark wechselt. Bauerit ist daher SiO₂ mit wechselnden Mengen von H₂O.

Die U m w a n d l u n g eines frischen Eisenbiotits in Chlorit hat Ivar Nordenskjöld studiert.

	23.	24.
Na ₂ O	1,91	1,69
K ₂ O	7,93	0,57
MgO	2,75	6,38
CaO	0,23	3,48
FeO	28,06	19,39
Al ₂ O ₃	15,97	15,48
Fe ₂ O ₃	7,87	14,25
SiO ₂	32,23	27,68
H ₂ O	2,80	7,51
F	—	0,14
Feuchtigkeit . . .	0,31	—
(Nb, Ta) ₂ O ₅ . . .	—	1,36
Y ₂ O ₅	—	1,54
	100,06	99,47
ab O = F ₂	—	0,06
		99,41

23. u. 24. Aus dem Pegmatit von Ytterby; anal. Iv. Nordenskjöld, Bull. geol. Inst. Univers. Upsala **9**, 183 (1908/09); N. JB. Min. etc. 1911, I, 34. 23. Dunkeler unzersetzer Biotit; 24. Umgewandelter Biotit. (Die Summe im Original unrichtig).

Umwandlung in ein Gemenge von Carbonaten und Eisenoxydhydrat beschrieb H. Rosenbusch.²⁾ Stilpnosiderit nach Glimmer erwähnt G. Tschermak³⁾ aus der Dauphiné.

Umwandlung in Speckstein erwähnt R. Blum⁴⁾ von »Dualta« (?), Monzoni, auch in Graniten kommt sie vor.

Phlogopit wandelt sich nach R. Blum in Serpentin um.

¹⁾ Aus der Differenz bestimmt.

²⁾ H. Rosenbusch, Mikrosk. Phys. 1877, 187.

³⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **47**, 447 (1863).

⁴⁾ R. Blum, Pseudom. I, 73.

	25.
Na ₂ O	0,67
K ₂ O	0,57
MgO	33,23
FeO	1,10
Al ₂ O ₃	2,32
SiO ₂	47,24
H ₂ O	14,87
	100,00

25. Von Somerville, St. Lawrence Co.; anal. Lewinsein bei R. Blum, Pseudom. I, 79 und III, 142. — Lewinsein, Z. Chem. u. Pharm. 1860, 15.

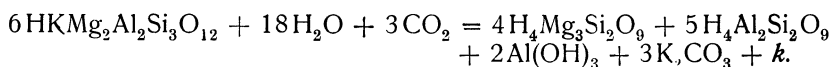
Weitere Pseudomorphosen, wobei sich Eisenoxydhydrat, Kalk, Delessit und Grengesit bildete, erwähnt H. Rosenbusch.¹⁾ Aus zinnsteinführenden Gneisen erwähnt Reuss Umwandlung in Hornstein.

Vgl. auch die Umwandlung des Siderophyllits.

W. Haidinger²⁾ erwähnt Pseudomorphosen in Magneteisen.

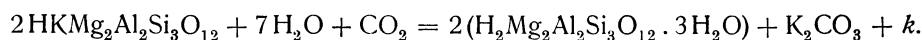
R. van Hise³⁾ hat für die wichtigsten **Umwandlungsvorgänge** Formeln angegeben.

Die Umwandlung in Serpentin des Biotits ist gewöhnlich auch mit der Kaolinbildung verknüpft; die Reaktion wäre folgende:



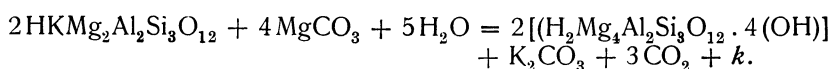
Die Volumvermehrung wäre 14,26%.

Die Umwandlung in Hydrobiotit stellt er durch folgende Reaktionsgleichung dar:



Die Volumvermehrung wäre 3,8%.

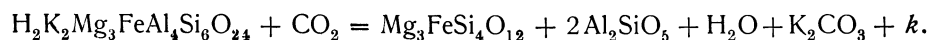
Die Umwandlung in Chlorit ergibt sich aus folgender Gleichung:



Die Volumvermehrung beträgt 22,92%.

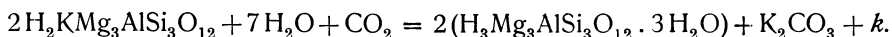
Unsicher ist die Reaktion, bei welcher sich Epidot bildet. Es können hier verschiedene Vorgänge eintreten, da sich auch Hydrargillit und Quarz gleichzeitig bilden können, oder auch Spinell.

Wenn Biotit sich in Hypersthen und Sillimanit umwandelt, kann man folgende Reaktionsgleichung aufstellen:



Die Volumverminderung beträgt 24,68%.

Für die Umwandlung des Phlogopits gibt R. van Hise besondere Formeln. Die Bildung des Hydrophlogopits vollzieht sich nach folgender Gleichung:

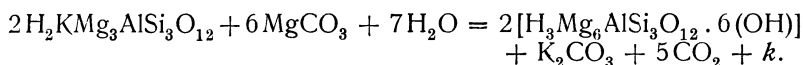


¹⁾ H. Rosenbusch, Mikrosk. Phys. Massengesteine 1877, 57.

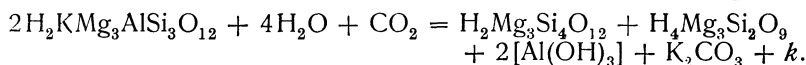
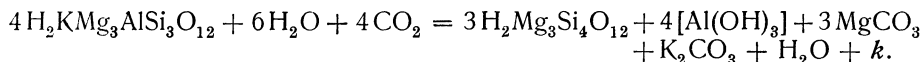
²⁾ W. Haidinger, J. k. k. geol. R.A. 3, 31 (1852).

³⁾ R. van Hise, Treatise on Metam. (Washington 1904), 340.

Für die Umwandlung in Chlorit stellt er folgende Gleichung auf:



Für die Bildung von Talk und Hydrargillit ergibt sich:



Bei der Umwandlung in Hydrophlogopit ergäbe sich eine Volumvermehrung von 26,89%; bei der Chloritbildung eine solche von 41,2%. Bei der Bildung von Talk und Hydrargillit tritt eine Volumverminderung von 7,79% ein, und bei der durch die letzte Gleichung dargestellten Bildung von Talk und Diaspor eine solche von 18,27%. Bei der Bildung von Serpentin, Talk und Hydrargillit ist eine Volumvermehrung von 5,23% eingetreten.

Über künstliche Umwandlung von Phlogopit durch NH_4Cl siehe F. W. Clarke und G. Steiger.¹⁾

Genesis.

Bei der genetischen Betrachtung ist es gut, die eisenarmen Magnesiumglimmer, die Phlogopite, von den übrigen zu trennen. Die Phlogopite sind nach E. A. Wülfing²⁾ in ihrem Vorkommen auf die körnigen Kalke der Schieferformation beschränkt, dürften daher eine andere Entstehung haben, wie die Biotite, Lepidomelane usw., welche in Eruptivgesteinen vorkommen. Nur ganz selten kommt auch Phlogopit in Eruptivgesteinen vor, z. B. in Wyoming, von wo ihn Ch. Whitman Cross beschrieb.

Über die Entstehung solcher Glimmer aus körnigen Kalken, läßt sich nur das sagen, was für die Metamorphose der Kalke im allgemeinen gilt. Es dürfte eine Umwandlung unter Druck bei erhöhter Temperatur vorliegen, ohne daß die näheren Umstände bekannt wären. Das Zusammenvorkommen mancher Phlogopite mit Turmalin, welcher auch häufig in diesen als Einschluß vorkommt, würde auf die Mitwirkung von Dämpfen hindeuten, wahrscheinlich wird dabei Fluor, welches eine so wichtige Rolle bei der Glimmerbildung spielt, mitgewirkt haben.

Die übrigen Magnesium- und Eisenmagnesiumglimmer kommen zum Teil in Eruptivgesteinen, meistens in plutonischen Tiefengesteinen vor, seltener in Ergußgesteinen und vulkanischen Bomben und Auswürflingen, als auch in Schiefergesteinen. Es sind daher verschiedene Bildungsmöglichkeiten vorhanden.

In seltenen Fällen liegt, wie z. B. bei Rubellan, eine Bildung aus reinem Schmelzfluß vor. Wohl dürfte sich auch hier der Glimmer unter Einwirkung von Fluordämpfen gebildet haben. Es tritt die Frage auf, ob sich Glimmer direkt aus „trockenem“ Schmelzfluß bilden kann. Das Vorkommen in Hochöfen und Schlacken könnte darauf hinweisen. Aber die große Seltenheit deutet schon darauf hin, daß keine Bildung auf diese Art möglich ist.

Es muß aber auch darauf hingewiesen werden, daß in vielen Tönen, welche als Ofenfutter, Tiegelmateriale dienen, Fluor in kleinen Mengen vorhanden ist.

¹⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Z. anorg. Chem. **29**, 338 (1902).

²⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. d. Min. (Stuttgart 1905), I, 261.

Daher ist aus den S. 720 erwähnten derartigen Glimmervorkommen nicht sicher der Schluß zu ziehen, daß ein fluorfreies Material vorgelegen hat.

Was die Bildung der schönen Glimmer in den Kalksteinen des Mte. Somma anbelangt, so dürfte hier keine Bildung aus Schmelzfluß vorliegen, sondern eine Entstehungsart, wie wir sie bei kontaktmetamorphen Bildungen überhaupt haben, unter Mitwirkung von Gasen und hoher Temperatur unter dem genügenden Druck, um eine Entweichung der Gase zu verhindern; man braucht daher keine sehr hohen Drucke dabei anzunehmen.

Das häufige Vorkommen der Magnesiumglimmer in Tiefengesteinen, wie Granit, Syenit, Diorit usw. erklärt sich gut durch Ausscheidung aus einem Schmelzfluß, bei welchem Gase mitwirken; hier dürfte der chemischen Zusammensetzung dieser Glimmer gemäß Wasser und Fluor mitgewirkt haben. Darüber geben auch die Synthesen Aufschluß und offenbar waren es dieselben Bestandteile und Gase, welche hierbei von Einfluß waren. Daß nicht Chlor, sondern Fluor bei dieser Glimmerbildung mitgewirkt haben, zeigen einige meiner auf S. 719 erwähnten Versuche, aus welchen hervorgeht, daß Chloride nicht glimmerbildend wirken, sondern, daß dann andere Verbindungen, wie Olivin und Pyroxen sich bilden.

Insbesondere die Umwandlung von Amphibol unter der Einwirkung von Fluordämpfen ist wichtig. Die Temperatur dürfte keine sehr hohe gewesen sein, da bei hoher Temperatur die Stabilität des Magnesiumglimmers gegenüber der des Pyroxens und Olivins, abnimmt. Das sehr seltene Vorkommen dieser Glimmer in sauren Gesteinen dürfte zum Teil, außer von der chemischen Zusammensetzung des betreffenden Magmas, auch von der höheren Bildungstemperatur dieser Art von Gesteinen abhängen, da sie ja einen höheren Schmelz- bzw. Erstarrungspunkt zeigen.

Durch die Synthesen ist die Glimmerbildung auf Kosten wasserfreier und fluorfreier Magnesiumaluminiumsilicate (bzw. Eisenoxydulaluminiumsilicate) genügend geklärt.

Auch die regelmäßige Verwachsung von Biotiten mit Augit und basaltischer Hornblende erklärt sich beispielsweise durch die von mir durchgeführte Umwandlung dieser Mineralien in Biotit.

Am schwierigsten fällt uns die Erklärung der Bildungsweise von diesen Arten von Glimmern in den kristallinen Schiefern und sedimentären Gneisen. Hier haben wir dieselbe Entstehung wie bei Muscovit, was auch durch die beobachtete Verwachsung mit dieser Art von Glimmern bestätigt wird. Nähere Umstände dieser Bildungsweise sind jedoch nicht bekannt, ebensowenig wie für die Kaliglimmer.

Anhang zu Biotit.

Vermiculite.

Unter diesem Namen wurden verschiedene Zersetzungsprodukte der Glimmer, namentlich der Magnesiumglimmer verstanden. Sie stehen meistens den Chloriten in chemischer Hinsicht nahe. Man kann sie nicht gut als besondere Gruppe bezeichnen, wie dies T. H. Webb, welcher den Namen gab, durchführen wollte.¹⁾ Wie G. Tschermak²⁾ dargetan hat, sind es

¹⁾ Vgl. J. P. Cooke, Proc. amer. Acad. **9**, 44 (1874); **10**, 453 (1875).

²⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **100**, I, 92 (1891).

meistens chloritische Zersetzungsprodukte der Biotite und Phlogopite, wobei der Magnesiumgehalt sich sehr verringert, so daß die meisten eine Zusammensetzung haben, wie sie magnesiaarmen, oder sogar ganz freien entspricht.

Aus diesem Grunde werden die hier in Betracht kommenden Analysen am besten nach den Magnesiumglimmer angereicht.

F. W. Clarke und A. E. Schneider¹⁾ haben sich ausführlicher über die Konstitution der Vermiculite geäußert, und haben auch Versuche über diese Mineralien ausgeführt.

Vermiculit und Lennilit, Hallit, Painterit.

Diese könnten auch betrachtet werden als kalifreie oder nahezu kalifreie und an Eisenoxydul sehr arme, magnesiareiche Biotite.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
MgO	30,05	29,40	27,62	28,21	31,36	31,32	30,56
CaO	—	—	—	—	—	0,07	—
MnO	0,25	0,31	0,27	0,17	0,20	—	—
FeO	0,28	0,12	0,11	0,22	1,20	0,20	0,20
NiO	0,16	0,20	0,20	0,19	0,33	0,14	0,23
BaO	—	—	Spur	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	9,74	10,06	12,05	10,60	17,52	11,64	12,52
Cr ₂ O ₃	—	0,26	0,46	0,23	0,14	—	—
Fe ₂ O ₃	9,07	5,37	6,67	8,57	4,70	3,78	4,40
SiO ₂	35,54	36,72	35,09	34,90	31,23	34,86	33,95
TiO ₂	—	0,18	0,58	0,10	—	Spur	Spur
H ₂ O bei 105° .	2,64	6,40	5,70	4,99	1,08	1,64	1,56
H ₂ O über 105°	12,14	11,37	11,20	11,48	12,55	16,78	17,05
	99,87	100,39	99,95	99,66	100,31	100,43	100,47

1. Hallit von Nottingham, Chester Co. (Penns.); anal. E. A. Schneider bei F. W. Clarke u. E. A. Schneider, Bull. geol. Surv. U.S. IV, 419, 292 (1910).

2. Weißer Lennilit von Lenni, Delaware Co. (Penns.); anal. wie oben.

3. Brauner Lennilit von ebenda; anal. wie oben.

4. Grüner Lennilit von ebenda; anal. wie oben.

5. Vermiculit von Newlin, Chester Co. (Penns.); anal. wie oben.

6. Painterit von Middletown, Delaw. Co.; anal. wie oben.

7. Painterit von Middletown; anal. wie oben.

	8.	9.
δ	2,756	2,52
MgO	27,44	16,96
FeO	10,02	—
Al ₂ O ₃	16,42	7,28
Fe ₂ O ₃	—	16,12
SiO ₂	35,74	49,08
H ₂ O	10,30	10,28
	99,92	99,72

¹⁾ F. W. Clarke u. A. E. Schneider, Am. Journ. 40, 452 (1890); 42, 242 (1891); Z. Kryst. 19, 465 (1891).

8. Vermiculit von Milbury (Massas.); anal. Grossley bei Ch. T. Jackson, Am. Journ. **9**, 422 (1850).

9. Vermiculit von Vermont; anal. G. Thomson, Outlines of Miner. 1836, I, 373.

	10.	11.	12.	13.	14.
MgO	28,75	29,64	28,25	20,89	21,52
CaO	0,45	—	—	1,88	—
MnO	—	—	—	0,09	—
FeO	2,55	0,50	—	0,14	0,57
Al ₂ O ₃ . . .	13,45	12,93	15,19	14,49	14,88
Fe ₂ O ₃ . . .	3,22	7,02	4,14	7,71	6,36
SiO ₂	38,88	38,03	41,27	34,03	33,28
H ₂ O	12,75	11,68	11,32	9,96	23,90
		99,80	100,17	100,42 ¹⁾	100,51

10. Vom Schöninger bei Krems (Budweis, Böhmen), an der Grenze zwischen Serpentin und Granulit; anal. A. Schrauf, Z. Kryst. **6**, 351 (1882). (Substanz bei 100° getrocknet.)

11. Von Lenni; anal. F. A. Gooch bei J. P. Cooke, Mem. Am. Ac. Boston 1874, 59.

12. Vermiculit von Pelham; anal. wie oben.

A. Schrauf bezeichnet den Lennilit und die mit ihm verwandten Zersetzungsprodukte als Parachlorite.

13. Protovermiculit von Magnet Cove (Arkansas); anal. E. A. Schneider, wie Analyse Nr. 1.

14. Protovermiculit von ebenda; anal. G. A. König, Proc. Nat. Sc. Ac. Philadelphia 1877, 296.

	15.	16.	17.	18.	19.	20.
Li ₂ O	—	—	—	0,19	—	—
Na ₂ O	—	—	—	1,52	—	—
K ₂ O	—	—	—	0,56	—	—
MgO	15,46	19,90	22,36	16,87	27,39	26,40
CaO	—	0,14	—	—	—	—
MnO	0,12	—	Spur	—	—	—
FeO	0,30	3,68	0,57	1,72	0,18	0,32
NiO	—	—	—	—	0,48	0,25 ²⁾
Al ₂ O ₃ . . .	22,53	20,90	17,88	28,42	11,22	11,41
Cr ₂ O ₃ . . .	—	—	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃ . . .	11,12	6,55	4,76	4,99	2,28	1,95
SiO ₂	37,96	35,88	32,97	32,42	38,13	38,29
H ₂ O bei 110°	12,63	12,71	11,42	13,43	20,47	21,25
H ₂ O üb. 110°			10,05			
	100,12	99,76	100,01	100,12	100,15	99,87

15. Chloritic Vermiculit von Corundum Hill; aual. T. M. Chatard, wie Analyse 1.

16. Zersetzte Chlorite von Corundum Hill; anal. wie oben.

17. Kerrit von Franklin, Macon Co. (N. Carolina); anal. E. A. Schneider bei F. W. Clarke u. E. A. Schneider, wie Analyse 1.

18. Dudleyit von Dudleyville; anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc. **13**, 404 (1873).

¹⁾ Außerdem 11,23% Wasser unter 105°.

²⁾ NiO + CoO.

19. Kerrit von der Culsagee-Mine; anal. F. W. Clarke u. E. A. Schneider, Am. Phil. Soc. **13**, 114 (1873); Z. Kryst. **18**, 412 (1891).
 20. Dasselbe Vorkommen; anal. wie oben.

Culsageeit.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	—	—	—	2,613
Na ₂ O	—	—	—	—	0,20
K ₂ O	—	—	—	—	5,76
MgO	23,43	22,48	21,71	25,13	24,83
CaO	—	—	—	—	0,14
MnO	—	—	—	—	0,05
FeO	0,50	0,50	0,42	—	0,11
NiO	0,35	—	0,57	0,58	—
Al ₂ O ₃	17,38	17,56	20,36	19,73	12,99
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	0,54
Fe ₂ O ₃	5,42	5,61	4,91	5,95	5,29
SiO ₂	33,93	33,77	34,00	37,58	39,81
H ₂ O	19,17	20,30	18,50	11,09	10,76
	100,18	100,22	100,47	100,06	100,48

1. Von der Culsagee-Mine, Corundum Hill bei Franklin, Macon Co. (N. Carol.); anal. A. König, Am. Phil. Soc. Sept. 1873, 32.
 2. u. 3. Beide anal. T. M. Chatard, ebenda.
 4. Anal. J. P. Cooke, Proc. amer. Acad. Arts 1874, 35.
 5. Culsageeit von ebenda; anal. T. M. Chatard, Am. Journ. **32**, 375 (1886).

Jefferisit.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
K ₂ O	—	0,43	—	—	—	—
MgO	20,41	19,65	19,26	19,30	20,16	15,46
CaO	—	0,56	—	—	—	—
MnO	—	—	—	—	—	0,12
FeO	1,13	1,26	2,11	2,11	1,44	0,30
Al ₂ O ₃	16,58	17,57	17,78	16,63	17,38	22,53
Fe ₂ O ₃	7,41	10,54	7,32	8,00	7,41	11,12
SiO ₂	34,20	37,10	33,35	39,40	33,03	37,96
H ₂ O	21,14	13,76	19,87	19,03	20,90	12,63
	100,87	100,87	99,69	99,47	100,32	100,12

1. Westchester (Penns.); anal. E. A. Schneider bei F. W. Clarke u. E. A. Schneider, Am. Journ. **42**, 242 (1891); auch bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 291 (1910).
 2. Von ebenda; anal. G. J. Brush, Am. Journ. **34**, 133 (1861).
 3. Von ebenda; anal. A. König bei F. A. Genth, Amer. Phil. Soc. Sept. 1873, 32.
 4. Von ebenda; anal. T. M. Chatard, ebenda.
 5. Von ebenda; anal. G. A. König, wie oben.
 6. Vermiculit, jefferisitähnlich von Corundum Hill (N. Carolina); anal. T. M. Chatard, siehe F. W. Clarke S. 291 wie Analyse Nr. 1.

Lennilith mit geringem Eisengehalt.

Na ₂ O	0,03
K ₂ O	0,37
MgO	32,42
CaO	5,76
MnO	0,51
FeO	1,56
Al ₂ O ₃	2,16
Cr ₂ O ₃	0,26
Fe ₂ O ₃	2,61
SiO ₂	37,53
TiO ₂	0,24
H ₂ O	16,39
	<hr/>
	99,84

Lennilith von Lenni, Delaware Co. (Penns.); anal. J. Eyerman, Miner. Penns. 2 (1911); nach Z. Kryst. 54, 99 (1914).

Diese Analyse stimmt nicht mit den übrigen Analysen von Lennilith, da der Tonerdegehalt minimal ist, noch dazu bei geringem Gehalt an Eisenoxyd; vgl. oben.

Pattersonit.

Dieses glimmerartige Mineral können wir hier anreihen.

Analyse.

δ	2,91
Na ₂ O	0,58
K ₂ O	2,33
MgO	17,10
FeO	9,17
Al ₂ O ₃	27,59
Fe ₂ O ₃	3,12
SiO ₂	29,90
Glühverlust	11,51
	<hr/>
	101,30

Von Unionville, als Begleiter des Lesleyits; anal. F. A. Genth, Amer. Phil. Soc. 13, 417 (1873).

Formel und Konstitution.

F. W. Clarke und A. E. Schneider¹⁾ haben Versuche mit Lennilith ausgeführt, indem sie Vermiculite (Lennilith) von Lenni bei erhöhter Temperatur mit trockenem Chlorwasserstoffgas behandelten, und die Mengen von R₂O und MgO, welche in Chloride übergeführt werden, bestimmten. Nach R. Brauns²⁾ ist diese Methode jedoch nicht einwandfrei. Die Versuche wurden bei 383—412° durchgeführt. Sie schließen daraus auf die Konsti-

¹⁾ F. W. Clarke u. A. E. Schneider, Z. Kryst. 19, 465 (1891); A. E. Schneider, Z. anorg. Chem. 8, 98 (1895).

²⁾ R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1894, I, 205; Z. anorg. Chem. 8, 348 (1895).

tution der betreffenden Silicate und stellen für sie Formeln auf. Sie vergleichen dann die so erhaltenen Konstitutionsformeln mit jenen der Glimmer. Kerrit wäre demnach ein Hydrophlogopit mit drei Molekülen Wasser, Protovermiculit wäre dieselbe Substanz, gemengt mit Hydroklintonit. Jefferisit ist ihnen zufolge eine Mischung von Hydrobiotit mit einem Hydroklintonit im Verhältnis 1:1. Sie kommen auch zu dem Resultat, daß viele Übergänge zwischen Chlorit und Glimmer existieren können. Newlinite ist ein Hydroklintonit mit der Beimischung von Amesit. Painterit ist völlig chloritisch.

Caswellit.

Ein Zersetzungsprodukt des Biotits wurde so genannt.

MgO	5,52
CaO	22,30
Al ₂ O ₃	6,58
Mn ₂ O ₃	15,95
Fe ₂ O ₃	6,85
SiO ₂	38,74
H ₂ O	4,64
	100,58

Dichte 3,54. Härte 2,5—3. Fleisch- bis kupferrot. Leicht spaltbar, aber unelastisch.

Durch Salzsäure zersetzbar, unter Abscheidung von Kieselgallerte. Eine Formel ist nicht berechenbar.¹⁾

Als Fundort wird Franklin Furnace (New York) angegeben. Das Mineral kommt am Kontakt eines granitischen Ganges und des Zinkerzlagers vor.

Voigtit und Eukamptit.

	1.	2.	3.
δ	—	2,91	2,69
Na ₂ O	0,96	—	—
MgO	7,54	13,76	—
CaO	2,04	—	—
MnO	—	2,61	—
FeO	23,01	19,92	—
Al ₂ O ₃	13,40	21,60	14,88
Fe ₂ O ₃	8,42	—	6,36
SiO ₂	33,83	38,13	33,28
H ₂ O	9,87	3,98	—
	99,07	100,00	

1. Voigtit E. E. Schmidts, nach G. Tschermak²⁾ ein Umwandlungsprodukt von Biotit aus Granit vom Ehrenberg bei Ilmenau; anal. E. E. Schmid, Pogg. Ann. **97**, 108.

2. u. 3. Eukamptit A. Kennigotts, aus Ganggranit zwischen Preßburg u. St. Georgen (Ungarn); anal. K. v. Hauer, Sitzber. Wiener Ak. **11**, 609 (1853).

¹⁾ Siehe A. H. Chester, Tr. New York Acad. sc. **13**, 146 u. 207 (1894); Z. Kryst. **26**, 526 (1896).

²⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **49**, 437 (1864).

Willcoxit.

Glimmerartiges Mineral, wahrscheinlich Zersetzungsprodukt von Biotit.

Analysen.

	1.	2.
Li ₂ O . . .	Spur	Spur
Na ₂ O . . .	6,73	6,24
K ₂ O . . .	2,46	2,42
MgO . . .	17,35	17,20
FeO . . .	2,44	2,38
Al ₂ O ₃ . . .	37,49	37,56
Fe ₂ O ₃ . . .	1,26	1,40
SiO ₂ . . .	28,96	29,50
H ₂ O . . .	4,00	3,32
	100,69	100,02

1. Shooting Creek, Clay Co., N. Carolina; anal. G. A. König bei F. A. Genth, Am. Phil. Soc. 19. Sept. 1873, 37.

2. Cullakene Mine, Clay Co.; anal. wie oben.

Eigenschaften. Talkähnlich. Weiße, grünlichweiße und grauweiße Schuppen; perlmutterglänzend.

Vor dem Lötrohre schwer zu weißem Email schmelzbar, durch Salzsäure schwer zersetzbar, wobei sich schuppige Kieselsäure absetzt.

Nach G. Tschermak¹⁾ ein Zersetzungsprodukt von Biotit.

Nach F. A. Genth bildet er sich aus Korund.

Vaalit.

Analyse.

Na ₂ O	0,67
MgO	31,34
Al ₂ O ₃	9,80
Fe ₂ O ₃	6,84
SiO ₂	40,83
H ₂ O	9,72
	99,20

Umwandlungsprodukt des Biotits aus dem im blauen Grund vorkommenden serpentinierten Ölivingestein von der De Beers Mine, Du Toits Pan (S. Afrika); anal. W. Flight bei N. St. Maskelyne u. W. Flight, Q. Journ. Geol. Soc. **30**, 409 (1874).

Eigenschaften. Sechsseitige Säulen mit vollkommener Spaltbarkeit. Farbe graubraun, auch mitunter blau. Sehr kleiner optischer Achsenwinkel. Doppelbrechung negativ.

Vor dem Lötrohre stark anschwellend.

Vgl. auch A. Percy Wagner.²⁾

¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **100**, 93 (1891).

²⁾ A. Percy Wagner, Die diamantführ. Gest. S.-Afrikas (Berlin 1911).

Die quantitative Analyse des Turmalins.

Von P. Jannasch (Heidelberg).

Der Schwerpunkt der Turmalinanalyse liegt in seiner Aufschließung durch Schmelzmittel und in einer sicheren, genauen Bestimmung seines Borsäuregehaltes. Fernerhin sind von besonderer Bedeutung die Wasser-, Fluor- und unter Umständen eine besondere Eisenoxydulbestimmung. Alle übrigen Trennungen bewegen sich in dem Rahmen der allgemeinen Silicatanalysen.¹⁾ Zur Aufschließung des Turmalins kommen die nachstehenden Methoden in Frage:

I. Die Soda- bzw. Soda-Pottascheschmelze.

Hierzu wird das möglichst feine Pulver je nach seinem chemischen Charakter mit der 6—8fachen Menge des Schmelzmittels geglüht usf. Ich bemerke zu den Trennungen der Bestandteile nur die folgenden Einzelheiten: Die Eisen-Tonerdefällung mit Ammoniak filtriert am besten, wenn man zu der kochend heißen salzsäuren Lösung einen gerade deutlich wahrnehmbaren Überschuß von Ammoniak fügt, nur noch kurz nachwärmt und dann sofort filtriert.²⁾ Bei Gegenwart größerer Mengen von Magnesia ist allerdings ein 3—5 minutenlanges Kochen des Niederschlages nicht zu umgehen, obgleich derselbe danach schlechter filtriert und kalkhaltiger wird. Ist gleichzeitig viel Eisen neben viel Magnesia da, so muß man wenigstens 2 mal die erste Ammoniakfällung wiederholen. Trotzdem ist das nach der Trennung von Tonerde und Titan endgültig gewogene Eisenoxyd stets in konzentrierter Salzlösung auf dem Wasserbade (am richtigsten im Porzellan- oder Quarztiegel unter Uhrschaalenbedeckung) aufzulösen und von neuem zu fällen, um das eingeengte Filtrat auf einen, mitunter gar nicht unbedeutenden Magnesiagehalt zu prüfen. Kleine Mengen davon erkennt man erst nach minutenlangem, lebhaftem Rühren der zuvor konzentrierten, mit einigen Tropfen Natriumphosphat versetzten Lösung.

Bei längerem Erhitzen der Ammoniakfällung beachte man auch deren Verunreinigung mit Kieselsäure aus den Gefäßen, was weniger von der Einwirkung des freien Ammoniaks stammt, als von den Hydroxyden, welche in ammoniakalischer kochender Flüssigkeit das Glas angreifen, Chromhydroxyd sogar das Porzellan. — Bei Lithiumturmalinen ist ebenfalls eine wenigstens 3 malige Ammoniakfällung anzufordern, da die Sesquihydroxyde das Lithium hartnäckig festhalten,³⁾ und bei allen Turmalinen auch seines Borsäuregehaltes wegen, um das anfänglich nicht unbeträchtlich mitgefällte Eisen-Aluminium-Borat in die Lösung zu bekommen.⁴⁾

¹⁾ M. Dittrichs Gesteinsanalyse; Analyse der Silicate und Carbonatgesteine von W. Hillebrand, deutsch von E. Wilke-Dörfurt; Gewichtsanalyse, II. Auflage von P. Jannasch; Handbuch der quantitativen Analyse von F. P. Treadwell und andere Lehrbücher.

²⁾ P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1888, I, 196.

³⁾ C. Doelter in Tsch. min. Mit. 1, 522 (1878) und P. Jannasch im N. JB. Min. etc. 1888, I, 196 ff.

⁴⁾ Das der Abscheidung der Kieselsäure vorangegangene Verdampfen der Salzsäure genügt nicht zu einer vollständigen Entfernung der Borsäure. Selbst ein mechanisches Gemisch von starker Salzsäure und Methylalkohol wirkt dafür nicht quantitativ, sondern nur der durch Einleitung von Salzsäuregas in Methylalkohol hergestellte Salzsäure-Methylalkohol (s. später).

Daß bei der durch die große Masse des beigemengten Alkalichlorids erschwerten Ausfällung von Eisen und Tonerde kleine Mengen der letzteren in Lösung verbleiben, ist kaum zu verhüten, aber sie kommen vollständig wieder zum Vorschein beim Eindampfen des mit Essigsäure schwach angesäuerten Gesamtfiltrates und werden dann für sich gesammelt und mit dem Hauptniederschlag vereinigt.

Die Fällung des Eisens und der Tonerde mit Ammonacetat wird dadurch unbrauchbar, daß diese Niederschläge trübe durchlaufen, am Ende die Filter ganz verstopfen und daß das Eisen niemals vollständig mitfällt. Die Fällung mit Ammonformiat ist für genaue Analysen auch nicht fehlerfrei genug.

Eisen, Tonerde und Titansäure trennt man am genauesten durch die Natronschmelze im Silbertiegel usf.¹⁾ — Eine Erleichterung bei hinlänglicher Genauigkeit gewährt auch die Eisen-Tonerdetrennung auf flüssigem Wege, wozu man die Hydroxyde durch andauerndes Erhitzen mit nicht zu verdünnter Salzsäure löst (Abklatschen und sorgsame Extrabehandlung des abgespritzten Filters), filtriert, eintrocknet, wieder mit Wasser und 1—2 Tropfen verdünnter Salzsäure aufnimmt, nun in eine heiße Lösung von 5 g reinem Natron (aus Natrium) in ca. 50 ccm Wasser langsam eintröpfelt, digeriert, filtriert (vorher Verdünnung), annähernd wäscht, nochmals löst (auf dem Filter), eintrocknet und die Fällungsprozedur wiederholt usf. Sehr starke Alkalilauge eignet sich nicht für die Trennung, weil das Eisentrihydroxyd darin merklich löslich ist.

Der Kalk ist mindestens 3 mal als Oxalat zu fällen, um ihn magnesia- und vor allem alkalifrei zu bekommen, und das Ammon-Magnesiumphosphat wenigstens 2 mal. Haben sich in den Kalkfiltraten zu große Ammonsalzmengen angehäuft, so müssen sie vor der Magnesiafällung in der Hauptsache entfernt werden (siehe später hierzu die Salpetersäuremethode). Auch die vorhandene übergroße Natriumchlorid- oder (noch nachteiliger) Kalium-Natriumchloridmenge hält gern etwas Magnesia in Lösung.

II. Die Alkalibestimmung.

Zur Extra-Alkalibestimmung schließt man die Substanz durch Fluorammonium auf. Die Ausführung der Operation erfolgt zweckmäßig in der folgenden Weise. Ein Gramm der höchst fein gepulverten Substanz wird in einer geräumigen Platinschale mit 25 ccm konzentriertem Ammoniak und der gleichen Menge Wasser übergossen, hierauf mit reiner starker Flußsäure übersättigt und auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft. Die eingetrocknete, indessen nicht absolut feuchtigkeitsfreie Salzmasse erhitzt man nun auf dem Nickelbecher²⁾ zum Schmelzen. Durch entsprechendes Neigen und gelindes Schütteln der Platinschale mittels einer Tiegelzange wird das schwere Pulver dem geschmolzenen Fluorammonium untermischt und dadurch die Aufschließung wesentlich unterstützt, die sich unter Übergang der meist dunklen Färbung der Substanz in ein helles Grau zu vollziehen beginnt. Nachdem alles Ammoniumfluorid verdampft ist, werden die Silicofluoride in bekannter Weise durch Schwefelsäure zersetzt,³⁾ wobei ein gleichzeitiger Zusatz von ca. 5 bis

¹⁾ P. Jannasch, Gewichtsanalyse 311.

²⁾ Dasselbst 37.

³⁾ Was nur mit Schwefelsäure gelingt, denn selbst vielfach wiederholte Abrauchungen mit konzentrierter Salzsäure vermögen nicht die äußerst beständigen Silicofluoride zu zerstören.

8 ccm reiner Flußsäure sehr ratsam erscheint, um etwa noch vorhandene Kieselsäure oder Borsäure völlig zu entfernen. Nach dem Abrauchen der Schwefelsäure wird der weiße Salzsäurerückstand mit wenig Wasser und einer reichlichen Menge konzentrierter Salzsäure übergossen und bis zur völligen Lösung im Wasserbade erwärmt. In der Mehrzahl der Fälle geht die Lösung rasch und ohne Hinterlassung eines merklichen Rückstandes vor sich. Macht sich nach längerem Stehen der Platinschale ein Bodensatz bemerkbar, so füllt man alles in ein Becherglas über und kocht unter Zusatz von einigen Kubikzentimetern konzentrierter Salpetersäure kurze Zeit, wodurch das Unlösliche nun in Lösung geht, was durch alleiniges Behandeln mit Salzsäure nicht geschieht. Etwaige Verunreinigungsspuren werden noch durch Filtration entfernt, um aus der klaren Lösung Eisen und Tonerde vorschriftsmäßig durch Ammoniak abzuscheiden. Die Ammoniakfällung muß aus den bereits weiter oben erörterten Gründen 1—2 mal wiederholt werden. Auch kann der Niederschlag selbst vorteilhaft zu Kontrollbestimmungen benutzt werden. Es folgt nunmehr die Eindampfung der mit Essigsäure angesäuerten, vereinigten Filtrate, die Abfiltration von etwa in Lösung gebliebenen Tonerdespuren, die wiederholte Fällung des Kalkes als Oxalat und die Vertreibung der Ammonsalze aus dem Eindampfrückstand in einer möglichst geräumigen Porzellan- oder noch besser in einer Quarzschale. Hierzu wird die vorliegende Salzmasse mit wenig heißem Wasser breiartig zusammengespritzt, mit 15—20 ccm reiner konzentrierter Salpetersäure von 63% Gehalt¹⁾ überschüttet, eingetrocknet, die Operation mit 5—10 ccm der Säure wiederholt, zum Schluß noch 2 mal über Königswasser völlig getrocknet, mit Wasser nebst einigen Tropfen Essigsäure aufgenommen und von Verunreinigungen, wie Kieselsäure usw., abfiltriert. Aus dieser Lösung fällt man die Schwefelsäure durch einen geringen Überschuß von reinem Bleiacetat unter Alkoholzusatz und entbleit das Filtrat, nach Verdunsten des Weingeistes, durch Schwefelwasserstoff. Diese Art der Schwefelsäureentfernung hat vor der Bariumchloridmethode den großen Vorzug, daß weder das Bleisulfat, noch das in der Hitze gefällte Sulfid Alkali einschließt, während das Bariumsulfat Alkalien, besonders Lithion mitreißt und dadurch unter Umständen sogar empfindliche Verluste hervorruft. Das Filtrat von dem Bleisulfat wird mit Salzsäure versetzt, zur Trockne eingedampft und am Ende nach Abtrennung der Magnesia durch die Quecksilberoxyd- bzw. Quecksilberoxalatmethode das Kali von Natron mit Platinchlorid getrennt unter Beachtung der Beobachtung von J. Morozewicz, daß hierzu nur 80% Alkohol benutzt werden darf.²⁾ Ist Lithium zugegen, so werden die Alkalichloride im Kölbchen bis zu 125° getrocknet und mittels wasserfreien Äther-Alkohols das Lithium von Kali und Natron vorerst getrennt. Die Äther-Alkohollösung wird zur Trockne verdampft und der Rückstand nochmals mit Äther-Alkohol unter den gleichen Voraussetzungen extrahiert, um denselben möglichst frei von Natriumchlorid zu erhalten.

Einzelne Analytiker haben auch zur Bestimmung der Alkalien das anhaltend stark geglühte Turmalinpulver nur mit Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen, aber es gelingt damit nur selten, eine wirklich vollständige Lösung des Minerals. Außer dieser Methode kann die von L. Smith mitgeteilte Aufschließung³⁾ mit Kalk bei Gegenwart von Salmiak versucht werden. Indessen

¹⁾ P. Jannasch, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 606 (1912).

²⁾ Siehe dieses Handbuch Bd. III, S. 301 und a. a. O. 323.

³⁾ L. Smith, Journ. prakt. Chem. **60**, 246; Ch. N. **23**, 222, 234; Z. f. anal. Chem. **11**, 85.

dürften Trockenaufschlüsse für den gegen chemische Einflüsse so ungeheuer widerstandsfähigen Turmalin weniger zu empfehlen sein. Durch das zu lange Glühen der entstandenen Alkalichloride sind auch Alkaliverluste zu befürchten und schließlich läßt sich nicht alles Alkali aus dem großen Kalkcarbonatrückstand sicher isolieren.

III. Die Aufschließung durch die Borsäureschmelze.

Zweifellos ist auch für den Turmalin, wie für die Gesteinsanalyse usf., seine Aufschließung mit Borsäureanhydrid¹⁾ die rationellste Methode. Da nach der Verjagung der Borsäure, was vollkommen und nur mit einem kleinen Aufwand von Mühe und Geduld geschieht, einzig und allein die dem Mineral zugehörigen Bestandteile zurückbleiben, ist nunmehr der ganze Trennungsgang ein viel einfacherer und sicher genauerer als unter den mit der Sodaschmelze auf der einen und der Ammonfluoridaufschließung auf der anderen Seite verknüpften komplizierten und langwierigen Arbeitsverhältnissen. Genauigkeit im Verein mit Zeitersparnis geben der Borsäureschmelze bedingungslos den Vorzug vor jeder anderen Methode.

Neuerdings lasse ich diese Aufschließung zweckmäßig in der folgenden Weise ausführen. Da der Turmalin zu den schwer aufschließbaren Silicaten zu rechnen ist, empfiehlt sich die Verwendung einer entsprechend größeren Borsäuremenge als beispielsweise für die meisten Gesteine. Die Borsäureschmelze hat man stets in einem größeren, nicht zu dünnwandigen Platintiegel mit gut aufliegendem Deckel vorzunehmen. Derselbe soll reichlich 50 ccm Fassungsraum bei einem Gewicht von 50—52 g besitzen und glatte Wandungen ohne Verbiegungen und Rillen am Boden zeigen. Man mischt darin etwas über 1 g höchst feines Pulver²⁾ mit 9—12 g Borsäureanhydrid, wozu man mindestens 5 Minuten verwendet, setzt dann einen kleinen, dickstielligen Platinspatel, der in schräger Lage nicht über den Tiegelrand hinausreichen darf, hinein und leitet die Schmelze unter den früher³⁾ angegebenen Kautelen ein. Sobald kein Aufblähen mehr erfolgt, schreitet man allmählich bis zur Gebläseflammenhitze. Für die Feldspat- und Gesteinsanalyse hat sich in letzter Zeit die Verwendung Mékerbrenners (17,3 cm Höhe vom Fuß der Lampe ab gerechnet bei 2,6 cm Flammensiebweite) statt des Gebläses trefflich bewährt, womit man bis zur völligen Klarheit der Masse, oder falls dieselbe opak ausfällt, durchschnittlich $\frac{1}{2}$ Stunde oder länger glüht. Hierbei wird man niemals das Auftreten eines unbedeutenden Sublimats auf der Deckelinnenseite, nicht einmal die Bildung eines matten Hauches davon wahrzunehmen imstande sein. Man faßt jetzt unter geringer Beiseiteschiebung des Deckels den Tiegel mit einer kräftigen Tiegelflange (aus Nickel) und setzt ihn rasch in ein auf dem Boden einer Berliner 600 ccm-Henkelschale stehendes ganz kurzbeiniges Tondreieck, nachdem man vorher die Schale mit einem steifen Brei haselnußgroßer Eisstücke und destillierten Wassers aufgefüllt hat, und zwar so, daß die Flüssigkeit nach dem Hineinbringen des Tiegels knapp einen Zentimeter vom Tiegelrande ab-

¹⁾ Alkalifrei in dünnen Stengelplatten von E. Merck zu beziehen.

²⁾ Man pulvere niemals in kleinen Achatschalen, sondern benutze große und recht tief ausgebohrte Exemplare. — Hierin kann man sich auch direkt (a. a. O. Anmerkungen S. 300) das Borsäureanhydrid, in anfänglich kleinen Portionen, bis zu einem gewünschten Feinheitsgrad pulvern.

³⁾ A. a. O. 301.

steht, zum möglichst plötzlichen Abkühlen noch ununterbrochen mit der Zange neue Eisstückchen an die Metallwand heranschiebend. Man vergesse nicht, auf den wieder zugedeckten Tiegel baldigst ein Gewichtsstück (50 g) zu legen. Nimmt man den völlig erkalteten Tiegel aus dem Eisbade, trocknet ihn sauber mit einem Leinentüchelchen ab und kehrt ihn in einer großen glatten, wenigstens 1000 ccm fassenden Berliner Henkelschale (unter Beseitigung des Deckels) um, so fällt die Schmelze von selbst (ohne jede besondere Nachhilfe durch Drücken) heraus, worauf man nach Entfernung des Tiegels sofort mit einem großen Uhrglas bedeckt, um jeden Verlust durch Abspringen von Splintern zu vermeiden. Die Schale selbst stand während der ganzen Manipulation zur Kontrolle des Vorganges auf einem Bogen Filtrierpapier.

Ein solcher Platintiegel hat jetzt bei mir bereits die zwölfte Schmelze durchgemacht und sieht noch wie neu aus ohne jedwede Wandverbiegung. Borsäureanhydrid greift beim Schmelzen das Platin nicht im geringsten an, was sich von den Alkalicarbonatschmelzen nicht bestimmt behaupten läßt.

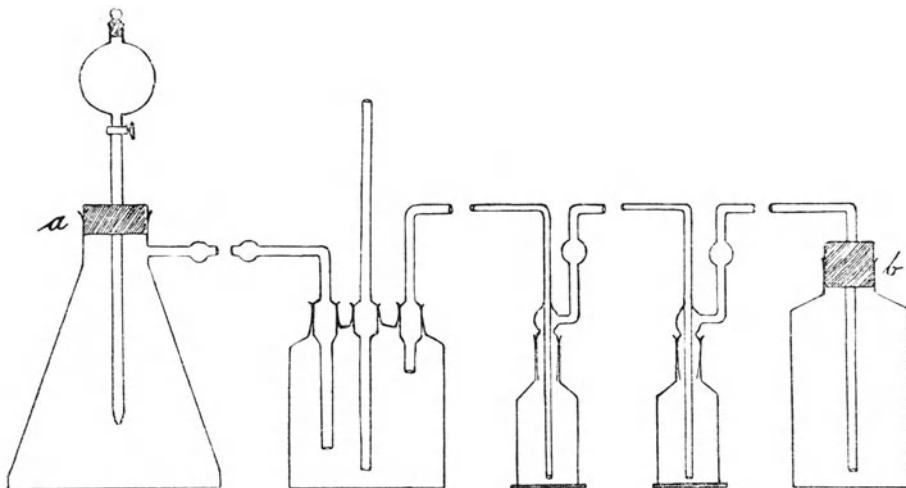


Fig. 17.

Den zur Lösung der Schmelze dienenden Salzsäuremethylalkohol stellt man sich in dem hier abgebildeten Apparat her: Er besteht aus einer sog. Saugflasche von 2,5 Liter Fassungsraum, deren Boden man mit einer mehrere Zentimeter hohen Schicht von grobem Kochsalz überschüttet, danach zu $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{3}$ seines Volumens mit möglichst konzentrierter Salzsäure¹⁾ anfüllt, woraus man durch passendes Zutropfen von konzentrierter Schwefelsäure aus einer geräumigen Tröpfelbirne (von 300–500 ccm Inhalt) einen stundenlangen kräftigen Salzsäurestrom entwickeln kann. Derselbe geht zunächst durch eine 3 fach tubulierte, mit Einschliffröhren versehene 600–800 ccm-Wulffflasche, sodann durch zwei schmale, etwa 150 ccm fassende Einschlifftrockenzylinder, von denen nur der erste eine kleine Menge Methylalkohol enthält, während der zweite leer bleibt, und am Ende in die mit $\frac{3}{4}$ Liter Methylalkohol ge-

¹⁾ Reiner, nicht roher, weil letztere meist schwefelige Säure enthält.

füllte ungefähr 1200 ccm große Absorptionsflasche. Der Flaschenhals *a* ist durch einen Kautschuk-, *b* durch einen Holzkork verschlossen.

Die Wulffsche Flasche fülle man nur mäßig an, des Druckes und des Spritzens wegen. Die Röhrenverbindungen liegen sämtlich in derselben Horizontalen, um Schlauch, den die Salzsäuredämpfe unbrauchbar machen, zu sparen. Das Absorptionsgefäß steht in kaltem Wasser. Es darf nicht zu stark angefüllt werden, da sich sein Inhalt durch die Salzsäureaufnahme nicht unbedeutend vergrößert. Der Verschluskkork desselben besitzt eine seitliche Rille zur Verhütung jedweden Druckes darin. Den Methylalkohol hat man vor seiner Sättigung über einer kleinen Lage Ätzkalk abzudestillieren. Zur wirksamen Umgehung des leicht hierbei auftretenden Stoßens hängt man einen an der Spitze mit einem scharfen Schiefschnitt versehenen festen Bindfaden, beschwert durch einige darangebundene Glasperlen, durch den Kork festgeklemmt, in die Flüssigkeit hinein. Um einen recht wirksamen Salzsäuremethylalkohol zu erhalten, muß man mindestens 2—3 Stunden den Gasstrom einleiten, mitunter bis zur annähernden Sättigung. Welche Schmelzen zur Lösung einen mehr oder weniger hohen Salzsäuregehalt verlangen, wird leicht die eigene Erfahrung lehren.

Die in der großen Henkelschale¹⁾ befindlichen Schmelzstücke übergießt man nunmehr mit 150—200 ccm des so erhaltenen Lösungsmittels, stellt das Ganze auf einen größeren mit befestigtem Asbestdrahtnetz versehenen hohen Dreifuß und erwärmt unter fleißigem, am besten ununterbrochenem losen Rühren, mit einem kleinen Flämmchen so, daß die Flüssigkeit bis in gelindes Sieden gerät, zeitweise das Verdampfte durch erneuten Zusatz ergänzend und am Ende immer mehr und mehr eindampfend. Ist der kleine Platinspatel frei von Schmelze, so wird er entfernt, wozu ich einen langen schmalen Porzellanspatel zum Hinaufschieben und eine mit Platinspitzen versehene Pinzette zum Fassen und Abspritzen gebrauche.

Gleichzeitig kann man jetzt auch die im Platintiegel gewonnene Lösung der dort zurückgebliebenen dünnen Schmelzschicht mit der Hauptlösung vereinigen. Hierzu hatte man den Tiegel bis über die Schmelzgrenze hinaus mit Salzsäuremethylalkohol gefüllt, längere Zeit bedeckt auf einem nur schwach erwärmten Wasserbade (im Porzellanringe) stehen gelassen, worauf man sich mit Zuhilfenahme der Federbürste²⁾ überzeugt, daß nichts mehr den Metallwänden anhaftet und schließlich alles quantitativ mit der Spritzflasche³⁾ herausspült. Hiernach wird stark konzentriert und endlich auf dem mäßig heißen Wasserbade fast eingetrocknet, der Schaleninhalt (inkl. Glasstab) zusammengespritzt, von neuem auf 50—75 ccm Flüssigkeitsvolumen gebracht, wiederum beinahe eingetrocknet und diese Operation 3—4 mal wiederholt.⁴⁾ Schon an der restierenden geringfügigen Menge läßt sich die Verflüchtigung aller Borsäure erkennen, oder man prüft noch die mit der Hand fortgewehrten Dämpfe geschickt auf die grüne Borsäureflamme. Entzündet sich hierbei die Schalen-

¹⁾ Am schönsten bewährt sich hier unsere große Platinschale (a. a. O. 301), an deren Rändern sich keine Borsäureflocken ansetzen. Im chemischen Sinne am tadel—theuesten würde freilich eine große Quarzschale sein.

²⁾ M. Dittrichs Chem. Praktikum. Quantit. An. S. 9, 10.

³⁾ Man hält sich in einer 300 ccm-Einschliffspritzflasche mit dünnem Strahl Salzsäuremethylalkohol zum Gebrauche vorrätig.

⁴⁾ Bei den Schlußtrocknungen muß eventuell umgerührt werden, wenn man einen Verlust durch Spritzen sicher vermeiden will.

lösung, so bedeckt man rasch mit dem paratliegenden Uhrglase. Jetzt kann alles scharf getrocknet werden, indem man die dem Glasstabe anhaftenden Anteile mit einem zweiten beseitigt und schließlich beide Stäbe zum Zerkleinern der Masse benutzt. Ein besonderes Erhitzen auf 108° erscheint hier nicht geboten, denn eine aus Methylalkohol abgeschiedene Kieselsäure ist etwas anderes als eine von einer salzsauren Natriumchloridlösung getrennte, aber es muß ebenfalls das Filtrat von der vorher mit 5 ccm konzentrierter Salzsäure und 50 ccm Wasser (Erwärmen usw.) behandelten Hauptkieselsäure noch einmal eingedampft und der Rückstand anhaltend (wieder nur auf dem Wasserbade) getrocknet werden. Man vermeidet so besser die Regeneration von unlöslichem Silicat. Ob noch eine dritte Eintrocknung notwendig ist, hängt von der chemischen Natur des vorliegenden Silicats ab.

Die charakteristische mehr oder weniger bräunliche Farbe der ausgeschiedenen Kieselsäure rührt nicht von kohligen oder anderen Beimengungen her, sondern stellt offenbar ein besonderes Kieselsäurehydrat bzw. -methylat dar, denn beim Erhitzen desselben nimmt es auffallend rasch eine rein weiße Farbe an.

Die kleine mit der Lösung und der Eintrocknung der Schmelze verbundene Mühe lohnt sich jetzt reich im Trennungsgange durch den Fortfall all der zahlreichen Versuchsfehler und Umständlichkeiten, welche die nicht in die eigentliche Analyse hineingehörenden Nebenstoffe dem Analytiker sonst bereiten.

Die Durchführung des Trennungsganges kann nun nach den Angaben des Verfassers¹⁾ und Dittrichs Gesteinsanalyse geschehen: Mehrmalige Fällung von Eisen, Thonerde und Titan durch Ammoniak, 2 malige Fällung des Kalkes als Oxalat, Verjagung der Ammonsalze mit Salpetersäure, am Ende mit Königswasser (w. o.), Abscheidung der Magnesia durch Quecksilberoxyd oder bei Gegenwart an sich vorhandener oder zufällig hineingeratener kleiner Sulfatmengen durch Quecksilberoxalat (w. o.) und die Alkalitrennung, wie gleichfalls schon angegeben wurde.

An dieser Stelle ist darauf aufmerksam zu machen, daß sich einige wenige Borsäureschmelzen aus seltenen Silicaten, die kleine Chrommengen enthalten, wie bei einigen Granaten schon früher²⁾ beobachtet wurde, nicht absolut vollständig in dem Salzsäuremethylalkohol lösten, sondern mehrere kleine, harte, unlösliche, aber durchsichtige Schmelzfragmente lieferten.³⁾ In einem derartigen Falle dampfe man ruhig mehrmals vollständig bis zu dem geringen Rückstande ein, welcher nur noch sehr geringe Mengen Borsäure enthält, worauf man ihn nunmehr mit starker Salzsäure (1:1) erwärmt und hierzu die jetzt ebenfalls mit Salzsäure leicht erzielte Lösung der Platintiegelreste fügt. Nachdem man dann alles zusammen eingetrocknet hat, verjagt man am Ende den noch vorhandenen Borsäurerest durch neue Eintrocknungen nur mit Salzsäuremethylalkohol. Auch darf am Schluß obiger, in einigen Punkten vereinfachten Ausführung der Borsäureaufschließungsmethode nicht die Angabe fehlen, daß bis jetzt nur die schwarzen Eisenturmaline der Borsäureschmelze unterworfen worden sind und sich damit leicht zersetzen ließen, aber noch nicht eine

¹⁾ P. Jannasch, a. a. O. 309 ff.

²⁾ M. Seebach, Inaug-Diss. Heidelberg 1906, 38 ff.

³⁾ Sie können sich übrigens auch am Schluß in der übrigbleibenden ganz konzentrierten Salzsäure lösen. Mit der zunehmenden Menge der in Lösung gehenden Metallchloride erhöht sich weiterhin die Lösungskraft in der Flüssigkeit.

größere Anzahl heller Turmaline. Sollte sich darunter ein oder der andere finden, wo die Aufschließung unter den gewöhnlichen Glühtemperaturen versagt, so wird gewiß die Schlußschmelze vor dem Sauerstoffgebläse¹⁾ den vollkommenen Aufschluß bewirken. In einem anderen Ausnahmefalle dieser Art konnte ich die Aufschließung durch Zusatz von 25—30% Quarzpulver unter den gewöhnlichen Verhältnissen erreichen. Quarz löst sich in schmelzender Borsäure zu einem völlig klaren Glase, welches noch eine höhere chemische Aufschließungskraft besitzt als die Borsäure allein. Außer meiner ersten ausführlichen Mitteilung der Borsäuremethode in meiner Gewichtsanalyse hat diese noch Aufnahme gefunden in Dittrichs und in Hillebrands Gesteinsanalyse, sowie in Schwanerts Übungsbeispielen. Hillebrand²⁾ beklagt die zu große Verunreinigung der Zugschranke nach einer Reihe von Analysen und befürchtet etwas Alkaliverlust infolge der Flüchtigkeit des Natriumborats in der Gebläsehitze. Der erste Einwurf ist an sich schon hinfällig als ein Abhängigkeitsfaktor von der zur Verfügung stehenden Laboratoriumseinrichtung bzw. der nicht der Rede werten gelegentlichen Reinigung des Abzuges von den darin abgelagerten Borsäureflocken. Ich habe bei den vielen Silicatanalysen in unserem Laboratorium, und wir arbeiten nur noch nach dieser jeder anderen überlegenen Methode, nie im geringsten darunter gelitten und stets bei einer neuen Analyse auch über einen tadellos sauberen Zugschrank verfügt. Der zweite Vorwurf ist ein rein theoretischer. Es wird ja nicht mit Natriumborat aufgeschlossen, sondern mit einem alkalifreien Material, und ein Schmelzgemisch von Borsäureanhydrid mit einer relativ sehr geringen Menge von Alkaliborat wird, wenn sich überhaupt etwas daraus verflüchtigt, zunächst nur Borsäure als den flüchtigeren Anteil abgeben. Ferner befindet sich das Alkali nicht bloß als Alkaliborat, sondern als Silico-Alkaliborat in der Schmelze, eine Verbindung, erst recht geeignet, das Alkali in einer übergroßen Menge Borsäure fest und zurückzuhalten. Wie ich schon oben erwähnte, beobachtet man bei der Verwendung des Mékerbrenners keine Spur von Sublimat am Platintiegeldeckel, und vor dem Gebläse zeitweilig aufgetretene geringe Sublimat enthielten bei ihrer speziellen Prüfung kein Alkali. Sollte eventuell das Sauerstoffgebläse aus der Gesamtschmelzmasse wirklich einmal Spuren von Alkali herausdestillieren, so kann auch in einem solchen, kaum denkbaren Ausnahmefalle die Methode dadurch gerettet werden, daß man die Endschmelze in einem mit gutem Deckelverschluß versehenen oder in einem besonders hochwandigen Tiegel vornimmt. Wenn theoretisch doch noch ein kleiner Fehler der Methode anhaften sollte, so könnte man ihn eher in der Mitverflüchtigung von Kieselsäurespuren als Siliciumchlorid bei der Lösung der Schmelze in Salzsäuremethylalkohol suchen. Aber auch diese Annahme erscheint höchst unwahrscheinlich, da für die Entstehung einer derartigen Reaktion das zur Verwendung kommende Lösungsmittel zu viel Wasser enthält.

Die Borsäuremethode ist und bleibt also die rationellste und zugleich praktischste Methode der Silicatanalyse als einfach, sicher, genau und zeitsparend.

¹⁾ P. Jannasch, A. a. O. 301 Anm. 4; Berichte **32**, 1671 (1899); Z. anorg. Chem. **12**, 219 (1896). An Stelle des Gebläses dürfte wohl der elektrische Ofen einfacher und vorteilhafter sein, was bei dem nächsten gegebenen Ausnahmefalle versucht werden soll.

²⁾ Seite 81 der deutschen Ausgabe seiner Silicatanalyse durch Ernst Wilke-Dörfurt.

IV. Die Borsäurebestimmung.

1. Die Magnesiumboratmethode.

Es ist das von Bodewig verbesserte Marignacsche Verfahren.¹⁾ Da bei dieser Bestimmung die Beobachtung einer Menge von Vorsichtsmaßregeln eine zu wesentliche Rolle spielt, so liefere ich hier eine gründliche Beschreibung derselben in der von mir angewandten Art ihrer Ausführung.

Etwas über 1 g Borsilicat wird mit der 6fachen Menge an reinem calciniertem Kaliumcarbonat geschmolzen, zunächst über der gewöhnlichen Gasflamme (unvollkommene Schmelze) und dann kürzere Zeit vor dem Gebläse, wobei erst die lebhafte Reaktion vor sich geht. Man läßt die Schmelze sich rasch abkühlen (Hineinhalten des noch glühenden Tiegels in kaltes Wasser), da sie sich sonst schlecht vom Platin ablöst, behandelt sie mit heißem Wasser (Platinschale), bis sie vollkommen zu Pulver zerfallen ist (Zerdrückung mit Glasstabpistill) und digeriert die Masse unter Zusatz von Fließpapierschnitzeln (quantitativen Filtern entnommen) so lange, bis sich alle Mangansäure vollkommen zu unlöslichem Manganhydroxyd reduziert hat, die Flüssigkeit also entfärbt erscheint, damit später das Magnesiumcarbonat nicht etwa manganhaltig wird. Methylalkohol zur Reduktion des Kaliummanganats zu benutzen, erscheint bedenklich gegenüber einer eventuellen Entstehung von flüchtigem Borsäuremethylester. Jetzt wird abfiltriert und mit kochendem Wasser anhaltend ausgewaschen, um sicher alle Borsäure in Lösung zu bekommen. Den unlöslichen Rückstand löst man probeweise in Salzsäure, um sich von der vollständig erfolgten Aufschließung der Substanz zu überzeugen und die salzsaure Lösung zu einer Probe auf Vorhandensein von Borsäure (mit Curcumpapier) zu unterziehen.

Zum alkalischen Borsäurefiltrat fügt man 5—6 g reinen Salmiak ($\frac{4}{5}$ des angewandten Kaliumcarbonats) und 5—10 ccm konzentrierten Ammoniak und verdampft entsprechend, worauf man von der abgeschiedenen Kieselsäure und Tonerde abfiltriert. Ist das Filtrat nicht absolut klar, so konzentriert man von neuem unter Ammoniakalischhalten und filtriert zu passender Zeit von einigen Flocken Niederschlag ab. Zu dem letzteren Filtrat kommt nun das zur Überführung in Magnesiumborat erforderliche Magnesiumsalz (die 14fache Menge des mutmaßlichen Borsäuregehaltes [6%] = $0,85 - 1 \text{ g MgCl}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$), worauf konzentriertes Ammoniak zugesetzt und zur vollkommenen Trockne gebracht wird, am Schluß unter stetem Rühren mit einem Platinspatel. Den Trockenrückstand erhitzt man anfänglich einige Zeit auf einem offenen Luftbade und zum Schluß erst mit freier Flamme zur Verjagung der Ammonsalze. Zu beachten ist bei den vorgeschriebenen Manipulationen vor allem, daß bei dem Verdampfen die Flüssigkeit stets deutlich ammoniakalisch bleibt und niemals eine saure Beschaffenheit annimmt (Dissoziation des Ammoniumchlorids), weil damit sofort Borsäureverluste Hand in Hand gehen, ferner beachte man auch, daß nach dem Fortglühen der Ammonsalze bei möglichst klein zu wählender Flamme noch eine geraume Zeit ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde) mit voller Flamme kräftig geglüht wird, um dadurch die Borsäure reicht vollständig in das unlösliche Magnesiumborat überzuführen. Den so geglühten Rückstand extrahiert man

¹⁾ Bodewig, Groths Zeitschr. f. Krystallographie **8**, 211 (1883) und N. JB. Min. etc. 1884, II. 14.

mit heißem Wasser, filtriert ab und wäscht den unlöslichen Teil auf einem kleinen Filter gut aus (ebenfalls mit heißem Wasser). Das Filtrat hiervon muß noch einer Magnesiabehandlung (mit 0,5—0,75 g kristallisiertem Chlorid) unterzogen werden unter erneutem Zusatz von 1,5—2 g Salmiak, Verdampfung der deutlich ammoniakalischen Flüssigkeit usw. Die beiden das Magnesiumborat enthaltenden Filter werden im gewogenen Platintiegel verascht und die Präparate mit einem Glasstäbchen innig gemischt, mit Wasser durchtränkt, von neuem getrocknet und geglüht bis zur Gewichtskonstanz.¹⁾ Von dem erhaltenen Magnesiumborat muß eine Bestimmung der darin befindlichen Magnesia und der als Beimengung vorhandenen Kieselsäure, sowie eine Probe auf Chlorgehalt gemacht werden. Zu der letzteren nimmt man nicht mehr als höchstens 0,5 g, um damit nach längeren Stehenlassen mit starker, kalter Salpetersäure, Verdünnung, Filtration usw. die Prüfung mit Silberlösung anzustellen. Handelt es sich nicht bloß um Spuren von Chlor (opalisierende Trübungen), so muß das ausgefallene Chlorsilber gewogen und in Rechnung gebracht werden. Die im Platintiegel verbliebene Hauptmenge an Magnesiumborat wird zurückgewogen und in einer Platinschale wiederholt mit Salzsäure eingedampft zur möglichsten Entfernung der Borsäure.²⁾ Schließlich trocknet man die krümelig gerührte Masse bei 108°, durchfeuchtet sie mit starker Salzsäure, verdünnt, erwärmt $\frac{1}{4}$ Stunde auf dem Wasserbade, filtriert und wägt den ungelöst gebliebenen Teil. Derselbe besteht aber nicht bloß, wie eine besondere Untersuchung auf Grund des metallgrauen Aussehens der Verbindung lehrte, aus Kieselsäure, sondern auch aus metallischem Platin.

Die erhaltene salzsaure Magnesiumlösung fällt man unter den bekannten Vorsichtsmaßregeln mit Natriumphosphat. Es ist anzuraten, sich hierzu nur des gewöhnlichen Binatriumphosphats ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$) zu bedienen und nicht das neuerdings empfohlene sog. Phosphorsalz ($\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$) zu nehmen. Man hat gerade mit letzterem Doppelsalze schlechte Erfahrungen gemacht, denn diese Fällung gibt öfters zu hohe Zahlen, und erst die Wiederlösung des Niederschlages in Salzsäure und dessen nochmalige Ausscheidung mit Ammoniak unter Zusatz von nur ein paar Tropfen Natriumphosphatlösung liefert konstante Werte. Es scheint also das Ammoniumnatriumphosphat, in etwas größerem Überschuß vorhanden, unter komplizierter Doppelbildung von dem Magnesiumniederschlag etwas mitgerissen zu werden. Ein solcher Niederschlag zeigt dann beim Glühen im Platintiegel Schmelzpartien.

Man hat aber jetzt anzunehmen, daß das Ammonmagnesiumphosphat noch vorhandene Borsäure (w. o.) mitreißt, so daß die völlige Verjagung der letzteren durch Salzsäuremethylchlorid für eine richtige endgültige Magnesiumbestimmung in dem dargestellten Magnesiumborat unbedingt notwendig ist.³⁾

Anmerkung: Nur annähernd genau läßt sich die Borsäure neben der Kieselsäure als Borfluorkalium, $\text{BF}_3 \cdot \text{KF}$, isolieren, weil letzterem Kieselfluorkalium (als nicht vollständig zersetzbar und abscheidbar als Kieselsäure durch die vorgeschriebene Ammoniakbehandlung) beigemischt bleibt (vgl. Näheres a. a. O.). Auch eine vorhergehende voll-

¹⁾ Man achte hier auf einen Beschlag am Platintiegeldeckel (Kaliumchlorid!).

²⁾ Was jetzt rasch und glatt durch Salzsäuremethylalkohol geschehen kann (vgl. w. o.).

³⁾ Die Magnesiumboratmethode wurde hier ausführlich beschrieben, weil sie auch unter einfachen Laboratoriumseinrichtungen von dem Mineralogen ausgeführt werden kann. Die Verflüchtigung der Borsäure als Methylester in besonderen Apparaten verlangt eine diffizilere Behandlungsweise und setzt den geübten chemischen Fachmann voraus. Die Wägung der Borsäure als Magnesiumborat liefert im Mittel den B_2O_3 -Gehalt um 1% zu niedrig.

ständige Abscheidung der Kieselsäure aus der Kaliumcarbonatschmelze durch Ammoncarbonat oder Zinkoxydammoniak (einer Lösung von Zinkhydroxyd in Ammoniak) leidet an Unsicherheiten, weil gleichzeitig Tonerde vorhanden ist, wodurch Borsäure mitgefällt wird.

2. Die Borsäureverflüchtigung.

Vor kurzem habe ich gemeinschaftlich mit Fr. Noll eine ganz neue Methode der Borsäurebestimmung im Turmalin ausgearbeitet, welche darin besteht, daß man zirka 0,4 g feines Mineralpulver im Platintiegel mit einem Gemenge von 0,2 g Na_2HPO_4 mit 2 g pulverisierter Metaphosphorsäure (acidum phosphoricum glaciale) zusammenschmilzt. Die Schmelze, leicht löslich in Phosphorsäure, wird in einem besonderen, einfachen Apparat mit Methylalkohol destilliert, das Destillat unter Zusatz überschüssiger $\frac{1}{5}$ - $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ -Lösung eingetrocknet, gegläht, gelöst und nun die darin enthaltene Borsäure mit $\frac{1}{5}$ - HCl unter Anwendung von Methylrot, Glycerinzusatz und Phenolphthalein titriert. Die genaue Beschreibung der Methode in allen ihren Einzelheiten ist hier nicht wohl zugänglich und muß ich dieserhalb zunächst auf Fr. Nolls Inaugural-Dissertation „Über die quantitative Bestimmung der Borsäure“, Heidelberg 1913 (Buchdruckerei Ferd. Steinhardt & Cie., Mannheim, G. m. b. H.) und auf unsere demnächstige Abhandlung im Journ. prakt. Chem. verweisen. — Sie liefert durchweg um 1% höhere Borsäurezahlen als das Bodewigsche Verfahren (s. w. o.), Werte, welche der chemischen Konstitution des Turmalins vollkommener wie überhaupt der Mehrheit der bisherigen Resultate entsprechen. Unsere neue Methode, an chemisch reinen Boraxkristallen erprobt, gab auf 0,1—0,2% untereinander übereinstimmende Resultate und bewährte sich auch als genau bei der Analyse des Datoliths und Boracits. — Die Gooch-Rosenblattsche Art der Verflüchtigung der Borsäure als Methylester habe ich des Näheren in meiner Gewichtsanalyse aufgenommen.¹⁾

Fluorbestimmung.²⁾

Zur Aufschließung wird das feingepulverte Mineral (wenigstens 1 g) genau mit der 6 fachen Menge Dikaliumcarbonat innig gemischt und darauf nur vermittelst einer einfachen Gasbrennerflamme, aber nicht vor dem Gebläse geschmolzen;³⁾ es genügt ein 15—20 Minuten dauerndes Glühen, um einer vollständigen Zersetzung des Silicats sicher zu sein. Tritt bei der Übergießung der Schmelzmasse mit Wasser durch vorhandenes Kaliummanganat Grünfärbung der Flüssigkeit⁴⁾ auf, so setzt man kurz vor dem Abfiltrieren eine kleine Menge Methylalkohol zu, welcher eine sehr rasch erfolgende Entfärbung der Lösung bewirkt. Das alkalische Filtrat verdampft man nach dem Zusatz eines reichlichen Überschusses an Ammoncarbonat fast bis zur Trockne ab, fügt noch einmal Wasser und wenig Ammoncarbonat hinzu und wiederholt die Konzentration; man muß nun, nach der entsprechenden Verdünnung mit Wasser, die Flüssigkeit vor dem Abfiltrieren mindestens 6—12 Stunden in der Kälte stehen lassen, um eine möglichst vollständige Fällung der Kieselsäure zu

¹⁾ Z. f. anal. Chem. **26**, 18 und Proceed. of the Amer. Acad. of Arts and Sciences 1886—87, 167; ferner a. a. O. 392.

²⁾ Pogg. Ann. **79**, 115, 116, 125 u. 126 (1850) und N. JB. Min. etc. 1883, II, 123.

³⁾ Man bediene sich hierzu eines etwas größeren Tiegels von ca. 35—40 g Gewicht und lasse ihn nur bis zur Mitte in Rotglut kommen.

⁴⁾ Zum Auflösen, Eindampfen usw. dürfen nur Platinschalen genommen werden.

erreichen. Das Filtrat von der Kieselsäure wird zuerst mit Salzsäure schwach übersättigt und dann von neuem durch Sodalösungszusatz stark alkalisch gemacht. Die Ausführung dieser Operation läßt sich sehr bequem übersehen, wenn man einen schmalen Streifen Lackmuspapier in die Platinschale wirft, welcher in der schwach sauer werdenden Flüssigkeit an die Oberfläche derselben steigt und weiter das Vorhandensein des nötigen Sodaüberschusses durch Wiederuntersinken und Liegenbleiben auf dem Boden des Gefäßes anzeigt. Erscheint nach dem Sodazusatz die Flüssigkeit milchig trübe, so erwärmt man sie kurze Zeit auf dem Wasserbade, wobei die Trübung zu filtrierbaren Flöckchen zusammengeht. Das von der Kieselsäure befreite klare Filtrat wird mit einem großen Überschuß von neutraler eisenfreier Chlorcalciumlösung versetzt und nach dem Umrühren bis zum Kristallinischwerden und Absetzen des Niederschlages mindestens 12 Stunden stehen gelassen; erst danach filtriert man, verascht das Filter mit möglichst kleiner Flamme, glüht schließlich nur schwach, löst das erkaltete Calciumcarbonat in Essigsäure, dampft die Lösung zur Trockne, nimmt den Rückstand nur in Wasser auf, läßt das restierende Calciumfluorid sich absetzen, filtriert und wäscht kalt aus.

Man vermeide es, das so dargestellte Calciumfluorid im Platintiegel zu heftig zu glühen. Das vorliegende Präparat ist stets durch gelindes Erwärmen mit konzentrierter Schwefelsäure auf seinen Fluorgehalt zu prüfen; auch kann dasselbe zur Kontrolle quantitativ in Calciumsulfat übergeführt und dieses gewogen werden.

Diese Methode arbeitet sicher und erlaubt die genaue Feststellung eines Fluorgehaltes bis unter 0,1% F.

Außerdem besitzen wir noch eine Methode, das Fluor als Siliciumfluorid zu isolieren, indem man die betreffenden Verbindungen mit feinem Quarzpulver mengt und sodann durch konzentrierte Schwefelsäure bei 150° zersetzt. Das hierbei entwickelte SiF₄ wird in einem mit Wasser durchtränkten Bimssteinrohr absorbiert ($2\text{SiF}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_4\text{SiO}_4 + 2\text{H}_2\text{SiF}_6$) und darin gewogen. Diese Methode wurde speziell von C. R. Fresenius ausgearbeitet und in seiner quantitativen Analyse I, 432 ausführlich beschrieben, weshalb hier darauf verwiesen sein möge.

Für die Silicatanalyse ist das Verfahren zu kompliziert und der Apparat zu kompendiös, daher der Kaliumcarbonatschmelze usf. der Vorzug gilt.

Alle auf einer Glasätzung beruhende Methoden sind als indirekte für wissenschaftliche Untersuchungen zu wenig befriedigend und mehr für bestimmte praktische Aufgaben geeignet.

Die Eisenoxydulbestimmung.

Zur Entscheidung der unter Umständen wichtigen Konstitutionsfrage, ob ein eisenhaltiger Turmalin neben seinem Eisenoxydulgehalt auch Eisenoxyd enthält, stehen zurzeit nur die Mitscherlichsche Lösungsmethode¹⁾ mit konzentrierter Schwefelsäure (4 Teile:1 Teil Wasser) im zugeschmolzenen Kaliglasrohr und diejenige mit einem Gemenge von Schwefelsäure und Flußsäure (nach W. Suida)²⁾ zur Verfügung. Frühere Versuche über diesen Gegenstand besagten, daß die

¹⁾ E. Mitscherlich, Journ. prakt. Chem, **81**, 108; **83**, 455 und C. R. Fresenius, Z. f. anal. Chem. **1**, 56.

²⁾ C. R. Fresenius, Z. f. anal. Chem. **17**, 213.

magnesiarmer Eisenturmaline mit Schwefelsäure leichter, hingegen die magnesia-reichen viel schwerer dadurch aufschließbar sind,¹⁾ weshalb für letztere nur das Suidasche Verfahren anwendbar ist. Hierzu kann man aber nur ein Schlämm-pulver²⁾ nehmen, das wenigstens 2 Stunden lang nach dem innigen Verrühren mit Wasser in einem hohen, schmalen Zylinderbecher suspendiert bleibt. Dementsprechend ist auch das Verpulvern in einer großen und tiefen Achatschale bis zur äußersten Feinheit durchzuführen. Das Abhebern der Suspension erfolgt mit einem dünnröhrigen Heber, dessen Eintauchspitze 2 cm hoch nach oben umgebogen ist. Die verschiedenen Abhebungen läßt man dann vereint noch so lange stehen, bis man den größten Teil des geklärten Wassers mechanisch entfernen kann, während man den Rest in einer Platin- bzw. Quarzschale eintrocknet. Dann werden 0,7—1 g mit Hilfe eines Röhrentrichters in die Einschmelzröhre gebracht, zirka 16 Tropfen Wasser hineingespritzt und durch Schütteln nebst Klopfen gemischt, worauf man 10 ccm von der Schwefelsäure 4:1 nachfüllt, 4—5 g starke Flußsäure hinzumengt und endgültig unter Schütteln mischt. Vor dem Zuschmelzen wird die Luft durch Zusatz von etwas Natriumbicarbonat verdrängt. Über die Länge der Erhitzungsdauer im Bombenofen, unter normalen Verhältnissen 4—6 Stunden auf 180—200°, kann nur die chemische Natur des gegebenen Turmalins entscheiden, was durch eine zeitweise Herausnahme des Rohres und Prüfung des Rückstandes auf Entfärbtsein kontrolliert werden muß, ferner durch die übereinstimmenden Resultate, die verschiedene Erhitzungszeiten liefern. Bei der Titration des in Lösung gegangenen Ferrosalzes mit Kaliumpermanganat ist das von M. Dittrich³⁾ Beobachtete zu berücksichtigen.

Die Wasserbestimmung.

Neben der Dittrich-Eitelschen Einführung des Quarzrohres⁴⁾ in die Wasserbestimmung hydroxyl- und fluorhaltiger Silicate halte ich die Bleioxyd- oder die Boraxschmelze für die zweckmäßigste Art der Wasseraustreibung im Turmalin. Der Kalium-Natriumcarbonatschmelze von L. Sipöcz haftet doch der Grundversuchsfehler an, daß das bei der Substanzmischung damit angezogene Wasser mehr oder weniger chemisch gebunden wird und dann bei der 130°-Trocknung nicht vollständig entweicht, was sogar bei dem Natriumcarbonat nach F. P. Pauls Versuchen erst bei 250° erfolgt, während zu langes vorsorgliches Erhitzen bereits ein allmähliches Einsetzen der chemischen Reaktion im Gefolge haben kann.

Bleioxyd⁵⁾ ist leicht wasserfrei zu erhalten und nicht viel schwieriger sicher pulveriges Boraxpulver,⁶⁾ dazu schließen beide die im Trockenrohr selbst ausführbare Mischung ausgezeichnet auf. Neuere Versuche von mir durch starkes Glühen eines Gemenges von Turmalin- und Quarzpulver in

¹⁾ Siehe auch John Francis Williams über den Monte Amiata in Toscana und seine Gesteine. Inaug.-Diss. (Göttingen 1887), 25 (Druck von E. Schweizerbart in Stuttgart).

²⁾ P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **22**, 216 (1889).

³⁾ Über Eisenoxydulbestimmung in Silicaten. Aus den Berichten über die Versammlungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins. 43. Versammlung zu Bad Dürkheim am 29. März 1910, 92 u. 93 (J. Langs Buchdr., Karlsruhe).

⁴⁾ M. Dittrich u. W. Eitel, Sitzber. d. Heidelb. Ak. d. Wissensch. Abteilung A, Jahrg. 1912, 2. Abhandlung. Hierzu siehe dieses Handbuch Bd. III, S. 301 Anm. 3.

⁵⁾ A. a. O. 358 und P. Jannasch u. J. Locke, Z. anorg. Chem. **6**, 168 (1894).

⁶⁾ A. a. O. 353 und Z. anorg. Chem. **8**, 252 (1895).

einem Quarzkugelrohr unter Vorlegung einer mäßig zu erhitzenden Bleioxyd-Bleisuperoxydschicht¹⁾ haben alle Aussicht, die analytische Erledigung der Wasserfrage im Turmalin auf das allereinfachste zu erledigen.

Für die fluorfreien Turmaline besitzen wir die Rohrglühmethode nach Brush-Penfield,²⁾ freilich nur eine indirekte Bestimmung des Wassers. Sie dürfte übrigens gleichfalls am geschicktesten in einem Quarzrohr ausgeführt werden.

Turmalin.

Von **C. Doelter** (Wien).

Hexagonal-rhomboedrisch-hemimorph; ditrigonal-pyramidal (nach P. Groth).
 $a:c = 1:0,44805$ (M. Jerofejew); $1:0,45181$ (V. v. Worobieff).³⁾

Synonyma und Varietäten: Apyr, Schörl, Achroit, Daourit, Rubellit, Sibirit, Indigolith, Taltalit, Dravit.

Unter dem Namen Turmalin versteht man eine Anzahl von chemisch untereinander abweichenden Silicaten. Namentlich sind es drei Borosilicate, von welchen das eine ein Lithiumaluminiumborosilicat, das zweite ein natriumhaltiges Eisenborosilicat und das dritte ein Magnesiumaluminiumborosilicat ist. Da jedoch in den Turmalinen verschiedene isomorphe Mischungen dieser Silicate und nebstbei noch einiger anderer vorliegen, so haben wir vom chemischen Standpunkte aus eine sehr komplizierte Zusammensetzung.

Die Bestandteile sind

Einwertige: H, K, Na, Li; ferner F.

Zweiwertige: Mg, Ca, Fe, Mn.

Dreiwertige: B, Al, Fe, Mn, Cr.

Da die chemische Analyse der Borosilicate bekanntermaßen eine der schwierigsten Aufgaben der analytischen Chemie ist, so ist es begreiflich, daß über die chemische Zusammensetzung der den Turmalin zusammensetzenden Silicate sehr abweichende Ansichten herrschen. Umr die Erforschung dieser Gruppe in chemischer Hinsicht haben sich besonders: C. F. Rammelsberg, R. B. Riggs, P. Jannasch, G. Tschermak, E. A. Wülfing u. a. verdient gemacht.

E. A. Wülfing,⁴⁾ sowie K. Becht⁵⁾ haben gezeigt, daß das Achsenverhältnis bei chemisch verschiedenen Turmalinen merkliche Abweichungen zeigt (siehe dort die Werte).

Anordnung der Turmalinanalysen.

Die Einteilung der Turmalinanalysen gestaltet sich nicht leicht, schon wegen der vielen Bestandteile, welche im Turmalin vorhanden sind. Als wichtigste Elemente, welche für die Einteilung maßgebend sind, möchte ich Magnesia und Eisenoxydul erwähnen, welche sich vertreten können. Es gibt Turmaline, welche viel Magnesia und wenig Eisenoxydul enthalten und wieder solche, die

¹⁾ A. a. O. 20 und M. Dittrichs Gesteinsanalyse 64.

²⁾ M. Dittrichs Gesteinsanalyse 62.

³⁾ Weitere Bestimmungen siehe bei V. v. Worobieff, Z. Kryst. **33**, 374 (1900).

⁴⁾ E. A. Wülfing, Progr. 82. Jahresfeier k. Ak. Hohenheim (Stuttgart 1900).

⁵⁾ K. Becht, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1913).

statt eines größeren Magnesiagehaltes größere Mengen an Eisenoxydul aufweisen. Es gibt aber auch solche Turmaline, die bei geringem Gehalte sowohl an Magnesia als auch an Eisenoxydul einen Überschuß an Tonerde zeigen, während der Alkaligehalt verhältnismäßig nur wenig wächst. Man wird daher eisenarme magnesiareiche Turmaline unterscheiden und solche, in welchen ein Teil der Magnesia durch Eisenoxydul vertreten wird; ferner gibt es Turmaline mit geringem Gehalt an den beiden erwähnten Bestandteilen. Eine weitere Frage bezieht sich auf das Vorkommen von Lithium. Dieses Element ist niemals in großen Mengen vorhanden, dürfte vielleicht überall, wenigstens in Spuren vorhanden sein, so daß eigentlich das Vorkommen dieses Elementes nicht gerade eine Abtrennung der betreffenden Turmaline nötig machen würde. Allerdings sind die Lithiumturmaline in physikalischer Hinsicht von den übrigen einigermaßen verschieden, so daß man das Vorkommen von Lithium als Abtrennungsprinzip nicht ganz zurückweisen kann.

Eine besondere Klasse sind jene Turmaline, welche größere Mengen von Eisenoxyd führen. Solche Turmaline sind wohl erst in der neuesten Zeit bekannt geworden. Insbesondere P. Reiner legt auf die Anwesenheit auch eines Eisenoxydturmalinsilicats Gewicht, indessen ist der Gehalt an Eisenoxyd meist ein geringer.

Chromoxydturmalin analysierten: F. M. Chatard, A. Cossa u. A.

Analysenzusammenstellung.

Die älteren Analysen vor 1870, bei welchen die Bestimmung der Borsäure mangelhaft ist, wurden nicht in Betracht gezogen.

1. Turmaline mit großem Gehalt an Magnesia, kleinem Gehalt an Eisenoxydul.

Die Anordnung erfolgt nach dem fallendem MgO-Gehalt.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na ₂ O . . .	1,50	1,72	0,94	1,28	1,39
K ₂ O . . .	—	0,16	0,18	0,26	0,18
MgO . . .	17,32	14,09	14,58	14,89	14,53
CaO . . .	—	2,78	5,09	1,60	3,70
FeO . . .	—	0,64	0,86	1,14	0,52
B ₂ O ₃ . . .	9,79 ¹⁾	10,73	10,45	8,35 ¹⁾	10,58
Al ₂ O ₃ . . .	30,09	27,79	28,49	31,32	28,87
Fe ₂ O ₃ . . .	—	0,10	—	—	—
SiO ₂ . . .	38,59	37,39	35,25	38,85	36,88
TiO ₂ . . .	—	1,19	0,65	—	0,12
H ₂ O . . .	2,71	3,83	3,10	2,31	3,56
F . . .	—	—	0,78	—	0,50
	100,00	100,42	100,37	100,00	100,83

1. Von Gouverneur, New York; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **139**, 379 u. 547 (1870); Min.-Chem. 1875, 541.

2. Von Gouverneur, braun; anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 40 (1888).

3. Von Hamburg, N. Jersey; anal. R. B. Riggs, wie oben.

4. Von Gouverneur; anal. C. F. Rammelsberg, wie oben. Abh. Berl. Ak. 1890, 22.

5. Von Dekalb, farblos bis hellbraun; anal. R. B. Riggs, wie oben.

¹⁾ Aus der Differenz bestimmt.

	6.	7.	8.	9.	10.	11.
δ	—	—	3,066	—	3,065	—
Na ₂ O	0,23	0,72	1,45	2,37	2,49	2,63
K ₂ O	0,20	0,54	0,31	0,47	0,12	0,41
MgO	14,04	12,84	13,66	11,79	10,01	11,91
CaO	5,13	3,91	2,97	1,25	1,51	3,25
FeO	0,45	0,74	1,31	0,66	3,13	4,51
B ₂ O ₃	11,36 ¹⁾	10,57 ¹⁾	10,28	11,15	8,74 ¹⁾	8,00
Al ₂ O ₃	29,58	30,00	28,61	32,90	33,64	26,10
Fe ₂ O ₃	—	—	0,44	—	—	3,90
SiO ₂	35,46	36,51	37,05	38,09	36,40	35,84
TiO ₂	—	—	0,56 ²⁾	—	—	0,54
H ₂ O	3,55	4,17	3,05	2,05	3,53	3,05
F	—	—	1,20	0,64	0,74	0,55
ab O=F ₂	100,00	100,00	100,89	101,37	100,31	100,69
					0,31	
					100,00	

- 6. Hellbraun von Ceylon; anal. M. Dittrich bei E. A. Wülfing u. K. Becht, Sitzber. Heidelberger Ak. 1913, Abh. Nr. 20.
- 7. Von Ceylon, mittelbraun; anal. wie oben.
- 8. Von Macomb; anal. wie oben.
- 9. Von Dobrowa, Kärnten; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 541.
- 10. Braun, von Colfax, Nevada Co., Calif.; anal. W. H. Melville, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 90; siehe auch F. W. Clarke, ebenda Nr. 419, 280 (1910).
- 11. Von Pierrepont; anal. G. Kalb bei P. Jannasch; zitiert nach P. Reimer, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1913), 283.

	12.	13.	14.	15.
Na ₂ O	2,52	1,29	1,23	1,26
K ₂ O	0,20	0,07	0,03	0,05
MgO	14,07	14,91	14,92	14,92
CaO	6,92	3,17	3,50	3,49
FeO	3,23	0,23	0,24	0,22
B ₂ O ₃	10,00	10,86	10,77	10,81
Al ₂ O ₃	25,88	29,75	29,61	29,68
Fe ₂ O ₃	1,82	—	—	—
SiO ₂	33,72	36,69	36,76	36,72
TiO ₂	—	0,06	0,05	0,05
F	—	0,92	0,95	0,93
H ₃ O	1,80	2,98	—	2,98
	100,16			101,11
ab O=F ₂				0,39
				100,72

- 12. Braun, von Mc Affee (N. Jersey); anal. G. W. Sargent, Journ. amer. Chem. Soc. 21, 858 (1899); Z. Kryst. 34, 205 (1901).

Wasser nicht direkt bestimmt, sondern Glühverlust, also Wasser plus Fluor.

1) Aus der Differenz bestimmt.
 2) Ti₂O₃, aus TiO₂ umgerechnet.

13. u. 14. Farblos, von Dekalb (N. Jersey); anal. S. L. Penfield u. H. W. Foote, Z. Kryst. **31**, 332 (1899).

15. Mittel aus beiden Analysen.

	16.	17.	18.	19.
δ	3,04	—	3,068	—
Na ₂ O	2,13	2,00	1,52	2,42
K ₂ O	0,37	0,73	—	0,22
MgO	10,46	9,11	10,89	10,35
CaO	0,16	0,71	0,77	1,35
MnO	0,36	—	—	—
FeO	2,80	3,07	2,88	2,50
B ₂ O ₃	9,52 ¹⁾	10,47 ¹⁾	9,86	10,07
Al ₂ O ₃	32,65	32,66	33,15	32,84
SiO ₂	38,51	38,45	38,33	36,66
TiO ₂	—	—	—	0,23
H ₂ O	3,04	2,80	2,81	3,78
F	0,36	—	—	—
	100,36	100,00	100,21	100,42

16. Zillertal, schwarz; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 541.

17. Von Texas; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 29.

18. Von Orford (N. H.); anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 28.

19. Orford; anal. R. B. Riggs, wie oben.

	20.	21.	22.	23.	24.
δ	3,034	3,068	—	3,142	3,055
Li ₂ O	—	—	0,21	0,15	—
Na ₂ O	2,27	1,82	2,68	0,83	1,42
K ₂ O	0,30	0,44	—	0,28	0,19
MgO	11,62	9,90	9,47	10,16	9,59
CaO	0,88	1,81	0,98	3,57	0,26
MnO	—	—	Spur	—	—
FeO	4,36	4,07	3,80	5,21	3,85
B ₂ O ₃	9,14 ¹⁾	10,13 ¹⁾	9,65	11,47	11,11
Al ₂ O ₃	30,86	31,71	31,27	25,30	32,77
Fe ₂ O ₃	—	—	—	1,67	—
SiO ₂	37,75	37,30	36,41	35,15	36,98
TiO ₂	—	—	1,61	3,43 ²⁾	0,02 ²⁾
H ₂ O	2,82	2,82	3,79	2,88	2,98
F	—	—	—	0,12	0,14
	100,00	100,00	99,87	100,22	99,31

20. Schwarzgrün, von Eibenstock; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 541.

21. Von Monroe (Conn.), braunschwarz; anal. C. F. Rammelsberg, wie Anal. 14; vgl. auch Min.-Chem. 1875, 541.

22. Von ebenda; anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 40 (1888).

23. Von Ceylon, dunkelbraun; anal. M. Dittrich bei E. A. Wülfing u. K. Becht, Abh. Heidelberger Ak. 1913, Abh. Nr. 2.

24. Vom Posten Sonjo (Ostafrika); anal. wie oben. Mittel aus zwei Analysen.

¹⁾ Aus der Differenz bestimmt.

²⁾ Ti₂O₃, aus TiO₂ umgerechnet.

	25.	26.	27.	28.
δ	3,072	—	3,134	2,991
Li ₂ O	—	—	—	Spur
Na ₂ O	2,00	1,78	3,03	2,10
K ₂ O	0,43	0,32	0,16	0,40
MgO	9,51	9,43	8,00	8,29
CaO	1,25	0,80	1,65	3,42
FeO	4,42	7,58	6,56	9,40
B ₂ O ₃	9,75 ¹⁾	9,29 ¹⁾	9,93	10,10
Al ₂ O ₃	32,33	31,26	29,41	24,72
Fe ₂ O ₃	—	—	2,90	1,17
SiO ₂	37,70	37,11	35,64	35,57
TiO ₂	—	—	1,10	0,18
H ₂ O	2,61	2,43	2,94	4,23
	100,00	100,00	101,32	99,58

25. Von Goodhab, Grönland; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 31.

26. Von Havredal (Norw.); anal. C. F. Rammelsberg, wie oben.

27. Von Snarum (Norw.); anal. P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **22**, 219 (1889).

28. Von Bushkill Creek bei Easton Penns.; anal. J. Eyerman, Am. Geologist, 34, 43; nach Ref. N. JB. Min. etc. 1906, I, 353.

Diese Analyse weist sehr viel RO als MgO, CaO und FeO auf.

	29.	30.	31.	32.	33.
δ	3,195	3,156	3,145	3,059	3,192
Na ₂ O	1,92	1,60	1,13	2,19	1,94
K ₂ O	0,29	0,73	0,53	0,25	—
MgO	6,90	8,60	7,94	6,77	6,32
CaO	2,03	1,33	0,65	0,74	1,02
MnO	—	—	—	0,58	—
FeO	7,99	8,54	11,16	9,93	13,23
B ₂ O ₃	9,49	9,02 ¹⁾	8,98 ¹⁾	9,03 ¹⁾	8,54 ¹⁾
Al ₂ O ₃	25,83	30,87	30,00	30,02	30,94
Fe ₂ O ₃	6,68	—	—	—	—
SiO ₂	35,48	37,50	37,22	38,20	36,29
TiO ₂	1,22	—	—	—	—
H ₂ O	2,58	1,81	2,39 ²⁾	2,29	2,02 ²⁾
F	0,33	—	—	—	—
	100,74	100,00	100,00	100,00	100,00

29. Von Tamatave (Madagaskar), schwarz; anal. P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **22**, 219 (1889).

30. Von Haddam (Conn.); anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 36.

31. Von Ramfossen (Snarum), schwarz; anal. wie oben S. 37.

32. Von Elba, schwarz; anal. C. F. Rammelsberg, wie oben.

33. Von Unity (N. Hampshire), schwarz; anal. wie oben.

¹⁾ Aus der Differenz.

²⁾ Glühverlust.

	34.	35.	36.	37.
Na ₂ O	1,19	1,51	1,50	2,89
K ₂ O	0,20	0,20	Spur	1,22
MgO	11,06	11,07	10,13	10,01
CaO	3,04	3,31	2,91	0,47
FeO	6,08	8,19	9,08	4,78
B ₂ O ₃	11,46	10,15	9,55 ¹⁾	4,61
Al ₂ O ₃	22,91	25,29	27,18	35,76
Fe ₂ O ₃	2,56	0,44	—	—
SiO ₂	35,86	35,61	36,64	36,65
TiO ₂	0,70	0,55	—	—
SnO ₂	—	—	—	0,41
H ₂ O	2,99	3,34	3,01	2,87
F	0,72	0,27	—	—
	<hr/> 98,77	<hr/> 99,93	<hr/> 100,00	<hr/> 99,67

34. Von Pierrepont; anal. M. Dittrich u. F. Noll bei P. Reiner, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1913).

35. Von ebenda, schwarz; anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 40 (1888).

36. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890.

37. Von Waldheim; anal. H. Sauer, Z. Dtsch. geol. Ges. **38**, 705 (1886).

	38.	39.
δ	3,1509	—
Li ₂ O	0,10	Spur
Na ₂ O	3,03	2,40
K ₂ O	0,18	0,09
MgO	5,31	6,23
CaO	1,29	1,83
MnO	0,31	0,15
FeO	10,96	10,85
B ₂ O ₃	10,10	9,05
Al ₂ O ₃	31,72	30,27
SiO ₂	35,26	35,61
TiO ₂	0,38	1,02
H ₂ O über 105°	2,37	2,87
H ₂ O unter 105°	0,00	0,21
F	0,20	0,27
	<hr/> 101,21	<hr/> 100,85
ab O = F ₂	0,08	0,10
	<hr/> 100,13	<hr/> 100,75

38. Aus Pegmatit, Czuba Goryczkova (Tatra); anal. W. Pawlica, Abh. Krakauer Ak. **54**, A. 147 (1915).

39. Aus Quarzturmalinader, Kopa Kondracka (Tatra); anal. wie oben.

Beide Analysen nach Mitteilung von Dr. M. Goldschlag.

¹⁾ Aus der Differenz bestimmt.

	40.	41.	42.
δ	3,084	3,09	3,055
Na ₂ O	2,53	1,76	1,43
K ₂ O	0,27	0,15	0,28
MgO	8,12	7,76	7,27
CaO	1,54	2,32	1,31
FeO	5,46	8,22	7,23
B ₂ O ₃	9,84	10,45	10,32 ¹⁾
Al ₂ O ₃	30,79	30,49	31,41
Fe ₂ O ₃	3,65	—	—
SiO ₂	35,69	35,34	38,00
TiO ₂	0,86	0,40	—
H ₂ O	3,20	3,60	2,75
	101,95	100,49	100,00

40. Von Ohlapien (Siebenbürgen), schwarz; anal. P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **22**, 219 (1889).

41. Von Nantic Golf, Baffinsland; anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **37**, 40 (1888).

42. Von St. Gotthard, schwarz; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 34.

Turmaline mit großem Gehalt an Eisenoxydul und geringem Magnesiagehalt.

	43.	44.	45.	46.	47.	48.
δ	3,135	3,152	—	3,042	3,08	3,24 (?)
Na ₂ O	1,36	1,93	3,14	3,57	2,27	0,429
K ₂ O	0,30	0,82	0,22	1,11	0,64	1,072
MgO	3,84	3,65	3,92	3,92	4,60	3,538
CaO	0,44	0,62	0,79	0,34	1,10	1,108
MnO	—	—	—	0,66	0,89	0,307
FeO	11,58	11,64	8,31	5,66	5,65	7,120
B ₂ O ₃	9,27 ²⁾	10,47 ²⁾	10,87	10,56	9,72	10,768 ²⁾
Al ₂ O ₃	34,12	31,63	32,22	36,72	37,29	35,550
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	—	0,180
SiO ₂	36,43	37,24	36,34	36,86	35,43	35,538
TiO ₂	—	—	—	—	0,56	—
H ₂ O	2,66 ³⁾	2,00	} 3,89	1,16	1,50	2,955
F	—	—		0,61	0,12	1,705
	100,00	100,00	99,70	101,17	99,77	100,270 ⁴⁾

43. Von Krummaw, schwarz; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Eerliner Ak. 1890, 39.

44. Von Langenbielau, schwarz; anal. wie oben.

45. Von Tamaya, Coquimbo, schwarz; anal. Schwarz bei A. v. Groddeck, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 238 (1887).

46. Von Mount Bischoff, Tasmanien, hell graublau; anal. A. Somerlad bei A. v. Groddeck, Z. Dtsch. geol. Ges. **36**, 649 (1886).

47. Von Asinara (Sardegna); anal. A. Serra, Atti R. Ac. Linc. Rendir. **16**, 702 (1907); N. JB. Min. etc. 1908, II, 312.

48. Von Struay Inn (Rosshire, Schottl.), im Granit, schwarze Kristalle; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **39**, 341; Z. Kryst. **32**, 290 (1900).

¹⁾ Aus der Differenz bestimmt. ²⁾ Die Borsäure aus dem Verlust bestimmt.

³⁾ Glühverlust. ⁴⁾ Spur von Phosphorsäure. Summe im Original 100,00.

	49.	50.	51.	52.	53.
δ	3,195	3,205	3,183	—	3,173
Na ₂ O	2,04	1,39	1,43	2,16	2,85
K ₂ O	0,30	0,65	0,46	0,24	0,15
MgO	3,49	2,62	2,32	5,44	3,47
CaO	—	0,50	0,40	0,53	0,36
MnO	0,51	0,40	1,50	0,04	0,16
FeO	12,55	13,82	12,82	8,49	10,14
B ₂ O ₃	9,70 ¹⁾	11,45 ¹⁾	9,40 ¹⁾	10,40	9,64
Al ₂ O ₃	31,86	30,22	32,21	33,38	31,69
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	3,18
SiO ₂	37,07	37,00	36,35	35,56	34,73
TiO ₂	—	—	—	0,55	0,30
H ₂ O	2,48	1,95	3,21 ²⁾	3,63	3,44
F	0,32	—	—	—	0,47
	100,32	100,00	100,10	100,42	100,58

49. Von Dekalb (N. York), schwarz; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 41.

50. Von Bovey Tracy (Devonshire); anal. wie oben.

51. Von Krumbach (Steierm.), schwarz, blau durchscheinend; anal. wie oben.

52. Von Stony Point (N. Carolina); anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 40 (1888).

53. Von Piedra blanca (Mexico), schwarz; anal. P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. chem. Ges. **22**, 219 (1889).

	54.	55.	56.	57.	58.
δ	3,20	—	2,942	3,21	—
Li ₂ O	0,08	0,07	0,32	—	—
Na ₂ O	2,11	2,03	2,30	2,70	1,89
K ₂ O	0,24	0,25	0,75	0,05	0,89
MgO	2,13	1,81	1,72	1,32	2,77
CaO	0,33	0,24	—	0,20	0,56
MnO	0,12	0,08	1,87	0,24	—
FeO	13,69	12,10	10,52	14,40	11,83
B ₂ O ₃	9,63	9,02	9,21 ¹⁾	8,94	8,42
Al ₂ O ₃	32,70	34,44	34,00	34,58	34,81
Fe ₂ O ₃	0,31	1,13	—	—	—
SiO ₂	34,63	35,03	36,71	34,88	35,39
TiO ₂	—	—	—	0,27	0,24
H ₂ O	3,49	3,69	2,54	2,87	2,80
F	0,06	—	0,47	0,51	0,23
	99,52	99,89	100,41	100,96	99,83

54. Von Brasilien, schwarz; anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 40 (1888).

55. Von Paris (Maine), schwarz; anal. wie oben.

56. Von S. Piero (Elba), grünlich und bräunlichschwarz; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 49.

57. Von Mursinska (Sibirien), schwarz; anal. P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **22**, 219 (1889).

58. Vom Pitz Cotschen (Unterengadin); anal. L. Hetzner bei U. Grubenmann, Vierteljahrsschr. nat. Ges. Zürich 1904, 376; Z. Kryst. **42**, 640 (1907).

¹⁾ Aus der Differenz.

²⁾ Glühverlust. Summe im Original 100,00.

	59.	60.	61.	62.	63.
δ	3,138	3,229	—	3,162	1,181
Na ₂ O	2,08	2,02	2,37	0,98	2,01
K ₂ O	0,34	0,47	0,33	0,09	0,34
MgO	1,57	1,76	1,06	1,52	1,01
CaO	0,17	—	—	—	0,15
MnO	—	0,54	2,68	0,28	0,06
FeO	13,42	14,97	10,30	13,17	14,23
B ₂ O ₃	10,14	8,17 ¹⁾	10,05 ¹⁾	11,64	9,63
Al ₂ O ₃	33,75	33,75	33,00	34,67	33,96
SiO ₂	35,41	36,19	37,30	36,82	34,99
H ₂ O	3,41	2,15	2,91	1,83 ²⁾	3,62
F	0,28	0,76	0,80	—	—
	100,57	100,78	100,80	100,00	100,00

59. Von Alabaschka (Sibirien), bräunlich; anal. P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **22**, 219 (1889).

60. Von ebenda, bräunlich; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 51. Summe im Original 100,76.

61. Von Sarapulsk bei Mursinska; anal. C. F. Rammelsberg, wie oben.

62. Von Saar (Böhmen), schwarz; anal. wie oben. Summe im Original 100,99.

63. Von Auburn (Maine); anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 40 (1888).

	64.	65.	66.	67.	68.	69.
δ	—	3,16	—	3,174	2,203	3,173
Li ₂ O	Spur	—	—	—	0,84	—
Na ₂ O	1,92	2,16	1,42	1,92	1,75	3,43
K ₂ O	—	—	0,32	0,88	0,40	Spur
MgO	0,19	3,48	0,47	0,98	0,63	0,51
CaO	0,25	0,42	Spur	—	—	Spur
MnO	0,98	0,13	—	1,48	1,23	Spur
FeO	11,11	11,04	12,20	13,36	11,95	14,26
B ₂ O ₃	10,43	10,61	7,47	7,09 ¹⁾	10,65	8,34
Al ₂ O ₃	36,07	33,28	37,54	35,10	33,20	34,39
SiO ₂	35,21	35,96	38,30	35,10	36,40	35,50
TiO ₂	0,23 ³⁾	0,36 ³⁾	—	4,01	—	—
SnO ₂	—	—	—	0,08	—	—
H ₂ O	3,51	3,31	3,72	—	3,30 ⁴⁾	3,34
F	—	—	—	—	—	0,77
	99,90	100,75	101,44	100,00	100,35	100,54

64. Von Ramona (Californien), schwarz; anal. W. T. Schaller, Z. Kryst. **51**, 331 (1913).

65. Von Lost Valley (Californien), schwarz; anal. wie oben.

66. Aus Granit von Elba, aschgrau; anal. E. Manasse, Atti Soc. sc. natur. Pisa **11**, 10 (1898/99); Z. Kryst. **34**, 305 (1901).

¹⁾ Aus der Differenz.

²⁾ Glühverlust, davon 0,41%, Fluor.

³⁾ Als Ti₂O₃ bestimmt.

⁴⁾ Davon 0,82 Fluor.

67. Blauschwarz von Schüttenhofen (Mähren); anal. R. Scharitzer, Z. Kryst. **15**, 337 (1889).

68. Von Goshen (Massas.), blauschwarz; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 55.

69. Von Buchworth (Australien), schwarz; anal. P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **22**, 219 (1889).

	70.	71.	72.
δ	3,243	3,250	—
Li ₂ O	—	0,10	—
Na ₂ O	1,36	2,03	2,10
K ₂ O	0,58	0,20	2,34
MgO	0,78	0,42	0,40
CaO	0,72	0,58	0,51
MnO	0,11	0,12	0,10
FeO	17,40	13,57	20,87
B ₂ O ₃	9,95 ¹⁾	10,89	5,60
Al ₂ O ₃	30,34	28,80	23,14
Fe ₂ O ₃	—	4,37	—
SiO ₂	36,06	34,01	43,22
TiO ₂	—	0,61	—
H ₂ O	2,70	2,92	1,47
F	0,85	0,71	0,25
	100,85	99,33	100,00

70. Von Andreasberg; anal. C. F. Rammelsberg, wie Analyse Nr. 63, S. 44.

71. Von ebenda; anal. M. Dittrich u. F. Noll bei P. Reiner, Inaug.-Diss. Heidelberg 1913), 22.

72. Von Trevisco (Cornwall); anal. J. H. Collins, Min. Mag. **5**, 127 (1883).

Einen besonderen Fall zeigt uns der folgende Turmalin, welcher zwar magnesiumfrei ist, jedoch nicht wenig Eisenoxydul zeigt:

	73.
Li ₂ O	0,95
Na ₂ O	2,86
K ₂ O	0,38
CaO	0,34
MnO	0,32
FeO	6,43
Al ₂ O ₃	38,10
B ₂ O ₃	10,22
SiO ₂	36,53
H ₂ O	3,52
F	0,16
	99,81

73. Dunkelgrün, von Rumford (Maine); anal. R. B. Riggs, wie oben.

¹⁾ Aus der Differenz.

Magnesium- und eisenoxydularme Turmaline.

	74.	75.	76.	77.	78.
δ	3,116	—	—	3,108	3,082
Li ₂ O	0,56	0,45	1,34	0,72	1,24
Na ₂ O	2,51	0,24	2,36	2,47	2,85
K ₂ O	1,58	2,20	0,27	0,47	0,30
MgO	0,27	0,48	Spur	1,88	1,85
CaO	0,64	1,69	0,43	—	0,42
MnO	—	4,06	1,38	0,78	0,68
FeO	—	0,58	1,38	6,38	6,65
B ₂ O ₃	9,12	9,54	10,25	9,73 ¹⁾	—
Al ₂ O ₃	43,46	40,10	39,60	36,80	—
Fe ₂ O ₃	2,60	0,24	0,30	—	—
SiO ₂	37,54	38,36	38,14	38,46	—
TiO ₂	—	0,13	—	—	—
H ₂ O	1,87	2,94	4,16	2,31 ²⁾	3,06
F	0,12	0,56	0,62	0,55	0,55
P ₂ O ₅	—	0,56	—	—	—
	100,27	102,13	100,23	100,00	

74. Rosenrot, von der Halbinsel Nieder-Californien bei S. Diego, aus Glimmerschiefer; anal. E. Wittich, ZB. Min. etc. 1914, 451.

75. Von der Urulga; anal. S. Stchusseff bei R. Prendel, Z. Kryst. **20**, 93 (1892).

76. Von Auburn, farblos bis blaßgrün; anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 40 (1888).

77. u. 78. Von Chesterfield (Maine); anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 66, 77, nach C. Hintze, II, 365. Unvollständige Analysen.

	79.	80.	81.	82.	83.	84.
δ	3,064	3,019	3,069	2,969	3,112	3,107
Li ₂ O	0,50	1,66	1,46	—	0,74	1,30
Na ₂ O	1,53	2,37	2,32	2,43	2,40	2,21
K ₂ O	0,23	0,07	0,36	0,38	0,34	0,42
MgO	1,62	0,06	1,20	1,02	0,41	0,60
CaO	0,62	0,66	0,88	—	—	—
MnO	1,53	1,25	1,53	1,12	2,51	2,50
FeO	—	1,93	2,73	4,51	1,38	3,40
B ₂ O ₃	9,72 ³⁾	11,54	9,22	9,40	9,31 ³⁾	9,64 ³⁾
Al ₂ O ₃	42,48	38,43	40,32	38,33	41,89	39,00
Fe ₂ O ₃	—	1,58	—	—	—	—
SiO ₂	38,38	37,74	37,90	39,26	37,74	38,01
H ₂ O	3,41 ²⁾	3,21	2,08	2,41	3,28 ²⁾	2,92 ²⁾
F	—	0,57	—	0,60	0,50	0,70
	100,02	101,07	100,00	99,46	100,00	100,00

79. Von Schaitansk (Ural); anal. wie oben.

80. Von Brasilien; anal. F. Noll bei P. Reiner, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1913), 22.

¹⁾ Aus der Differenz inbegriffen.

²⁾ Im Glühverlust ist das Fluor inbegriffen.

³⁾ Borsäure aus der Differenz bestimmt.

81. Von Paris (Maine), rot mit grünem Kern; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 57. Die Analyse betrifft den grünen Teil.

82. Von Campo longo, Schweiz; anal. Th. Engelmann, Inaug.-Diss. (Bonn 1877); Z. Kryst. 2, 311 (1878).

83. Von Elba, hellgrün; anal. C. F. Rammelsberg, wie oben.

84. Von Brasilien, grün; anal. C. F. Rammelsberg, wie oben.

	85.	86.	87.	88.	89.	90.
δ	—	3,029	—	—	—	—
Li_2O	1,33	0,60	1,71	1,61	1,34	1,05
Na_2O	3,59	3,18	2,42	2,70	2,16	2,88
K_2O	0,29	Spur	0,25	0,28	0,62	0,44
MgO	0,20	0,32	—	0,04	0,04	0,16
CaO	0,60	0,47	0,49	0,38	0,49	0,17
MnO	2,57	2,35	1,47	2,22	0,51	0,72
FeO	2,35	2,36	2,29	3,19	3,88	7,07
B_2O_3	10,74	9,09	10,29	9,87	10,55	9,94
Al_2O_3	39,02	40,03	39,65	38,13	37,73	36,68
Fe_2O_3	—	—	0,15	0,31	0,42	0,15
SiO_2	37,40	37,05	37,39	36,91	37,85	36,26
H_2O	3,08	3,23	3,63	3,64	4,18	4,05
P_2O_5	—	—	—	0,11	—	—
F	0,98	1,15	0,32	0,14	0,62	0,71
	102,15	99,83	100,06	99,53	100,39	100,28

85. Von Barrado Perahy (Brasilien), grün; anal. P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 22, 219 (1889).

86. Von ebenda; anal. wie oben.

87. Von Brasilien, blaßgrün; anal. R. B. Riggs, Am. Journ. 35, 40 (1888).

88. Von Brasilien, olivengrün; anal. wie oben.

89. Von Auburn (Maine), hellgrün; anal. wie oben.

90. Von ebenda, dunkelgrün, derb; anal. wie oben.

	91.	92.	93.	94.
Li_2O	—	1,65	1,63	1,64
Na_2O	1,25	2,13	2,06	2,10
MgO	2,40	0,15	0,15	0,15
CaO	0,28	1,32	1,25	1,28
MnO	—	1,96	2,04	2,00
FeO	1,56	2,12	2,15	2,14
B_2O_3	7,14	11,09	10,92	11,00
Al_2O_3	36,41	39,53	39,59	39,56
Mn_2O_3	0,79	—	—	—
Fe_2O_3	8,16	—	—	—
SiO_2	40,09	36,87	37,05	36,96
TiO_2	—	0,03	0,03	0,03
F	1,93	1,09	1,17	1,13
H_2O	—	3,14	3,06	3,10
	100,01			101,09
ab $\text{O}=\text{F}_2$				0,48
				100,61

91. Schwarz, von Caprera (Sardinien); anal. M. Fasolo bei D. Lovisato, Atti R. Acc. Linc. **84**, 1 (1895); Z. Kryst. **28**, 183 (1897).

92. u. 93. Grün von Haddam Neck (Conn.); anal. S. L. Penfield u. H. W. Foote, Z. Kryst. **31**, 333 (1899).

94. Mittel aus beiden Analysen.

	95.	96.	97.	98.	99.
δ	3,0483	—	2,9782	3,061	3,0474
Li ₂ O	1,13	1,01	0,11	0,66	1,03
Na ₂ O	2,12	2,39	0,80	1,58	0,76
K ₂ O	0,09	0,08	0,13	0,09	0,10
MgO	0,24	0,20	0,43	0,39	0,30
CaO	0,90	1,03	2,58	2,44	4,10
MnO	1,72	1,83	1,23	0,63	0,52
B ₂ O ₃	9,58	9,46	11,03	10,70	10,05
Al ₂ O ₃	41,14	41,25	40,53	40,08	38,91
Fe ₂ O ₃	0,65	0,42	0,40	0,40	0,78
SiO ₂	37,72	37,78	37,06	37,52	37,29
H ₂ O	4,16	4,08	4,02	4,14	4,39
F	0,78	0,81	1,23	1,05	1,40
	100,23	100,34	99,55	99,68	99,63

95. Dunkelrot, von Antsongombato (Madagaskar); anal. L. Duparc, M. Wunder u. R. Sabot, Mém. soc. sc. phys. et nat. Genève, **36**, Heft III, 283 (1910); Z. Kryst. **52**, 297 (1913).

96. Von ebenda, hellrot; anal. wie oben.

97. Hellrot, von Maroando (Madag.); anal. wie oben.

98. Rosa, von Tsilaisina; anal. wie oben.

99. Grün mit rotem Kern, von Antaboko (Madag.); anal. wie oben.

	100.	101.	102.	103.	104.
δ	3,103	2,997	3,05	3,04	3,053
Li ₂ O	1,54	1,59	1,66	1,92	1,76
Na ₂ O	1,93	2,18	2,43	2,05	2,23
K ₂ O	0,93	0,44	—	—	—
MgO	—	0,07	—	—	—
CaO	—	0,56	0,07	1,20	0,87
MnO	2,83	0,35	0,11	0,24	1,48
FeO	4,17	0,26	0,11	0,19	1,13
B ₂ O ₃	8,12	9,99	10,28	10,65	10,60
Al ₂ O ₃	39,77	42,24	43,85	42,18	41,27
Ti ₂ O ₃	—	—	0,04	—	0,06
SiO ₂	36,38	38,07	37,89	37,57	36,72
SnO ₂	0,04	—	—	—	—
H ₂ O	4,29	4,26	3,47	3,38	3,33
F	—	0,28	0,10	0,39	0,31
	100,00	100,29	100,01	99,77	99,76
ab O = F ₂			0,04	0,17	0,13
			99,97	99,60	99,63

100. Von Schüttenhofen (Mähren); anal. R. Scharizer, Z. Kryst. **15**, 337 (1889).

101. Von Rumford (Maine); anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 40 (1888).

102. Von Elba, blaßrot; anal. W. T. Schaller, Z. Kryst. **51**, 323 (1913).
 103. Von Mesa grande (Californien), rosa; anal. wie oben.
 104. Von ebenda, blaßgrün; anal. wie oben.

Alkaliturmaline, welche nahezu eisen- und magnesiumfrei sind.

	105.	106.	107.	108.
δ	2,913	3,029	—	3,022
Li_2O	1,68	1,73	0,41	1,22
Na_2O	1,32	2,24	1,37	2,00
K_2O	2,14	0,23	2,17	1,30
MgO	—	—	0,61	0,20
CaO	0,82	0,57	—	—
MnO	0,60	0,79	0,95	0,92
FeO	0,35	0,52	—	—
B_2O_3	8,25	10,06	7,74 ¹⁾	9,52
Al_2O_3	41,49	42,43	41,83	43,68
SiO_2	38,49	37,19	41,16	38,85
H_2O	4,61	3,90	3,76 ²⁾	3,37 ²⁾
F	0,43	—	1,19	0,70
	100,18	99,66	100,00	101,06

105. Von Schüttenhofen (Mähren); anal. R. Scharizer, Z. Kryst. **15**, 337 (1889).
 106. Von Brasilien, farblos bis rötlich; anal. R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 40 (1888).
 107. Von Rožena (Mähren) blaßrot; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 71.
 108. Von Elba, rötlich; anal. wie oben.

Die folgenden Analysen, welche magnesiumfrei sind, enthalten mäßige Mengen von Eisenoxydul, dagegen ganz erhebliche Mengen von Eisenoxyd, wie dies schon bei den Analysen Nr. 71 und 91 konstatiert wurde. Das Vorkommen von Eisenoxyd, welches früher wenig gewürdigt wurde, hat, wie wir später sehen werden, zur Aufstellung einer besonderen Turmalinverbindung geführt (vgl. S. 774).

Hier vertritt offenbar das Eisenoxyd die Tonerde, was namentlich aus der ersten Analyse hervorgeht.

	109.	110.
Na_2O	0,36	0,78
K_2O	0,18	1,53
CaO	1,96	2,43
MnO	5,39	0,72
FeO	4,32	2,47
B_2O_3	10,85	10,60
Al_2O_3	23,98	31,52
Fe_2O_3	11,58	8,30
SiO_2	36,85	36,82
TiO_2	1,72	0,69
H_2O	3,51	3,81
	100,70	99,67

¹⁾ Aus der Differenz bestimmt.

²⁾ Glühverlust, worin der Fluorgehalt inbegriffen.

109. Aus Balls Steinbruch, Newlin, Chester Co. (Penns.); anal. John Eyerman, Miner. Pennsylvaniens II (1911); Z. Kryst. 54, 98 (1915).

110. Schwarz, von Avondale (Delaware Co.); anal. wie oben.

Die folgende Analyse zeigt einen auffallenden Gehalt an Eisenoxyd, weshalb sie gesondert gebracht wird:

	111.
Na ₂ O	1,28
K ₂ O	0,41
MgO	2,60
CaO	0,92
MnO	1,41
FeO	7,25
B ₂ O ₃	8,76
Al ₂ O ₃	31,59
Fe ₂ O ₃	6,79
SiO ₂	36,28
H ₂ O	2,51
F	0,59
	100,39

111. Von Kuhrau (Böhmen); anal. R. Krach bei Fr. Katzer, Tsch. min. Mit. 12, 416 (1891).

Manganreichere Alkali-Turmaline.

	112.	113.	114.
δ	3,102	3,072	3,1269
Li ₂ O	0,59	0,18	0,11
Na ₂ O	1,47	1,22	1,43
K ₂ O	0,10	0,10	0,10
MgO	0,21	0,19	0,13
CaO	0,77	0,90	0,58
MnO	5,14	5,85	5,69
B ₂ O ₃	9,90	10,22	10,97
Al ₂ O ₃	39,12	40,06	37,43
Fe ₂ O ₃	0,58	0,61	4,07
SiO ₂	36,77	35,79	35,54
H ₂ O	3,88	3,81	3,44
F	1,24	0,90	0,73
	99,77	99,83	100,22

112. Von Tsilaisina, strohgelb; anal. L. Duparc etc. siehe Analyse Nr. 89.

113. Von ebenda, braun; anal. wie oben.

114. Von ebenda, schwarz; anal. wie oben; sehr reich an Eisenoxyd.

Chromturmalin.

Ein Turmalin, welcher Chromoxyd (oder Oxydul?), welches das Eisenoxydul ersetzen könnte, führt, enthält viel Tonerde; so daß man kaum annehmen kann, daß darin Tonerde durch Chrom ersetzt wird; dadurch wird die Ansicht, daß es sich um Chromoxydul handle, wahrscheinlicher.

	115.	116.	117.
Li ₂ O	Spur	—	—
Na ₂ O	2,22	1,36	} 4,50
K ₂ O	0,13	Spur	
MgO	9,47	4,47	0,50
CaO	0,75	0,72	0,40
MnO	Spur	Spur	—
FeO	0,79	2,91	11,04
NiO	0,05	—	—
B ₂ O ₃	8,90	9,51	5,40
Al ₂ O ₃	32,58	30,56	28,40
Cr ₂ O ₃	4,32	10,86	10,86
SiO ₂	36,57	36,79	46,12
TiO ₂	0,09	—	—
H ₂ O	3,74	2,25	1,50
F	0,06	0,65	0,68
P ₂ O ₅	0,04	—	—
	99,71	100,08	99,40
ab O=F ₂	0,02		
	99,69		

115. Von Etchison, Montgomery Co. (Maryland), dunkelgrün auf Chromeisenlagerstätte; anal. T. M. Chatard, siehe bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 280 (1910).

116. Von der Hütte Syssert (Ural); anal. A. Cossa, Z. Kryst. 7, 14 (1883).

117. Von Little Carclaze, schwarz; anal. F. Johnson bei J. H. Collins, wie An.72.

Ein gesteinsbildender Turmalin zeigt folgende Zusammensetzung für den Turmalin:

	118.
δ	3,02–3,11
Li ₂ O	Spur
Na ₂ O	3,96
MgO	5,53
CaO	1,66
FeO	9,23
B ₂ O ₃	9,08
Al ₂ O ₃	31,22
SiO ₂	35,94
H ₂ O	3,55
	100,17

118. Kolar-Goldfeld im Staat Mysore (Indien), schwarz; anal. Chapman bei J. W. Judd, Min. Mag. 11, 56 (1895); Z. Kryst. 28, 209 (1897).

Chemische Formel und Konstitution.

Bei keinem anderen Mineral sind bezüglich der Formel so abweichende Ansichten geäußert worden, wie bei Turmalin, so daß auch heute noch keine allgemeiner angenommene Formel gegeben werden kann. Es hängt dies vor allem mit den Schwierigkeiten der Ausführung der Turmalinanalysen zusammen, welche den verschiedenen Analytikern sehr abweichende Resultate ergaben.

Wir haben hier namentlich die Arbeiten von C. F. Rammelsberg, von R. B. Riggs, von P. Jannasch, von S. L. Penfield, von R. Scharizer, von G. Tschermak, von E. A. Wülfing und seinen Schülern, von F. W. Clarke, sowie die neuesten von W. T. Schaller und W. Vernadsky zu besprechen, abgesehen von kleineren Aufsätzen über diesen Gegenstand.

Erst durch C. F. Rammelsberg¹⁾ wurde die Natur der Turmaline erkannt. Er hat, wie wir sahen, zahlreiche Analysen von Turmalinen ausgeführt. Seine Ansichten haben auch im Laufe der Zeit gewechselt, doch steht er immer auf dem Standpunkte, daß es sich um eine Anzahl von isomorphen Silicaten handelt, welche alle Drittsilicate sind von der allgemeinen Formel:



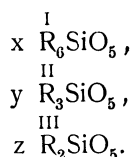
Im Jahre 1890 erschien die große Abhandlung desselben Forschers, in welcher sich eine Berechnung von 64 Turmalinanalysen befindet. Er geht von dem Gesichtspunkte aus, daß sich R^I , R^{II} und R^{III} vertreten und daß das Verhältnis der R:Si das maßgebende sei. Er findet, daß dieses Verhältnis bei den verschiedenen Analytikern folgendes ist:

In 32 Analysen von C. F. Rammelsberg	6,0:1,
„ 20 „ „ R. B. Riggs . . .	6,3:1,
„ 9 „ „ P. Jannasch . . .	6,2:1,
„ 7 „ „ anderen	6,15:1.

Die Extreme sind bei C. F. Rammelsberg 5,8:6,3; bei P. Jannasch 5,8:6,4; bei R. B. Riggs 6,0:6,7; bei den übrigen 5,7:6,3.

C. F. Rammelsbergs Ansicht nach sind von diesen Analysen nicht weniger als 55, welche für die Proportion 6:1 sprechen; er findet also im Jahre 1890 eine Bestätigung seiner früheren Ansicht.

Die allgemeine Turmalinformel ist nach ihm:



Er unterscheidet neun Reihen, welche folgende Verhältnisse zeigen:

	x:y:z	R^I : R^{II} : R^{III} :Si	
I	1:2:6	1:1:2	1,5
II	1:2:9	1:1:3	2
III	1:1:6	2:1:4	2,66 Braune Turmaline,
IV	1:1:9	2:1:6	3,66 Schwarze Turmaline,
V	3:1:18	6:1:12	7,33 Chrom-Turmaline,
VI	3:1:27	6:1:18	10,33 Grüne Turmaline,
VII	6:1:36	12:1:24	14,33 Grüne Turmaline,
VIII	9:1:54	18:1:36	21,33 Rote Turmaline,
IX	15:1:90	30:1:60	35,33 Schwachrötliche Turmaline.

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1890, 14; siehe auch Min.-Chem. Erg.-Heft I, 240 (1886) und II, 284 (1895); hier werden drei Hauptabteilungen unterschieden.

Berechnung von Turmalinanalysen nach C. F. Rammelsberg.

Erste Reihe.

Das Verhältnis $x:y:z = 1:2:6$; $R:R:R:Si = 1:1:2:1,5$.

Fundort	I R:Si	I R:	II III R:R:Si	Analytiker
Gouverneur . . .	5,95 : 1	0,8 : 1	: 2 : 1,5	C. F. Rammelsberg,
Gouverneur . . .	6 : 1	1,1 : 1	: 2 : 1,5	R. B. Riggs,
Dekalb . . .	6,4 : 1	1 : 1	: 2 : 1,4	R. B. Riggs,
Hamburg . . .	6,2 : 1	0,9 : 1,1	: 2 : 1,3	R. B. Riggs,
Pierrepoint . . .	6 : 1	0,95 : 1,07	: 2 : 1,5	C. F. Rammelsberg,
Pierrepoint . . .	6,2 : 1	1 : 1,1	: 2 : 1,5	R. B. Riggs.

Al:B ist 2:1 und R:H = 1:6.

Eisenhaltige Glieder dieser Reihe zerfallen in zwei Abteilungen A:Mg:Fe;
B:Mg:Fe und Mg:Fe.

Zweite Reihe.

Abteilung A.

	I R:Si	I II R : R	III : R : Si	Mg(Ca):Fe	
Orford, N. Jersey . . .	5,9 : 1	1,1 : 1	: 2,8 : 2	7 : 1	C.F. Rammelsberg,
Orford, N. Jersey . . .	6,4 : 1	1,5 : 1	: 2,8 : 1,9	8 : 1	R. B. Riggs,
Zillertal	6,08 : 1	1,3 : 1	: 3,6 : 2	6 : 1	C.F. Rammelsberg,
Texas	5,9 : 1	1,2 : 0,9	: 3 : 2	6 : 1	C.F. Rammelsberg,
Eibenstock	5,9 : 1	1,2 : 1,1	: 2,8 : 2	5 : 1	C.F. Rammelsberg,
Monroe	6,06 : 1	1,2 : 1,1	: 2,92 : 2	5 : 1	C.F. Rammelsberg,
Monroe	6,0 : 1	1,6 : 1	: 2,90 : 2	5 : 1	R. B. Riggs,
Godhab, Grönl.	5,8 : 1	1,17 : 1,07	: 3 : 2	4,0 : 1	C.F. Rammelsberg,
Havredal, Norw.	6,0 : 1	1,1 : 1,18	: 2,8 : 2	2,5 : 1	C.F. Rammelsberg,
Snarum	5,8 : 1	0,7 : 1,2	: 2,8 : 2	1,5 : 1	C.F. Rammelsberg,
Snarum	6,2 : 1	1,4 : 1	: 2,8 : 2	2,5 : 1	{ P. Jannasch u. G. Calb,
Ohlapian	6,3 : 1	1,4 : 1	: 3 : 2	2,6 : 1	{ P. Jannasch u. G. Calb,
Gotthard	5,8 : 1	1,1 : 0,95	: 2,8 : 2	2 : 1	C.F. Rammelsberg,
Tamatave	5,9 : 1	1,1 : 1,1	: 2,8 : 2	2 : 1	P. Jannasch,
Haddam, Conn.	5,8 : 1	0,9 : 1,1	: 2,8 : 2	2 : 1	C.F. Rammelsberg,
Haddam, Conn.	6,3 : 1	1,6 : 1	: 3 : 2	1,4 : 1	R. B. Riggs,
Nantic Gulf, Baffinsland	6,4 : 1	1,6 : 1,2	: 3 : 2	2 : 1	R. B. Riggs,
Elba, schwarz	5,6 : 1	1 : 1,4	: 2,7 : 2	1,25 : 1	C. F. Rammelsberg.

Abteilung B.

Unity, N. Jersey	5,9 : 1	0,8 : 1,2	: 2,8 : 2	1 : 1	C.F. Rammelsberg,
Krumau	6 : 1	0,9 : 0,9	: 3 : 2	1 : 1,5	C.F. Rammelsberg,
Langenbielau, Schl.	5,8 : 1	0,8 : 0,8	: 3 : 2	1 : 1,5	C.F. Rammelsberg,
De Calb	5,8 : 1	1,1 : 0,8	: 2,8 : 2	1 : 2	C.F. Rammelsberg,
Kurhau	6,2 : 1	1,1 : 0,9	: 3,2 : 2	1 : 2,5	F. Katzer,

	I	I	II	III				
	R:Si	R	R	: R	:Si	Mg(Ca):Fe		
Bovay Tracy								
Devonshire . . .	5,9	:1	0,8	:1	:3	:2	1	:3 C.F. Rammelsberg,
Krumbach, Steierm.	6	:1	0,8	:3	:2	:2	1	:3,5 C.F. Rammelsberg,
Andreasberg . . .	6	:1	1,2	:0,9	:3	:2	1,7	:5 C.F. Rammelsberg.

Dritte Reihe.

In dieser ist $x:y:z = 1:1:6$ und das Verhältnis

$$R:R:R:Si = \overset{I}{2}:\overset{II}{1}:\overset{III}{4}:2,66.$$

Fundort:	I	I	II	III			Fe:Mg	Analytiker
	R:Si	R	R	: R	: Si			
Tamaya . . .	6,2	:1	2,3	:1	:4	:2,7	1	:1 Schwarz,
Stony Point . . .	6,4	:1	1,8	:1	:3,6:2,66		1	:1 R. B. Riggs,
Mount Bischoff	6	:1	1,2	:0,8:4,4:2,66			1	:1 A. Sommerlad,
Piedra blanca								
Mexico . . .	6,4	:1	2,0	:1	:4	:2,5	1,5:1	P. Jannasch u. G. Calb,
Caldas, Minas								
gerães . . .	6,4	:1	2,1	:1	:4,2:2,6		3,5:1	R. B. Riggs,
Paris, Maine . . .	6,3	:1	2,2	:1	:4,2:2,6		3,5:1	R. B. Riggs,
S. Piero, Elba	5,9	:1	1,7	:0,9:4	:2,66		4	:1 C. F. Rammelsberg,
Mursinsk . . .	6,3	:1	1,9	:1,1:4,2:2,66			5	:1 P. Jannasch,
Mursinsk . . .	6,3	:1	1,9	:1,3:4	:2,66		2	:1 Schmitz-Dumont,
Alabaschka . . .	5,8	:1	1,4	:1,1:4	:2,66		5	:1 C. F. Rammelsberg,
Alabaschka . . .	6,3	:1	2	:1	:4,2:2,66		5	:1 P. Jannasch u. G. Calb,
Sarapulsk . . .	5,8	:1	1,8	:0,9:4	:2,66		5	:1 C. F. Rammelsberg,
Saar, Böhmen . . .	6	:1	0,76:1	:4,4:2,66			5	:1 C. F. Rammelsberg,
Auburn, Maine	6,5	:1	2,2	:1	:4,4:2,66		6,5:1	R. B. Riggs,
Schüttenhofen . . .	6,25:1		2,3	:1	:3,8:2,5		9	:1 R. Scharizer,
Goshen, Mass. . . .	6,2	:1	2,1	:0,9:4,2:2,66			11	:1 C. F. Rammelsberg,
Busworth,								
N. S. Wales . . .	6,1	:1	2,1	:0,9:4	:2,66		14	:1 P. Jannasch u. G. Calb,
Montgomery Co. . . .	6,3	:1	1,9	:1	:3,6:2,34		1	:25 T. M. Chatard.

Al:B:Cr ist 10:4:1.

Vierte Reihe.

In dieser ist $x:y:z = 1:1:9$. Das Verhältnis $R:R:R:Si = 2:1:6:3,66$.
 Es gibt nur einen Repräsentanten dieser Reihe, den Chromturmalin von Syssert, Ural.

$$R:Si = 6,07:1. R:R:R:Si = \overset{I}{1,8}:\overset{II}{1}:\overset{III}{6,2}:3,77, Mg:Fe = 3:1, Al:Cr:B = 4:1:2.$$

Fünfte Reihe.

Hier ist $x:y:z = 3:1:18$. $R:R:R:Si = \overset{I}{6}:\overset{II}{1}:\overset{III}{12}:7,33$.

Fundort:	I	I	II	III			Fe,Mn:Mg,Ca	Analytiker
	R:Si	R	R	: R	:Si			
Paris, Maine		5	:1,2	:12	:7,2	1,3:1		{ C.F. Rammelsberg,

Fundort:	I R:Si	I R:	II R :	III R :Si	Fe,Mn:Mg,Ca	Analytiker
Campo longo, Tessin . . .	5,7:1	5,3:1,2	:12	:8	3 :1	Engelmann,
Elba, hellgrün . . .	6,1:1	5 :0,76:	12,8:	7,33	5 :1	C. F. Rammels- berg,
Brasilien, grün . . .	6 :1	5,7:1	:12	:7,33	5 :1	
Barrado Parahy . . .	6,1:1	6,6:1	:12,4:	7,3	4 :1	P. Jannasch u. G. Calb,
Barrado Parahy . . .	6,1:1	6,1:0,9	:12,8:	7,3	4 :1	
Caldas, Minas gerães .	6,3:1	6,7:0,7	:12	:7	6 :1	R. B. Riggs,
Caldas, Minas gerães, rötlich	6,3:1	7 :1	:12	:7	6 :1	
Auburn, Maine, hellgrün	6,3:1	7,3:0,8	:12	:7,4	6 :1	R. B. Riggs,
Auburn, Maine, dunkel	6,3:1	7 :1	:12	:7,4	16 :1	R. B. Riggs,
Rumford, Maine . . .	6,3:1	6 :1	:12	:7		R. B. Riggs,
Schüttenhofen, blaugrün	6,3:1	6,3:1	:12	:7		R. Scharizer.

Al:B ist überall 3:1.

Sechste Reihe.

In dieser ist $x:y:z=3:1:27$. Das Verhältnis $\overset{\text{I}}{\text{R}}:\overset{\text{II}}{\text{R}}:\overset{\text{III}}{\text{R}}:\text{Si}$ ist 6:1:18:10,33.
Al:B = 3:1.

Hierher gehören nur zwei rote Turmaline. In diesen (Schaitansk, anal. C. F. Rammelsberg und Urulga, Sibirien, anal. S. Stchusseff) ist das Verhältnis R:Si = 6,2:1 und 6:1.

$\overset{\text{I}}{\text{R}}:\overset{\text{II}}{\text{R}}:\overset{\text{III}}{\text{R}}:\text{Si}$ ist für ersteren 7,6:1,1:18:10,5, für letzteren 7:1,4:18:10,8.

Siebente Reihe.

Hier ist $x:y:z=6:1:36$. Das Verhältnis $\overset{\text{I}}{\text{R}}:\overset{\text{II}}{\text{R}}:\overset{\text{III}}{\text{R}}:\text{Si}=12:1:24:14,33$.
Hierher gehören zwei Turmaline.

In dem von C. F. Rammelsberg analysierten von Paris, Maine, der mit grünem Turmalin verwachsen ist R:Si = 6,3:1. $\overset{\text{I}}{\text{R}}:\overset{\text{II}}{\text{R}}:\overset{\text{III}}{\text{R}}:\text{Si}=12,8:1:24:13,8$. Die zweite Analyse betrifft Turmalin farblos bis grünlich von Auburn, Maine.

Das Verhältnis R:Si = 6,2:1. $\overset{\text{I}}{\text{R}}:\overset{\text{II}}{\text{R}}:\overset{\text{III}}{\text{R}}:\text{Si}=14:1:24:14,2$. Im ersten ist Mn, Fe:Mg, Ca = 1,5:1; im zweiten 5:1:1:1. R:H ist 1:2 bzw. 1:2,5. Das Verhältnis von Lithium zu Natrium (Kalium) ist 1:1,25 und 1,1. Al:B ist 3:1 im ersten und 2,67:1 im zweiten.

Achte Reihe.

Hier ist $x:y:z=9:1:54$ und $\overset{\text{I}}{\text{R}}:\overset{\text{II}}{\text{R}}:\overset{\text{III}}{\text{R}}:\text{Si}$ ist 18:1:36:21,33.

Schüttenhofen,	R:Si	I R :	II R :	III R :Si	Li :Na,K	Na:K	
rot	6,1:1	19	:0,8	:36:21,2	1,5:1	1:1	R. Scharizer,

	R:Si	^I R	^{II} R	^{III} R	Si	Li	:Na, K	Na:K	
Brasilien, farbl. u. rötlich, am Rande grün	6,5:1	18,6:0,9	:36:20			1,5:1	14:1		R. B. Riggs,
Rožena, blaßrot	5,6:1	18	:0,95:36:23,4			1 :4	1:1		} C. F. Rammels- berg,

Al:B ist 3:1.

Neunte Reihe.

Hier ist $x:y:z = 15:1:90$; $R:R:R:Si = 30:1:60:35,33$. Es gehören dazu ein Turmalin von Elba, blaßrot, analysiert von C. F. Rammelsberg und einer von Rumford, Maine, rot, anal. von R. B. Riggs.

R:Si ist 6:1 und 6,5:1.

$R:R:R:Si = 29,0:1:60:34,5$ und $35,4:1:60:35,4$.

Al:B = 3:1.

Mn, Fe:Mg, Ca = 2,5:1 und 1:1,5.

R:H = 1:2 und 1:2,5.

Li:Na, K = 1:1 und 1,33:1.

Endlich werden Turmaline angeführt, in welchen sich nicht, wie sonst 8—10% Borsäure, sondern nur halb so viel findet.

Nach C. F. Rammelsberg wären diese Analysen entweder zersetzte, oder die Analysen sind unrichtig. Es sind dies die Analysen Nr. 63, 64 von Trevisco, Cornwall, schwarz, anal. J. H. Collins; Nr. 2 von Little Cornwall, schwarz, anal. Johnson; Nr. 3 von Waldheim, anal. A. Sauer.

Analysen von R. B. Riggs.¹⁾

R. B. Riggs berechnet seine Analysen in einer Tabelle. Diese Tabelle ist jedoch an eine Hypothese bezüglich des Überschusses von Sauerstoff gebunden. E. A. Wülfing hat die Analysen neu berechnet und habe ich seine Zahlen unten angegeben.

Das Verhältnis $Si:B:R:O$ ist $1:\frac{1}{2}:\frac{9}{2}:5$. Das Verhältnis $Si:B:R:O$ ist $1:\frac{1}{2}:5:5,2$.

Es ergibt sich ein Überschuß an Sauerstoff über den für Si als SiO_2 und B als B_2O_3 erforderlichen. Dies wird durch Annahme einer (Al—O)-Gruppe oder der (OH)-Gruppe erklärt.

R ist das einwertige Äquivalent der Basen inklusive des in der (Al—O)-Gruppe gebundenen Sauerstoffs. R ist das einwertige Äquivalent der Basen auf Grund einer vorausgesetzten (OH)-Gruppe.

Als Formeln werden für die drei unterschiedenen Varietäten angegeben:

Lithium-Turmalin . . $2(Na, Li)_2O . 8Al_2O_3 . 3B_2O_3 . 12SiO_2 . 4H_2O$,
Eisen-Turmalin . . $Na_2O . 4FeO . 7Al_2O_3 . 3B_2O_3 . 12SiO_2 . 4H_2O$,
Magnesium-Turmalin $2/3Na_2O . 28/3MgO . 5Al_2O_3 . 3B_2O_3 . 12SiO_2 . 4H_2O$.

¹⁾ R. B. Riggs, Am. Journ. **35**, 35 (1881); Z. Kryst. **15**, 436 (1889).

Nr.	Fundort	Si	B	Al	Mg	Na	H	Summe der Nichtsauerstoffatome	Summe der Sauerstoffatome
1.	Rumford A .	0,6282	0,2836	0,8193	0,0201	0,1838	0,4691	2,4041	3,2575
2.	Brasilien A .	0,6164	0,2868	0,8266	0,0284	0,1913	0,4312	2,3807	3,2426
3.	Auburn A .	0,6396	0,2956	0,7844	0,0466	0,1722	0,4655	2,4039	3,2647
4.	Brasilien B .	0,6264	0,2965	0,7826	0,0617	0,1984	0,4057	2,3713	3,2354
5.	Auburn B .	0,6397	0,3066	0,7546	0,0721	0,1746	0,4713	2,4189	3,2663
6.	Brasilien C .	0,6266	0,2882	0,7648	0,0851	0,2041	0,4124	2,3812	3,2261
7.	Rumford B .	0,6259	0,3011	0,7672	0,1028	0,1684	0,3989	2,3643	3,2409
8.	Auburn C .	0,6185	0,2915	0,7547	0,1182	0,1762	0,4610	2,4201	3,2434
9.	Paris . . .	0,6219	0,2754	0,7338	0,2332	0,0802	0,4372	2,3817	3,2495
10.	Auburn D .	0,6246	0,2957	0,7125	0,2427	0,0772	0,4313	2,3840	3,2588
11.	Brasilien D .	0,6207	0,2969	0,6914	0,2702	0,0868	0,4174	2,3834	3,2463
12.	Haddam . .	0,6250	0,3015	0,6528	0,3098	0,0834	0,4270	2,3985	3,2466
13.	Stony Point .	0,6231	0,3099	0,6798	0,2747	0,0799	0,4196	2,3870	3,2553
14.	Nantic Gulf .	0,6194	0,3124	0,6229	0,3650	0,0625	0,4174	2,3996	3,2469
15.	Pierrepoint .	0,6347	0,3077	0,5297	0,4759	0,0560	0,3929	2,3969	3,2262
16.	Monroe . . .	0,6440	0,2844	0,6298	0,3161	0,0934	0,4333	2,4010	3,2388
17.	Orford . . .	0,6221	0,2927	0,6520	0,3223	0,0838	0,4262	2,3991	3,2387
18.	Gouverneur .	0,6454	0,3113	0,5523	0,4163	0,0596	0,4312	2,4161	3,2482
19.	Dekalb . . .	0,6235	0,3069	0,5723	0,4422	0,0491	0,3998	2,3938	3,2328
20.	Hamburg . .	0,6114	0,3076	0,5731	0,4805	0,0351	0,3540	2,3617	3,2191

Aus der Tabelle folgert E. A. Wülfing¹⁾ folgendes:

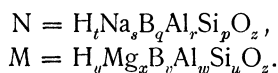
1. Die Summe der Nichtsauerstoffatome steht zu der Summe der Sauerstoffatome in einem konstanten Verhältnisse. Dieses ist im Mittel für die fünf ersten Analysen 0,7364; für die Analysen 6—10 0,7354 und für die fünf letzten Analysen 0,7401. Das arithmetische Mittel aller Analysen ist 0,737.

2. Silicium und Bor ist überall in derselben Proportion zugegen. Für die fünf ersten Analysen ist der Wert 2,1653; für die Analysen 6—10 2,1486; für die fünf letzten Analysen 2,0967. Das Mittel aller Analysen ergibt 2,109 oder rund 2.

3. Mit steigendem Magnesiumgehalt nehmen die Atomzahlen für Na und für Al ab. Das Verhältnis Si:(Al+Mg+Na) ist für die ersten fünf Analysen 0,6012; für die Analysen 6—10 0,5949, für 11—15 0,5978 und für die fünf letzten Analysen 0,5966, also im Mittel 0,598. Betrachtet man das Verhältnis Si:(Al+Mg+Na) als ein konstantes, so folgt, daß Si:(Al+Mg) in der einen Verbindung gleich Si:(Al+Na) in der zweiten sein muß, nämlich rund 1:0,6.

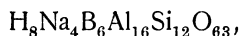
4. Die Atomzahlen für Wasserstoff lassen sich mit der Annahme von zwei Verbindungen in Einklang bringen, da diese Zahlen nach denselben Endgliedern, einem Magnesiumturmalin und einem Alkaliturmalin fallen, bzw. steigen. Das Verhältnis Si:H ist in den fünf ersten Analysen 1,4088; in den fünf mittleren 1,4602, in den nächsten fünf 1,5070 und in den fünf letzten Analysen 1,5453.

Demnach werden die Turmaline als aus zwei Verbindungen betrachtet:

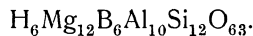


¹⁾ E. A. Wülfing, Tsch. min. Mit. **10**, 161 (1889).

Für die verschiedenen genannten Analysen ergeben sich verschiedene Zahlen. Das Silicat N hat die Formel:

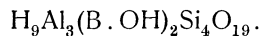


das Silicat M hat die Formel:



Ansichten von S. L. Penfield. Dieser Forscher¹⁾ hat nicht nur neue Analysen ausgeführt, er hat auch die älteren hier früher erwähnten Analysen geprüft. Er lenkt auch die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen von Titan. Dieses kann sowohl als TiO_2 das SiO_2 vertreten, als auch als Ti_2O_3 die Tonerde. S. L. Penfield geht von der Säure $\text{H}_{20}\text{B}_2\text{Si}_4\text{O}_{21}$ aus, eine zusammengesetzte Borkieselsäure. Nicht alle Wasserstoffatome sind durch Metall ersetzt. Die Wasserstoffatome können durch Metalle verschiedener Wertigkeit ersetzt werden.

Charakteristisch für alle Turmaline ist eine Aluminiumborkieselsäure



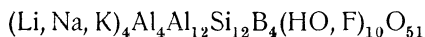
Für diese wird eine Konstitutionsformel gegeben.

Von Wichtigkeit erscheint hier die Auffassung, daß das Bor nicht als Vertreter des Wasserstoffs angenommen wird.

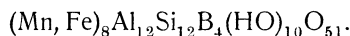
In einer zweiten Arbeit hat S. L. Penfield²⁾ die Riggsschen Analysen neu berechnet und zwar wird der Hauptwert auf das Verhältnis: $\text{SiO}_2 : \text{B}_2\text{O}_3 : \text{H}$ gelegt, worin H durch die dreiwertigen, zwei- und einwertigen Metalle ersetzt sein kann. Dieses Verhältnis ist bei den Analysen von R. B. Riggs nicht viel verschieden von 4:0,95:19,88 oder fast 4:1:20.

Bei den Analysen von P. Jannasch und G. Calb ist es ungefähr 4:0,92:19,9. Im allgemeinen entfernt es sich nicht viel von 4:1:20, die empirische Formel der Turmalinsäure ist $\text{H}_{20}\text{B}_2\text{Si}_4\text{O}_{21}$.

R. Scharizer³⁾ leitet aus seinen Analysen die Formel ab:



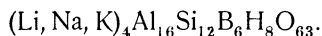
für den roten Turmalin, während der hypothetische Eisenturmalin die Formel hat:



Der blaugrüne Turmalin weicht etwas von der Formel ab.

Er geht dann auch auf die Riggsschen Analysen ein und kritisiert die Berechnung E. A. Wülfings. Die Riggsschen Formeln kommen nach R. Scharizer der Wirklichkeit viel näher als die von E. A. Wülfing.

Die roten und grünen Turmaline lassen sich ausdrücken durch die Formel:



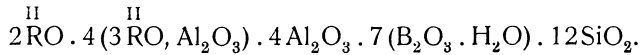
Für die blauen, schwarzen und braunen Turmaline läßt sich eine einfache Formel nicht leicht geben. Aus den Berechnungen ergeben sich zwei Möglichkeiten: 1. Entweder sind, wie R. B. Riggs annimmt, die alkalifreien Turmaline wieder isomorphe Mischungen zweier Endglieder, oder 2. man muß eine äquivalente Vertretung der zweiwertigen Basen durch Tonerde annehmen. Letztere Hypothese scheint die bessere zu sein.

¹⁾ S. L. Penfield, Z. Kryst. **31**, 322 (1899).

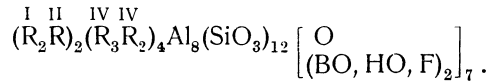
²⁾ Derselbe, ebenda, **33**, 527 (1900).

³⁾ R. Scharizer, Z. Kryst. **15**, 343 (1889).

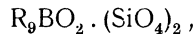
Die alkalifreien Turmaline hätten die Formel:



Als Endresultat ergibt sich, daß mit Ausnahme der grünen Varietäten die Turmaline durch die Formel ausgedrückt werden können:



P. Jannasch und G. Calb¹⁾ berechnen aus ihren Analysen die Formel:

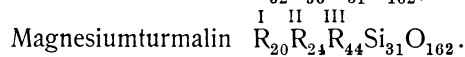
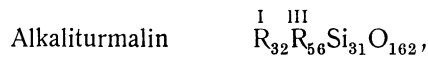


also ein Bororthosilicat, dessen Struktur S. 797 angegeben wird.

P. Jannasch²⁾ hat dann später in C. Hintzes Mineralogie drei Turmalin-formeln gegeben:

1. Li-Turmalin $\text{H}_7(\text{Li, Na})_4\text{Al}_{15}\text{B}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{63},$
2. Fe-Turmalin $\text{H}_7\text{Na}_2\text{Fe}_9\text{Al}_{14}\text{B}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{67\frac{1}{2}},$
3. Mg-Turmalin $\text{H}_7\text{Na}_2\text{Mg}_{12}\text{Al}_{13}\text{B}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{69}.$

V. Goldschmidt³⁾ hat die Analysen von R. B. Riggs, sowie die von G. Calb und P. Jannasch ebenfalls neu berechnet, wobei er Al_2O_3 , B_2O_3 und Fe_2O_3 zusammenzieht, dann die Oxyde einwertiger Metalle zusammen betrachtet und ebenso die der zweiwertigen. Er stellt zwei Arten von Turmalin-verbindungen auf:

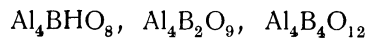


H. Rheineck⁴⁾ hat die Analysen von Turmalin neu berechnet und kommt zu beachtenswerten Resultaten, ohne daß seine Formeln jedoch zwingende Beweiskraft hätten.

Bemerkenswert ist jedoch, daß er sich gegen die Ansicht, die Borsäure mit dem Aluminiumoxyd zusammenzuziehen, wie dies sonst vielfach geschah, aussprach.

Was das Verhältnis Tonerde–Kieselsäure anbelangt, hat nach ihm das kleinste C. F. Rammelsberg gefunden, sowie R. B. Riggs bei den Analysen von Rumford, rosa (Nr. 101) und Brasilien, blaßrot (Nr. 106). Der Wert des kleinsten Verhältnisses Al:Si ist 1:0,75. Das erste Grenzglied enthält die Verbindung $\text{Al}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Das größte Al-Si-Verhältnis findet sich in den Analysen von Pierrepont, schwarz von R. B. Riggs. Demnach ist diese oberste Grenze von Al:Si 1:1,25. Dieses zweite Grenzglied enthält die Verbindung $\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{16}$.

Das Tonerde–Borsäure-Verhältnis schwankt unter $1/3$ bis $1/2$, seltener ist es über $1/2$. Es sind daher die Verbindungen



vorhanden.

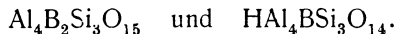
¹⁾ P. Jannasch u. G. Calb, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **22**, 216 (1889).

²⁾ C. Hintze, Miner. II, 311.

³⁾ V. Goldschmidt, Z. Kryst. **17**, 52 u. 61 (1899).

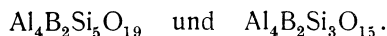
⁴⁾ H. Rheineck, Z. Kryst. **17**, 604 (1890); **22**, 53 (1894).

Was die Verteilung des Bors anbelangt, so ist a) und b) zu unterscheiden. Im Falle a) ist $\text{Al}:\text{B} = 4:n < 2$, wenn $\text{Al}:\text{Si} = 4:3$. Daraus berechnen sich die Verbindungen

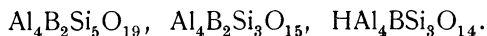


Im Falle b) können, wenn $\text{Al}:\text{Si} = 4:n > 3$, zwei Abteilungen unterschieden werden.

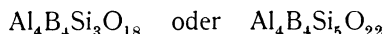
Wenn $\text{Al}:\text{B} = 4:2$ ist, so ergeben sich die Verbindungen:



Wenn $\text{Al}:\text{B} = 4:n < 2$, so erhält man drei Verbindungen:



Wenn $\text{Al}:\text{B} = 4:n > 2$, so kommt entweder die Verbindung

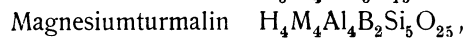


vor.

Die Berechnungen führen zu 15 Formeln, welche sich auf drei Typen zurückführen lassen:

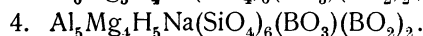
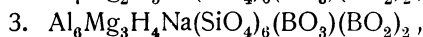
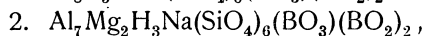
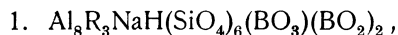


Durch Annahme verschiedener Sättigung entstehen Formeln, welche mit jenen der Glimmer verglichen werden. Die Formeln sind für:



Ganz andere Gesichtspunkte sind jene, welche F. W. Clarke¹⁾ im Jahre 1895 aufstellte. Die Turmalingruppe stellt nach ihm eine Reihe von Verbindungen dar, welche der Reihe der normalen Glimmer (vgl. S. 434) parallel geht und deren Formeln von $\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_3$ abzuleiten sind. Alle Varietäten enthalten den Kern $\text{Al}_5(\text{SiO}_4)_6(\text{BO}_3)(\text{BO}_2)_2$.

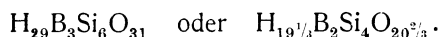
Von diesem Kern kann man vier Turmalintypen ableiten:



Für diese werden Konstitutionsformeln gegeben, wobei SiO_4 an R oder Al, MgH oder Al = BO_2 gebunden erscheint.

Immer erscheint das Bor in der Gruppe BO_2 an Al gebunden. Die Konstitutionsformeln siehe in der Originalarbeit oder bei S. L. Penfield,²⁾ welcher dagegen Einwürfe macht, daß namentlich das Aluminium so verschiedene Funktionen erfüllen kann. Auch bezweifelt er, daß BO_2 das Fluor ersetzen könnte, wie F. W. Clarke annimmt.

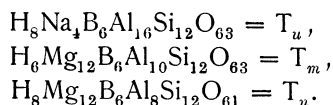
Die Säure, welche den obigen Formeln entspräche, wäre:



¹⁾ F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 125, 1—109 (1895); Z. Kryst. **28**, 326 (1897).

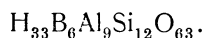
²⁾ S. L. Penfield u. H. W. Foote, Z. Kryst. **31**, 328 (1899).

Über das Mischungsgesetz der Turmaline äußerte sich G. Tschermak auf Grund der Analysenberechnungen von E. A. Wülfing dahin, daß die Turmaline aus drei Silicaten bestehen, nämlich:



Die drei Verbindungen haben ein dreifaches Molekulargewicht der einfachen Formel.

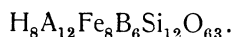
Die angenommene Säure ist:



Siehe auch G. Tschermak¹⁾ über die Umwandlung der Turmaline S. 785. Wir kommen jetzt zu den neuesten Auffassungen.

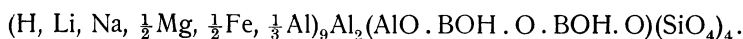
P. Reiner²⁾ hat im Anschluß an die S. 770 erwähnte Arbeit von E. A. Wülfing wieder die chemische Zusammensetzung erörtert und bringt einige neue Analysen. Er kritisiert die S. L. Penfieldsche Theorie und macht darauf aufmerksam, daß im Vergleich zu den früheren Analysen in den alten zu wenig Borsäure gefunden wurde, und zwar beträgt der Unterschied 1—3%. Ferner stellten die von M. Dittrich ausgeführten Analysen das Vorkommen von beträchtlicheren Mengen an Eisenoxyd fest, als in den älteren Analysen von demselben Fundort. A. Noll, welcher die Borsäure bestimmte, vermutet noch ein weiteres unbekanntes Element im Turmalin.

P. Reiner stellt außer den zwei Verbindungen von E. A. Wülfing noch eine dritte auf und zwar eine Eisenoxydverbindung von analoger Zusammensetzung, wie die beiden anderen. Durch Berechnungen der Analysen glaubt er die von G. Tschermak aufgestellte dritte Verbindung abweisen zu müssen und setzt an deren Stelle die Verbindung:



Die verschiedenen Analysen wurden in ein Osannisches Dreieck projiziert. Mit dieser Hypothese stimmen nach P. Reiner zwar viele, aber nicht alle Analysen, insbesondere gilt dies für die Analysen von L. Duparc und Mitarbeitern.

P. Groth³⁾ schreibt die Formel des Turmalins wie folgt:



Er gibt auch eine Konstitutionsformel nach S. L. Penfield u. H. W. Foote, indem er von der von diesen Autoren gegebenen Formel für die Turmalinsäure ausgeht.

Wichtige Untersuchungen stammen auch von W. T. Schaller,⁴⁾ welcher einige neue Analysen lieferte.

Er hat seine, sowie einige andere Turmalinanalysen neu berechnet. Das Verhältnis $\text{SiO}_2 : \text{B}_2\text{O}_3$ ist 4 : 1 in seinen Analysen, wie es S. L. Penfield gefunden hatte. Die Verhältnisse von Wasser plus Fluor zu Kieselsäure sind in seinen Analysen:

¹⁾ G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **19**, 155 (1900).

²⁾ P. Reiner, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1913).

³⁾ P. Groth, Tabl. System. (Genève 1904), 19.

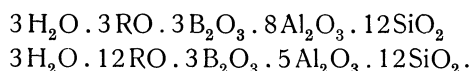
⁴⁾ W. T. Schaller, Z. Kryst. **51**, 332 (1913).

Nr. 102	12:3,72
„ 103	12:3,81
„ 104	12:3,81
„ 64	12:4,02
„ 65	12:3,72

Auch in den anderen berechneten Analysen weicht es nicht sehr ab. Nur eine Analyse von R. Scharizer weicht ab.

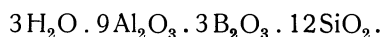
Ferner zeigt er, daß die Werte von Al_2O_3 abnehmen, wenn RO größer wird und umgekehrt.

Die konstituierenden Verbindungen sind nach W. T. Schaller:

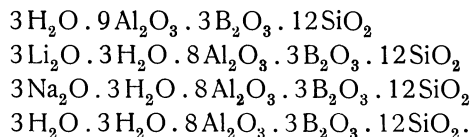


Die erste Komponente ist nahezu dargestellt durch den roten, sog. Lithium-Turmalin von Mesa Grande (Analyse Nr. 103), die zweite bilden die Mg-Fe- und Ca-Turmaline von Pierrepont und Hamburg (Analyse Nr. 3 u. 35).

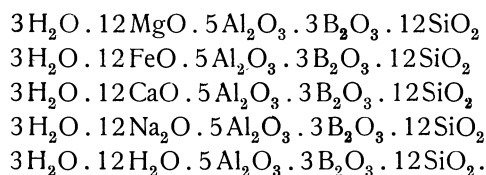
Der Turmalin von Elba verhält sich abnorm; zu seiner Deutung müssen wir nach ihm eine dritte Komponente annehmen, nämlich:



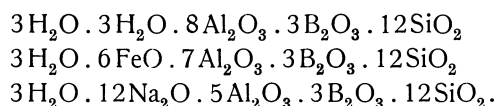
Die speziellen Formeln, welche die Zusammensetzung des Lithiumturmalins ausdrücken, sind:



In den Magnesiumturmalinen ergeben sich folgende Formeln:



Für den schwarzen Turmalin von Ramona (Nr. 64) nimmt W. T. Schaller noch einen dritten Typus an, nämlich:

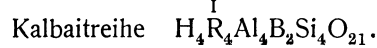
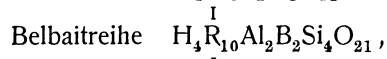


Neue Arbeiten über die chemische Zusammensetzung der Turmaline stammen von W. Vernadsky.¹⁾ Als empirische Formel nimmt er die von W. T. Schaller an. Es existiert ein einfacher Zusammenhang zwischen den Aluminiumatomen und den anderen metallischen Atomen im Turmalin, da die Zahl der Al-Atome steigt, wenn die Zahl der ein- und zweiwertigen Metalle fällt, oder umgekehrt. Der Formel $\text{H}_{20}\text{B}_2\text{Si}_4\text{O}_{21}$ entsprechen drei mögliche Silicate:

¹⁾ W. Vernadsky, Z. Kryst. **53**, 273 (1914).

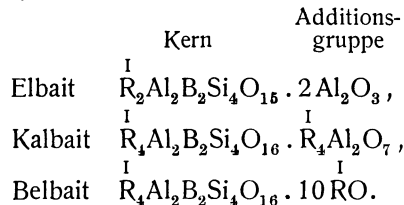
1. $4\overset{\text{I}}{\text{R}}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2,$
2. $\overset{\text{I}}{\text{R}}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_3,$
3. $7\overset{\text{I}}{\text{R}}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2.$

Entsprechend den früher von W. Vernadsky geäußerten Ansichten nimmt er im Turmalin den Kaolinkern an (vgl. bei Konstitution der Silicate, Bd. II, Abt. 1, S. 81). Er nimmt die Möglichkeit von polymeren Boralumokaolinkernen an, daraus folgt die Möglichkeit von weiteren Turmalinverbindungen. Dieser Kaolinkern dürfte ein saurer Kern sein, in welchem freie Hydroxylgruppen existieren. Es ist mindestens ein Molekül Wasser auf einem Alumokaolinkern. Er kommt zu dem Resultate, daß es drei Turmalinreihen geben kann, nämlich:

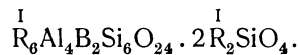


Die Struktur der Elbaiten ist durch ein Zusammenpacken von Kaolinkernen gekennzeichnet.

W. Vernadsky faßt die Turmaline als Additionsprodukte auf und schreibt die Formeln empirisch:

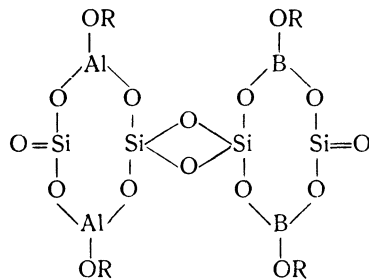


Ferner macht W. Vernadsky auf die Analogie der Formel des Axinites mit diesen Formeln aufmerksam; der Axinit kann analog geschrieben werden:



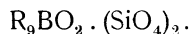
Nach diesem Autor würde auch die Farbe des Turmalins mit der Auffassung als Additionsprodukt im Einklange stehen.

Konstitutionsformeln. W. Vernadsky hat Konstitutionsformeln für den Turmalin gegeben, welche jedoch hypothetisch sind. Diese entsprechen seinem Kaolinkern:

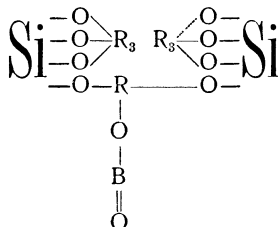


Solange noch über die empirische Formel des Turmalins keine volle Übereinstimmung herrscht, dürften solche Formeln noch verfrüht sein.

Eine verhältnismäßig einfache Konstitutionsformel haben P. Jannasch und G. Calb¹⁾ auf Grund der Annahme eines Boro-Orthosilicats gegeben:

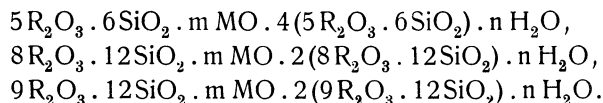


Die Formel ist:



Ferner hat F. W. Clarke²⁾ eine solche Formel aufgestellt, in welcher die Gruppen BO_3 , BO_3NaH und $Al-OH$ angenommen werden. Weitere Konstitutionsformeln siehe bei S. L. Penfield und H. W. Foote. Ferner hat F. W. Clarke vor ganz kurzer Zeit eine neue Konstitutionsformel gegeben.³⁾

Endlich haben D. u. W. Asch⁴⁾ die Formeln für die einzelnen Turmaline angegeben, wobei sie drei Typen annehmen:



Weitere Arbeiten sind jene von E. A. Wülfing und K. Becht,⁵⁾ auf Grund der Analysen von M. Dittrich (Analysen Nr. 6, 7, 8 und 23, 24). Sie haben auch neuerdings die Frage nach dem Titangehalt geprüft und kommen durch Berechnungen zu dem Resultat, daß im Turmalin nicht Titandioxyd, sondern Titansesquioxyd vorhanden ist. Es werden die drei Verbindungen, welche bereits G. Tschermak aufgestellt hat, angenommen.

Zusammenfassung. Aus dem Vorhergehenden ergibt sich die große Verschiedenheit in Auffassung der Turmalin-formel bei den verschiedenen Autoren.

Vor allem möchte ich jene Formeln als unsicher bezeichnen, in welchen, wie in den C. F. Rammelsbergschen, die Ableitung der konstituierenden Formeln der Säure unter der Voraussetzung vorgenommen wird, daß die dreiwertigen Elemente als Vertreter der übrigen ein- und zweiwertigen Elemente erscheinen. Speziell ist das für Bor der Fall. Bereits haben mehrere Chemiker auf den Umstand aufmerksam gemacht, daß das Verhältnis von B:Si ein nahezu konstantes ist. Es kann daher Bor nicht als Vertreter des Aluminiums, wie bei isomorphen Elementen angesehen werden. In vielen neueren Fällen, besonders in jenen von G. Tschermak, E. A. Wülfing, W. T. Schaller u. a. ist dies richtig ausgeführt.

¹⁾ P. Jannasch u. G. Calb, l. c. 220.

²⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. **8**, 111 (1899); Z. Kryst. **34**, 196 (1901).

³⁾ Derselbe, Bull. geol. Surv. U.S. N. 588 (1914).

⁴⁾ D. u. W. Asch, Die Silicate (Berlin 1911), 362.

⁵⁾ E. A. Wülfing u. K. Becht, Sitzber. Heidelberger Ak. 1913, Abh. 20.

Das Verhältnis B:Si wird von diesen Autoren als 1:4 angenommen. Damit ist ein bedeutender Fortschritt erzielt.

Sehr schwierig gestaltet sich jedoch die Frage nach der Verkettung des Bors mit anderen Elementen. P. Groth nimmt eine Gruppe BO—B—OH an, analog der Gruppe Al—OH. Hier scheint wieder die Analogie des Aluminiums mit dem Bor vorzuschweben.

Chemische und physikalische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre schmelzen eisenarme Turmaline ziemlich leicht unter Anschwellen zu weißem blasigen Email, während angeblich die eisenreichen schwerer schmelzen sollen. Die farblosen und Lithiumturmaline sind sehr schwer schmelzbar; nach C. F. Rammelsberg¹⁾ werden sie porzellanartig.

Da der Turmalin sich bei hoher Temperatur zersetzt, so kann man keinen wirklichen Schmelzpunkt bestimmen. R. Cusack²⁾ fand 1012—1102°. C. Doelter³⁾ fand für einen sehr eisenreichen schwarzen 1010°; natürlich muß der Schmelzpunkt mit der chemischen Zusammensetzung stark wechseln.

Die Borreaktion erhält man, wenn man Turmalin mit einem Gemenge von Kaliumbisulfat und Flußspat schmilzt. Säuren greifen nicht an, Flußsäure nach dem Glühen.

H. Baumhauer⁴⁾ erzeugte auf Turmalinkristallen Ätzfiguren, als er als Ätzmittel schmelzendes Ätzkali verwendete.

Darüber siehe auch W. Ramsay⁵⁾ und H. Traube,⁶⁾ sowie T. L. Walker.⁷⁾

Turmalin ist nur sehr undeutlich spaltbar nach der Grundrhomboederfläche und nach dem Deuteroprisma.

Bruch uneben bis unvollkommen muschelig. Spröde. Härte 7.

Über den Elastizitätsmodul bei der Temperatur der flüssigen Luft siehe W. Lissauer.⁸⁾

Dichte schwankend, namentlich vom Eisengehalt abhängig, meist 3,0—3,2; Aus neuerer Zeit rühren Bestimmungen von K. Becht⁹⁾ her. Er fand folgende Werte:

Macomb	3,066
Posten Sonjo 1 . .	3,055
Posten Sonjo 2 . .	3,096
Dobrowa	3,028
Ceylon, sehr hell .	3,054
Ceylon, hell . . .	3,064
Ceylon, mittel . .	3,059
Ceylon, dunkel . .	3,144

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Mineral-Chem. 1875.

²⁾ R. Cusack, Proc. R. Irish Ac. 4, 399 (1897); Z. Kryst. 31, 284 (1899).

³⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 20, 210 (1901).

⁴⁾ H. Baumhauer, N. JB. Min. etc. 1876, 3.

⁵⁾ W. Ramsay, Bih. Sv. Vet. Ak. Handl. Stockholm 12, II, 1 (1886) und 13, III, 1 (1887); Z. Kryst. 15, 431 (1889).

⁶⁾ H. Traube, ebenda; N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 10, 454 (1895).

⁷⁾ T. L. Walker, Am. Journ. 5, 176 (1898).

⁸⁾ W. Lissauer, Inaug.-Diss. München (1907).

⁹⁾ K. Becht, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1913), 51.

Nach E. A. Wülfing¹⁾ variiert die Dichte mit dem Schwermetallgehalt nach einer geraden Linie. Das spezifische Gewicht und die Doppelbrechung stehen in einfacher Beziehung. Siehe auch S. 784 die Bestimmungen von W. T. Schaller.

Glasglanz; verschieden durchsichtig, eisenhaltige durchscheinend bis undurchsichtig. Farbe schwarz, grünlich- oder bläulichschwarz, dann verschiedene blaue, grüne Töne. Die lithiumhaltigen sind dunkel- bis hellrosenrot. Bekannt ist das Vorkommen verschiedener Farben an ein und demselben Kristall, sowohl in konzentrischen Schichten um die Hauptachse herum, als auch in verschiedenen Horizontalschichten, namentlich an den Kristallenden (Kappen) treten verschiedene Farben auf. Auch farbloser Turmalin (Achroit) kommt vor.

Färbemittel. Es dürfte sich hier um eine Färbung durch isomorph beigemengtes Färbemittel handeln. So färbt Lithium rosensrot, Mangan braunrot, Eisenoxydul grün, Chrom saftgrün, Eisenoxyd schwarz. Die Brechungsquotienten verschiedener Schichten sind verschieden. Versuche zeigten, daß die Turmalinfärbungen beim Erhitzen nicht schwinden.

R. Scharizer²⁾ hat sich auch über den Zusammenhang zwischen Farbe und chemischer Konstitution geäußert. Mit zunehmendem Mangengehalt verschiebt sich die Farbe allmählich vom Blau durch Grün zum Rot. Braun bzw. braunschwarz sind jene Turmaline, die Eisen enthalten, aber entweder frei von Mangan sind, oder bei welchen das Verhältnis $MnO:FeO$ größer als 1:17 ist. Der Sättigungsgrad der braunen Farbe ist eine Funktion des Titangehaltes, mit dessen Zunahme bei sonst gleichem Eisengehalt die Turmaline immer dunkler werden; er ist aber auch eine Funktion des Eisengehalts, weil bei gleichem Titangehalt bei Zunahme des Eisengehalts das Braun sich in Schwarz umwandelt. Bei den grünen Turmalinen ist die Abhängigkeit nicht ohne weiteres klar.

Durch Versuche kam R. Scharizer zu dem Schlusse, daß durch Glühen in einer sauerstoffreichen Flamme die einzelnen Farben ineinander übergeführt werden können.

Nach R. Scharizer wären die blauen und grünen Farben das Resultat einer Mischung der Farbtöne grüner Manganate und rotvioletter Permanganate; er bemerkt, daß die Umwandlung der Manganate in Permanganate ein Oxydationsprozeß sei, was die Analogie mit dem Verhalten der Turmaline beim Glühen erhöht. Über die Farbe der Turmaline im Zusammenhange mit ihrer chemischen Konstitution hat sich auch W. Vernadsky³⁾ geäußert.

Farbenänderung beim Erhitzen. K. Simon⁴⁾ hat einige Versuche mit Turmalinen ausgeführt. Grüner, sowie roter Turmalin wurden im Wasserstoffstrom erhitzt. Der erstere verliert bei 670° seine Farbe, nimmt sie aber bei Zimmertemperatur wieder an. Dies Verhalten erinnert an das Verhalten von chromhaltigen Mineralien. Ein dunkelroter Kristall wurde bei 500° milchiggrün, und blieb bei Abkühlung schwach grünlich. Rotvioletter Turmalin wurde bräunlichgrün; bei 500° verschwindet die Farbe. Beim Erkalten war er fast farblos.

¹⁾ E. A. Wülfing, Progr. 82. Jahresfeier k. Akademie Hohenheim (Stuttgart 1900); Z. Kryst. **36**, 538 (1902).

²⁾ R. Scharizer, Z. Kryst. **15**, 355 (1889).

³⁾ W. Vernadsky, Z. Kryst. **53**, 287 (1914).

⁴⁾ K. Simon, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **26**, 288 (1908).

Ein anderer bräunlichroter Kristall war bei 520° fast farblos. Beim Erkalten wurde er hellgrünlich.

Im Sauerstoffstrom verlor er bei 800° seine Farbe, wurde aber wieder grün. Rosaturmalin wurde bei 500° hellgrünlich, blieb so beim Erkalten. Auch andere bräunlichrote Turmaline wurden bei Erhitzung grünlich.

Versuche mit Radiumstrahlen. K. Simon¹⁾ bestrahlte einen Kristall, welcher ursprünglich bräunlichrot, beim Glühen in Sauerstoff hellgrünlich geworden war. Die rotbraune Farbe wandelte sich in eine hellrötliche um.

Die durch Glühen grünlich gewordenen Kristalle sind ebenfalls lichtbeständig.

Versuche, welche ich²⁾ ausführte, zeigten, daß ein farbloser Turmalin einen leisen rosa Stich erhielt. Andere Turmaline ergaben keine Veränderung. Ultraviolette Strahlen wirken nach Radiumbestrahlung nur schwach. Kathodenstrahlen veränderten farblosen Turmalin nur sehr wenig.

Dagegen zeigten Turmaline aus mehreren verschieden gefärbten Zonen eine Änderung, welche sich zumeist auf die hellen oder farblosen Zonen bezog. Diese helleren Teile wurden oft rosa oder grünlichgelb, während die dunklen Zonen sich nicht veränderten. Man kann daraus auf eine Diffusion der Farben schließen. Was nun die Natur des Färbemittels anbelangt, so ist es in den meisten Fällen, namentlich bei schwarzen, braunen, blauen und grünen ein isomorph beigemengtes, wobei Eisenoxyd und Oxydul, Manganoxydul, Chromoxyd die Hauptrolle spielen dürften. Nur bei den rosafarbenen, welche bei der Erhitzung grün werden und die eine, wenn auch unbedeutende Veränderung zeigen, ist es immerhin wahrscheinlich, daß außer einem isomorph beigemengten Färbemittel vielleicht ein zweites kolloides Pigment vorhanden sein kann.

Auffallend ist es, daß die roten Turmaline auch im Sauerstoffstrom grünlich werden, was darauf hinweist, daß nicht Eisenoxydul das Färbemittel ist; wahrscheinlicher ist es Chromoxyd.

Radioaktivität und Heliumgehalt. Der Turmalin gehört zu den schwach oder nichtradioaktiven Mineralien. Er enthält jedoch Helium. R. Piutti³⁾ hat Bestimmungen ausgeführt, welche die sehr schwache Radioaktivität ergaben, und zwar bei folgenden Vorkommen:

Fundort	Radioaktivität
Maharitra, grünlich . . .	$10^{-3} \times 4,12$
Diamantina	$10^{-3} \times 1,19$
Col de Girabal	$10^{-3} \times 0,46$
Pierrepont, schwarz . . .	$10^{-3} \times 0,4$
Haddam, schwarz	$10^{-3} \times 0,36$
Minas Gerães	$10^{-3} \times 0,29$
Antsirabé	$10^{-3} \times 0,28$
Pala, rosa	$10^{-3} \times 0,21$
Ambohimanarivo rosa . .	$10^{-3} \times 0,203$
Elba, rosa	$10^{-3} \times 0,17$

¹⁾ K. Simon, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **26**, 288 (1908).

²⁾ C. Doelter, Sitzber. Wiener Ak. **117**, 1282 (1908).

³⁾ R. Piutti, Gazz. chim. it. **40**, 435 (1910) und **40**, 476 (1910). Ref. Z. Kryst. **52**, 411 (1913). Auch Le Radium **7**, 146 (1910).

Als nichtradioaktiv betrachtet der Verfasser solche Mineralien, deren Radioaktivität kleiner ist als $10^{-3} \times 0,1$. Helium enthalten die verschiedenen Turmaline von Elba, der von St. Béat (Haute Garonne), von Ourvault (Loire infér.), von Castailhac (Aveyron), vom Zillertal, vom Zwasiland, von Pierrepont, von Gouverneur, von Maharitra, von Betafo und Umgebung und von Ambohimanarivo.

Optische Konstanten. Besonders durch die Untersuchungen von E. A. Wülfing und seiner Schüler hat es sich gezeigt, daß Turmaline verschiedener Zusammensetzung, welche ja, wie wir gesehen, verschiedene Dichten haben, verschiedene Farben zeigen, auch verschiedene Brechungsquotienten und verschieden starke Doppelbrechung aufweisen. Die sehr zahlreichen Daten können hier nicht angeführt werden, doch seien einige der wichtigeren Turmalinfundorte gegeben:

Fundort	N_{ω}	N_{ϵ}	$N_{\omega}-N_{\epsilon}$	Beobachter:
Elba, farblos. . . .	1,6424	1,6223	0,0201	E. A. Wülfing, ¹⁾
Elba, farblos. . . .	1,6386	1,6202	0,0184	K. Zimányi, ²⁾
Brasilien, dunkelgrün .	1,6424	1,6222	0,0202	K. Zimányi, ²⁾
Haddam, grün, Mittel	1,651	1,631	0,020	W. T. Schaller, ³⁾
Haddam, grün	1,6401	1,6220	0,0181	E. A. Wülfing, ¹⁾
Tirol, schwarz	1,6429	1,6195	0,0234	K. Zimányi, ²⁾
Mesa grande, rot . . .	1,647	1,628	0,019	W. T. Schaller. ³⁾

Siehe auch über Brechungsquotienten der Elbaner Turmaline G. B. d'Achiardi.⁴⁾

Die Werte, welche L. Duparc, M. Wunder u. L. Sabot⁵⁾ erhielten, sind folgende:

Fundort	N_{ω}	N_{ϵ}	$N_{\omega}-N_{\epsilon}$	$2E$, ⁶⁾
Antsamgambato, dunkelrot	1,6448	1,6251	0,0197	4 ^o 18' 3,005
Antsamgambato, hellrot .	1,6376	1,6199	0,0177	5 03 3,015
Maroando, blaßrot	1,6408	1,6246	0,0162	14 5 2,978
Maroando, rot	1,6394	1,6237	0,0157	8 18 2,978
Antaboko	1,6411	1,6256	0,0155	6 20 3,047
Tsilaisina, blaßrot	1,6374	1,6214	0,0160	7 33 3,061
" strohgelb	1,6430	1,6224	0,0206	8 5 3,102
" dunkler gelb	1,6464	1,6243	0,0221	6 29 3,111
" braungelb	1,6460	1,6239	0,0221	10 6 2,978
" braungrün	1,6470	1,6244	0,0226	8 54 3,073
" dunkelbraun	1,6481	1,6250	0,0231	7 34 3,011
" schwarz	1,6525	1,6279	0,0246	0 — 3,127

Weitere genaue Beobachtungen rühren von K. Becht her.

1) E. W. Wülfing, l. c. ZB. Min. etc. 1901, 299.
 2) K. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 333 (1894).
 3) W. T. Schaller, Z. Kryst. **51**, 321 (1913).
 4) G. B. d'Achiardi, Proc. verb. Soc. Toscana Sc. Nat. 4. März 1894.
 5) L. Duparc, M. Wunder u. L. Sabot, Mém. Soc. phys. et nat. Genève **36**, Heft III, 283 (1910). Siehe auch A. Lacroix, Min. de France **4**, 702 (1910).
 6) Dieselben fanden anomale Zweiachsigkeit. Die Zahlen sind nach A. Lacroix eingesetzt.

In der folgenden Tabelle sind nach K. Becht¹⁾ die Brechungsquotienten in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung wiedergegeben:

Fundort	N_{ω}	N_{ε}	$N_{\omega}-N_{\varepsilon}$	% Na- Mol.	% Fe- Mol.	% Mg- Mol.
Ceylon, hell. . .	1,6367	1,6167	0,0200	20	3	77
" " . . .	1,6409	1,6214	0,0195	20	4	76
Hamburg . . .	1,6384	1,6182	0,0193	26	2	72
Gouverneur. . .	1,6368	1,6160	0,0208	28	2	70
Ceylon, mittel . . .	1,6443	—	—	26	5	69
Macomb. . .	1,6348	1,6143	0,0205	28	6	66
Dobrowa . . .	1,6355	1,6130	0,0225	47	4	49
Posten Sonjo . . .	1,6455	1,6198	0,0257	43	16	41
Ceylon, dunkel	1,6759	1,6414	0,0345	23	22	55

Pleochroismus und Lichtabsorption. Der Turmalin ist ein ausgezeichnetes Beispiel für Dichroismus; der ordentliche Strahl wird immer stärker absorbiert. Je stärker die Färbung, je deutlicher ist die Erscheinung. Über die ungleiche Absorption für verschiedene Farben siehe die Arbeiten von A. Des Cloizeaux,²⁾ C. F. Rammelsberg;³⁾ über photometrische Messungen siehe W. Pulfrich,⁴⁾ P. Schwebel.⁵⁾

Über die Büschelerscheinung siehe E. Bertrand⁶⁾ sowie Th. Liebisch.⁷⁾

P. Reiner⁸⁾ gibt an, daß als Durchschnittswerte für die Brechungsquotienten folgende Zahlen gelten:

	N_{α}	N_{γ}
Alkalituralin	1,625	1,646
Magnesiaturalin	1,628	1,640
Eisentalin	1,639	1,668

Eine Ausnahme ist der Turmalin von Tamatave, welcher die Werte 1,657 und 1,692 zeigt.

Über die Lichtbewegung in Turmalin siehe C. Viola⁹⁾ u. E. A. Wülfing,¹⁰⁾ ferner S. Nakamura.¹¹⁾

Die Absorptionsfarben werden nach R. Scharizer¹²⁾ durch Glühen verändert.

Bei Turmalin werden die ordinären Strahlen im sichtbaren Teile des Spektrums absorbiert, und die ultravioletten zum Teil durchgelassen, während für die außerordentlichen Strahlen das Umgekehrte gilt.

Über den Dichroismus für ultrarote Strahlen siehe E. Merritt¹³⁾ nach V. Agafanoff.¹⁴⁾

¹⁾ K. Becht, l. c.

²⁾ A. Des Cloizeaux, *Man. de Minéral* 1862, 507.

³⁾ C. F. Rammelsberg, *Pogg. Ann.* **18**, 36 (1850).

⁴⁾ W. Pulfrich, *Z. Kryst.* **6**, 152 (1882).

⁵⁾ P. Schwebel, ebenda **7**, 153 (1883).

⁶⁾ E. Bertrand, *Bull. Soc. min.* **2**, 67 (1879).

⁷⁾ Th. Liebisch, *Nachr. k. Ak. Göttingen* 1888, 202.

⁸⁾ P. Reiner, *Inaug.-Diss. Heidelberg* 1913, 49.

⁹⁾ C. Viola, *Z. Kryst.* **37**, 120 (1903).

¹⁰⁾ E. A. Wülfing, *ZB. Min. etc.* 1901, 299.

¹¹⁾ S. Nakamura, *Nachr. k. Ak. Göttingen* 1903, 343; *Z. Kryst.* **41**, 304 (1906).

¹²⁾ R. Scharizer, *Z. Kryst.* **15**, 361 (1889).

¹³⁾ E. Merritt, *Wied. Ann.* **55**, 49 (1895).

¹⁴⁾ V. Agafanoff, *C. R.* **123**, 490 (1896).

V. Agafanoff¹⁾ zeigte auch, daß der Pleochroismus durch das Pigment bedingt wird, Über Lichtabsorption siehe auch J. Ehlers,²⁾ sowie A. Potier,³⁾ dann E. Carvallo.⁴⁾

A. Pflüger⁵⁾ prüfte an glühendem Turmalin das Kirchhoffsche Gesetz über die Proportionalität zwischen Absorption und Emission und die Gleichheit ihres Verhältnisses mit der Emission des absolut schwarzen Körpers und bestätigte die Gesetzmäßigkeit.

Über Rotation eines Turmalinkristalls durch geradlinig polarisiertes Licht siehe J. A. Anderson.⁶⁾

Über den Einfluß des elektrostatischen Feldes auf das optische Verhalten des Turmalins siehe F. Pockels.⁷⁾

J. Chaudier⁸⁾ studierte die Beziehung zwischen der elektrischen Doppelbrechung der Suspensionen und der optischen Doppelbrechung der festen Bestandteile, es ergab sich, daß der elektrische Dichroismus kleiner wird, wenn die optische Doppelbrechung der festen Bestandteile abnimmt.

Dielektrizitätskonstante. Nach J. Curie⁹⁾ beträgt sie in der Richtung parallel zur Achse 6,05 und in der Richtung senkrecht zur Achse 7,10. R. Fellingner¹⁰⁾ fand 6,5382 und 7,12844. W. Schmidt¹¹⁾ fand die Werte 5,65 und 6,75. W. Lissauer¹²⁾ bestimmte die Dielektrizitätskonstante nach der Methode von P. Drude bei Zimmertemperatur und bei der Temperatur der flüssigen Luft und fand keine Änderung.

Über magnetische Suszeptibilität siehe J. Königsberger,¹³⁾ über magnetische Influenz siehe B. Bavink.¹⁴⁾

Die absoluten Werte der Magnetisierungszahl senkrecht und parallel zur Achse bestimmten W. Voigt und S. Kinoshuto.¹⁵⁾ Sie stellten den Wert in bezug auf die Masseneinheit dar, während die auf die Volumeinheit bezogene Magnetisierungszahl bedeutet. Turmalin ist paramagnetisch.

Parallel zur Achse sind: $\kappa_3' = 7,48 \times 10^{-7}$ $\kappa_3 = 23,2 \times 10^{-7}$,

Senkrecht zur Achse sind: $\kappa_1' = 11,18 \times 10^{-7}$ $\kappa_1 = 34,7 \times 10^{-7}$,

$\kappa_1 - \kappa_3 = 11,5 \times 10^{-7}$.

Über **Wärmeleitung** im Turmalin siehe S. P. Thompson u. O. J. Lodge.¹⁶⁾ Dagegen machte E. Stenger¹⁷⁾ Einwendungen gegen die von jenen behauptete unilaterale Leitung.

¹⁾ V. Agafanoff, C. R. **125**, 87 (1897).

²⁾ J. Ehlers, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **11**, 259 (1897).

³⁾ A. Potier, C. R. **114**, 874 (1892).

⁴⁾ E. Carvallo, Ann. chim. phys. **7**, 58 (1896).

⁵⁾ A. Pflüger, Ann. phys. **7**, 806 (1902).

⁶⁾ J. A. Anderson, Phys. Z. **9**, 707 (1908).

⁷⁾ F. Pockels, Abh. k. Ges. Wiss. Göttingen **39**, 1—204 (1894); Z. Kryst. **27**, 444 (1897).

⁸⁾ J. Chaudier, C. R. **149**, 202 (1909).

⁹⁾ J. Curie, Ann. chim. phys. **17**, 385 und **18**, 203 (1889); Z. Kryst. **19**, 517 (1891).

¹⁰⁾ R. Fellingner, Inaug.-Diss. (München 1899); Z. Kryst. **35**, 186 (1902).

¹¹⁾ W. Schmidt, Ann. phys. **9**, 919 (1902).

¹²⁾ W. Lissauer, Inaug.-Diss. (München 1907); Z. Kryst. **47**, 77 (1910).

¹³⁾ J. Königsberger, Wied. Ann. **66**, 698 (1898).

¹⁴⁾ B. Bavink, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **19**, 377 (1904).

¹⁵⁾ W. Voigt u. S. Kinoshuto, Nachr. k. Ak. Göttingen 1907, 123; Z. Kryst. **47**, 81 (1910).

¹⁶⁾ S. P. Thompson u. O. J. Lodge, Phil. Mag. **8**, 18 (1879).

¹⁷⁾ E. Stenger, Wied. Ann. **22**, 522 (1884).

Die **spezifische Wärme** wurde von J. Joly¹⁾ bestimmt; der Wert an einem schwarzen glänzenden Kristall ist 0,20082, an einem gestreiften 0,2005, an einem braunen durchscheinenden Kristall 0,21114—0,21126.

Der Turmalin ist durch seine **Pyroelektrizität** bekannt, wie er übrigens als elektrisches Mineral schon lange bekannt ist. Sein Name bedeutet ja Aschenzieher. An beiden Enden der Hauptachse treten verschiedene Elektrizitäten auf. Besondere Studien über die Pyroelektrizität wurden von G. Rose,²⁾ dann von A. Gaugain,³⁾ von E. Riecke⁴⁾ gemacht. Siehe ferner H. Schedtler.⁵⁾

Über elektrisches und morphologisches Verhalten siehe V. Worobieff.⁶⁾

Turmalin zeigt auch Piezoelektrizität. J. u. P. Curie⁷⁾ zeigten, daß durch Druck in der Richtung der Hauptachse dieselbe polare Elektrizität entsteht, wie bei der Abkühlung.

Über die piezoelektrische Erregung des Turmalins bei der Temperatur der flüssigen Luft siehe W. Lissauer.⁸⁾ Über piezoelektrische Konstanten siehe auch E. Riecke u. W. Voigt.⁹⁾ Letzterer fand für den piezoelektrischen Effekt in der Richtung der Hauptachse 0,0567.¹⁰⁾ Vgl. A. L. W. E. van der Veen.¹¹⁾

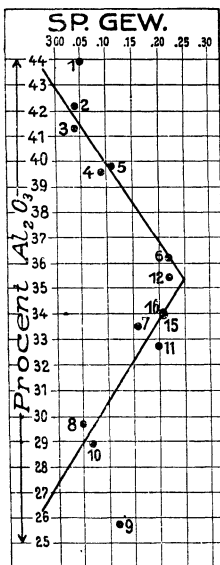


Fig. 18.

Vergleich der physikalischen und chemischen Eigenschaften.

W. T. Schaller hat für einige von ihm untersuchten Turmaline die Abhängigkeit der optischen Konstanten von der Zusammensetzung graphisch dargestellt. Die Brechungsquotienten sind für Lithium- und Magnesiumturmaline nahezu gleich und stellen ein Minimum dar. Die höchsten Ziffern zeigen die stark eisenreichen. Die zahlenmäßigen Daten zur Ermittlung sind nicht ausreichend.

Als Basis des Vergleichs der physikalischen Eigenschaften mit der chemischen Zusammensetzung wird ein reziprokes Verhältnis angenommen zwischen Al_2O_3 und RO; als Grundlage des Vergleichs wird der Tonerdegehalt angenommen. Die eisen- und magnesiafreien Turmaline haben als höchsten Wert ungefähr 44%, während Lithium den kleinsten Wert derjenigen Turmaline zeigt, welche den höchsten Gehalt an Magnesia plus Kalk besitzen, dieser ist ungefähr 26%.

Für das spezifische Gewicht zeigt Fig. 18 die Werte. Der kleinste Wert für Magnesiumturmaline ist 3,05, der

¹⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 268 (1887).

²⁾ G. Rose, Abh. Berliner Ak. 1836, 215; Pogg. Ann. **39**, 285.

³⁾ A. Gaugain, Ann. chim. phys. **57**, 5 (1859).

⁴⁾ E. Riecke, Wied. Ann. **28**, 43 (1886).

⁵⁾ H. Schedtler, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **4**, 527 (1886).

⁶⁾ V. Worobieff, Z. Kryst. **33**, 419 (1900).

⁷⁾ J. u. P. Curie, C. R. **91**, 294, 383 (1880); **92**, 186, 350 (1881).

⁸⁾ W. Lissauer, Inaug.-Diss. (München 1907); Z. Kryst. **47**, 76 (1910).

⁹⁾ E. Riecke u. W. Voigt, Nachr. k. Ak. Göttingen 1891, 247; Z. Kryst. **22**, 184 (1892).

¹⁰⁾ W. Voigt, Ann. d. Phys. **66**, 1040 (1898).

¹¹⁾ A. L. W. E. van der Veen, Z. Kryst. **51**, 559 (1913).

größte 3,20—3,25. Für die magnesiumfreien Turmaline ist der kleinste Wert 3,00—3,05, der größte 3,20—3,25.

Für die kristallographischen Konstanten ermittelt W. T. Schaller, daß die *c*-Achse den niedrigsten Wert besitzt für den roten Lithiumturmalin, den höchsten für die eisenreichen Varietäten.

Was die Brechungsquotienten anbelangt, zeigen ebenfalls die eisenreichsten Turmaline die höchsten Werte.

Umwandlung des Turmalins.

Turmalin ist oft umgewandelt; das häufigste Umwandlungsprodukt ist Glimmer, welcher je nach der Natur des betreffenden Turmalins verschiedene Zusammensetzung hat. Auch chloritartige Mineralien und Ripidolith werden als seltener Umwandlungsprodukte erwähnt. Ferner sollen Umwandlungen in Talk und Pinit vorkommen.

Die gewöhnliche Umwandlung des Turmalins wurde von G. Tschermak¹⁾ näher studiert. Die Umwandlung in Speckstein, welche R. Blum von Rožena beschrieb, ist nach G. Tschermak eine solche in Damourit. Die Analyse an einem Turmalin, bei welchem noch zirka 10% von unverändertem Turmalin vorhanden war, ergab nach einer Untersuchung von E. Ludwig folgende Zahlen:

Na ₂ O	0,12
K ₂ O	7,22
MnO	0,15
FeO	0,17
B ₂ O ₃	1,20
Al ₂ O ₃	40,14
Fe ₂ O ₃	0,17
SiO ₂	46,00
F	0,56
H ₂ O	5,30
	101,03
F ₂ =O	0,23
	100,80

Diese Analyse berechnet G. Tschermak nach Abzug von 10% Turmalin (nach der Analyse von C. F. Rammelsberg) und kommt zu dem Resultat, daß eine noch nicht vollendete Pseudomorphose von Muscovit nach Rubellit vorliegt. Dabei erfolgt eine Aufnahme von Kali, welche wohl aus dem benachbarten Orthoklas stammt.

Die Umwandlung von Rubellit vom Fundorte Hebron (Maine) in ein trübes, talkähnliches Mineral wurde von R. B. Riggs²⁾ untersucht. Die Analyse des Umwandlungsprodukts ergab:

¹⁾ G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **21**, 8 (1902).

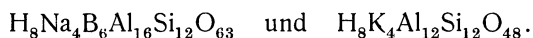
²⁾ R. B. Riggs, l. c.

Na ₂ O	1,05
K ₂ O	10,92
MgO	0,05
CaO	0,41
MnO	0,04
FeO	0,25
B ₂ O ₃	Spur
Al ₂ O ₃	38,71
Fe ₂ O ₃	0,58
SiO ₂	43,90
H ₂ O	4,25
	100,16

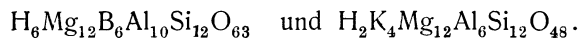
Diese Zahlen entsprechen nach G. Tschermak¹⁾ der Muscovitformel. Bei dem rosenroten Turmalin von Rumford fand J. S. Diller zwei Umwandlungsprodukte, von denen das eine Damourit ist, während das zweite nicht genügend ableitbar ist, vielleicht liegt Quarz vor.

G. Tschermak studierte auch die Umwandlung des Turmalins in Pinit von Schneeberg in Sachsen. Er fand als Umwandlungsprodukt Meroxen. An einem Turmalin von Hebron fand G. Tschermak die Umwandlung in Cookeit (siehe diesen S. 207). Die Formeln beider stellte G. Tschermak zusammen und nimmt für Cookeit die Formel H₆LiAl₃Si₂O₁₂ an; im Vergleich zur Muscovitformel erscheint im Cookeit Si durch 4H und Li durch K ersetzt. Der Cookeit gehört demnach nicht in die Reihe der gewöhnlichen Glimmer.

Der Vergleich von Turmalin mit Muscovit ergibt sich aus ihren Formeln:



Die Zusammenstellung der Formeln von Turmalin mit Meroxen ergibt:



In beiden Fällen wird B₆Al₄O₁₅ ausgeschieden.

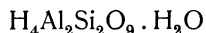
Eine andere Art der Umwandlung, bei welcher sich Halloysit bildet, beschrieb W. T. Schaller.²⁾ Es bildet sich aus den roten Kristallen von Mesa grande (Analyse Nr. 103) eine tonige rote Masse. Er nimmt in diesen ein Gemenge von 70% Halloysit mit 30% unverändertem Turmalin an.

Li ₂ O	0,23
Na ₂ O	0,19
K ₂ O	0,03
MgO	0,19
CaO	1,02
MnO	0,26
Al ₂ O ₃	35,55
Fe ₂ O ₃	0,21
SiO ₂	43,62
H ₂ O unter 110° . . .	6,63
H ₂ O über 110° . . .	12,25
	100,18

¹⁾ G. Tschermak, Tsch. min. Mit. **21**, 10 (1902).

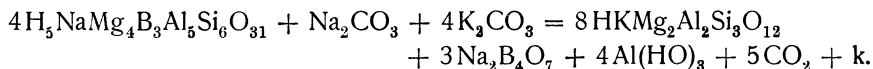
²⁾ W. T. Schaller, Z. Kryst. **51**, 326 (1913).

Es könnte dies auf die Formel:



schließen lassen, doch ist es zweifelhaft, ob eine bestimmte Verbindung vorliegt.

Ch. R. van Hise¹⁾ hat für die Umwandlung in Biotit folgende Formel gegeben, bei welcher vorausgesetzt wird, daß der Vorgang unter der Einwirkung von Natrium- und Kaliumcarbonat sich neben Glimmer Borax, sowie Hydrargillit bildet:



Die Volumabnahme ist 6,75⁰/₀, wenn man Biotit mit Turmalin vergleicht. Wenn jedoch der Hydrargillit mit berücksichtigt wird, so ergibt sich eine Volumzunahme von 3,96⁰/₀.

Künstliche Umwandlung.

Wir haben hier nur einen Versuch von J. Lemberg²⁾ zu verzeichnen.

Roter fast eisenfreier Turmalin von Schaitansk wurde 586 Stunden lang bei 200⁰ mit einer 12⁰/₀ igen Lösung von Na₂SiO₃ behandelt. Davon waren 26⁰/₀ unverändert geblieben; der Rest war unter Austritt von B₂O₃ und unter Aufnahme von Na₂O, SiO₂ und H₂O in ein mit HCl unter Abscheidung von Kieselgallerte zerlegbares Silicat, wahrscheinlich Analcim, umgewandelt.

Na ₂ O	14,32
MgO	0,17
Al ₂ O ₃	24,28 ³⁾
SiO ₂	52,07
H ₂ O	8,43

Ferner wurde der bekannte braune Turmalin von Gouverneur derselben Behandlung durch 270 Stunden ausgesetzt. Dieser war jedoch äußerst wenig umgewandelt, es ließ sich immerhin ein Austritt von Borsäure, sowie die Bildung von durch Salzsäure leicht zerlegbaren Silicaten, welche Al, Na und Mg enthielten, nachweisen. J. Lemberg schließt aus den Versuchen, daß, wenn Turmalin in der Tiefe mit heißen alkalischen Lösungen zusammentrifft, eine Umwandlung in alkalihaltige Silicate erfolgt, während die abgespaltene Borsäure in Gestalt von Borsäurefumarolen oder von borsäurehaltigen Quellen zutage tritt.

Synthese.

Eine eigentliche Synthese liegt nicht vor. Ich⁴⁾ habe zur Herstellung von Turmalin einige Versuche ausgeführt, welche jedoch nur in einem Falle, als Turmalin mit Borax umgeschmolzen wurde, Kristalle ergaben, welche mit dem Ausgangsmineral Ähnlichkeit hatten, die jedoch eine genauere Identifizierung nicht zuließen. Weitere Versuche betrafen die Umschmelzung des Turmalins.

¹⁾ Ch. R. van Hise, Metamorphisme (Washington 1904), 326.

²⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **44**, 239 (1892).

³⁾ Spur von Borsäure.

⁴⁾ C Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 3.

Kristalle vom Greiner ergaben bei der Umschmelzung Olivin, Spinell und Glas. Ein Turmalin vom Zillertal ergab Olivin, Spinell, Anorthit und Glas.

Bei der Umschmelzung mit Chlor- und Fluorcalcium zeigten sich wieder Olivinkristalle, Spinell, schwarzes Glas und mellilithähnliche Kristalle.

Vorkommen und Genesis.

Als Gemengteil von Gesteinen haben wir den Turmalin in verschiedenen Tiefengesteinen, namentlich in Graniten; besonders die Granitvarietät Greisen ist als turmalinführend bekannt, Hier tritt meist auch Zinnstein als Gemengteil hinzu.

In manchen Porphyren, und zwar besonders in einzelnen Zinnerz führenden tritt er auf. Es sind eben die sog. pneumatolytischen Mineralien, zu denen auch Topas gehört, welche mit dem Turmalin vergesellschaftet sind.

Riesige Turmaline kommen in Pegmatiten vor, besonders aus den Ostalpen sind derartige schwarze Turmaline bekannt.

Bekannt ist ferner das Vorkommen dieses Minerals als Kontaktprodukt in den Kontaktzonen.

Endlich ist der Turmalin auch in kristallinen Schiefern, wie in Gneisen, Granuliten, Glimmerschiefern bekannt, auch in Phylliten und Tonschiefern.

Es ist wahrscheinlich, daß auch der Turmalin sich auf verschiedene Art und Weise bilden kann. Am häufigsten ist er wohl als pneumatolytisches Mineral entstanden, also wie Topas, Zinnstein unter Mitwirkung von Dämpfen; ob aber die Entstehung als eine durch Gase entstandene Reaktion gedacht werden soll, oder ob es sich um Einwirkung von Gasen auf eine Schmelze handelt, läßt sich nicht mitteilen. Aus Schmelzfluß, unter Mitwirkung von Kristallisatoren, also namentlich von Borsäure und Fluoriden (diese in nicht allzu großer Menge, da sich sonst Glimmer bilden würde), wird sich wohl der Turmalin gebildet haben, z. B. in Tiefengesteinen. Bei den pegmatitischen Turmalinen war jedenfalls viel Wasser tätig. Die näheren Umstände seiner Entstehung in Schiefern sind, wie die der übrigen Schieferminerale unbekannt.

Anhangsweise werden hier zwei Mineralien gebracht, welche von verschiedenen Autoren an verschiedenen Stellen eingereicht wurden: Am besten wären sie vielleicht zu dem Pilolith zu stellen:

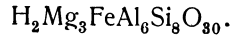
Duportit.

Analyse.

Na ₂ O	0,49
MgO	11,14
CaO	0,39
FeO	6,20
Al ₂ O ₃	27,26
SiO ₂	49,21
H ₂ O	3,90
H ₂ O hygroskopisch . .	0,68
	<hr/>
	99,27

Von Duport bei St. Austell, Cornwall; anal. J. H. Collins, Min. Mag. 1, 226 (1877).

Formel. Diese ist



Eigenschaften. Dichte 2,78. Härte 2. Faserig, asbestartig. Das Mineral soll dem Neolith ähnlich sein.

Allophit.

Mikrokristallin.

Analyse.

MgO	35,53
Al ₂ O ₃	21,92
Cr ₂ O ₃	0,85
Fe ₂ O ₃	2,17
SiO ₂	36,23
H ₂ O	2,98
	99,68

Aus Kalkstein von Langenbielau bei Reichenbach (Schlesien); anal. Leffler bei M. Websky, Z. Dtsch. geol. Ges. **25**, 399 (1873).

Formel. M. Websky berechnet:



Eigenschaften. Bläßgraugrün, ziemlich durchscheinend, in frischem Bruch matt. Dichte 2,641. Härte unter 3.

Vorkommen. Dieses serpentinähnliche Mineral kommt in einem Kalkstein, welcher dem Gneis eingelagert ist, vor, es kommt mit Biotit zusammen vor.

Calcium-Aluminiumsilicate.

Wir kommen jetzt zu den komplexen Aluminiumsilicaten, welche als zweiwertiges Metall vorwiegend Calcium enthalten. Diese sind sehr zahlreich und haben wir eine Anzahl von wichtigen Mineralgruppen hier zu verzeichnen.

Hierher gehören die Epidotgruppe, die Granatgruppe, soweit sie als Hauptbestandteil Calcium enthalten, ferner der Vesuvian, der Gehlenit und der Lawsonit, ferner die Gruppe des Skapoliths, der Barsowit und der Anorthit, dann eine wichtige Gruppe von Borosilicaten, deren Hauptbestandteile Calcium sind, so Axinit, Datolith, Homilit, Danburit u. a.

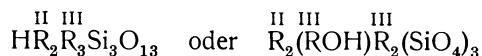
Ferner gehören hierher die Sprödglimmer und die wichtige Gruppe der kalkhaltigen Zeolithe.

An den Anorthit reihen sich die isomorphen Mischungen dieses Silicats mit dem früher behandelten Natriumfeldspat, dem Albit. Um nicht verwandte Mineralien auseinander zu reißen, wurden diese isomorphen Mischungen, welche als Plagioklase bezeichnet werden, beim Anorthit eingeschoben.

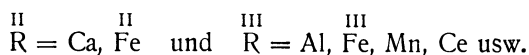
Allgemeines über die Epidotgruppe.

Von M. Goldschlag (Wien).

In der Epidotgruppe werden Mineralien vereinigt, die ihrem chemischen Bestande nach basische Silicate sind, von der allgemeinen Formel



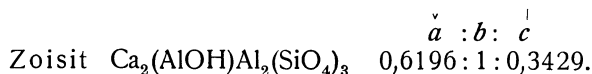
in der



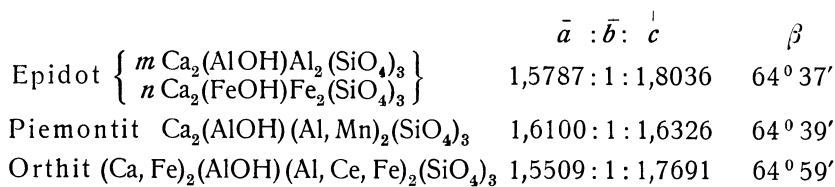
sein können.

Die Mineralien bilden drei kristallographisch verschiedene Reihen, die eine rhombisch kristallisierende, die monokline und tetragonale. Zur ersten gehört der Zoisit, in der zweiten kommen der Epidot, Piemontit und Allanit zu stehen, die dritte endlich umfaßt den Vesuvian. Vergleichshalber mögen hier die chemischen Formeln nach der Auffassung von P. Groth und die Achsenverhältnisse der einzelnen Mineralien zusammengestellt werden.

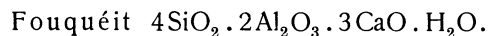
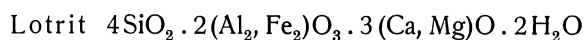
I. Rhombische Reihe:



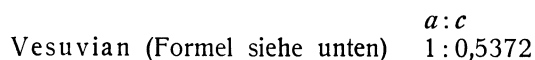
II. Monokline Reihe:



Zur monoklinen Reihe müssen auch die Mineralien Fouquéit und Lotrit zugerechnet werden.

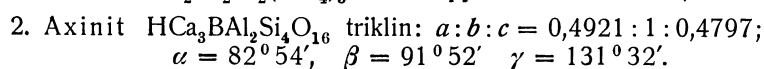
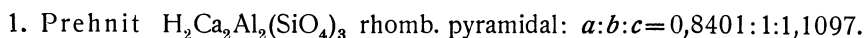


III. Tetragonale Reihe.



Alle diese Mineralien stellen basische Alumosilicate dar, die unter Blasenwerfen schmelzen. Das Verhältnis der monoklinen zur rhombischen Reihe wird jetzt als isodimorph bezeichnet.

Manche Autoren erweitern noch den Begriff der Epidotgruppe, indem sie zu dieser noch eine Reihe weiterer Mineralien stellen, bei denen man eine ähnliche chemische Konstitution vermuten kann. Es kommen hier folgende Mineralien in Betracht:



Gegen die Einstellung dieser beiden Mineralien ließe sich zunächst einwenden, daß sie saure Salze der Orthokieselsäure sind, von denen wohl im Prehnit an Stelle der Tonerde Eisenoxyd eintreten kann, im Axinit ist hingegen die analytisch gefundene Menge an Kieselsäure größer, als sie regelrecht einem Orthosilicat zukommen würde.

Zur Gruppe des Epidots sollen nach der Meinung von W. C. Brögger noch folgende Mineralien gehören:

Mosandrit $H_2Na_2Ca_{10}(Ce, Y)(OH, F)_8(Ti, Zr, Ce, Th)_4Si_{12}O_{48}$ monoklin;

Johnstrupit $H_2Na_6(Ca, Mg)_{13}F_7(Ce, Y, Al, Fe)(Ti, Zr)_3(SiO_4)_{12}$;

Rinkit $Na_9Ca_{11}Ce_3(Ti, F_2)_4(SiO_4)_{12}$.

Die ersten beiden sind isomorph.

Wahrscheinlich ist die Zugehörigkeit zur Epidotgruppe des hexagonalen Britholit und des pseudohexagonalen Bityit.

Zoisit.

Von **M. Goldschlag** (Wien).

Kristallform: Rhombisch-bipy. $a:b:c=0,61963:1:0,34295$ (G. Tschermak).¹⁾

Synonyma und Varietäten: Der Name Zoisit wurde von G. A. Werner²⁾ eingeführt. Die ältere Bezeichnung für dieses Mineral lautete Saualpit. Von R. J. Haüy³⁾ ist der Zoisit in systematischer Hinsicht zum Epidot gestellt worden. Erst Brooke⁴⁾ schied ihn aus, jedoch unter der falschen Angabe, daß er monoklin ist. Die Zugehörigkeit des Zoisits zum rhombischen System bestimmte auf optischem Wege A. Des Cloizeaux⁵⁾, und W. C. Brögger⁶⁾ sowie G. Tschermak⁷⁾ bestätigten dies auf Grund kristallographischer Messungen.

Als eine Varietät des Zoisits wurde der Unionit⁸⁾ von Unionville in Pennsylvanien eingeführt.

Thulit werden die manganreicheren Zoisite genannt, sie werden im Handbuch gemeinsam behandelt.

Analysenzusammenstellung.

In der folgenden Zusammenstellung sind die Analysen in zwei Gruppen geteilt: die manganfreien und die manganhaltigen Zoisite. Innerhalb dieser beiden Gruppen ist die Anordnung nach steigendem Tonerdegehalt beibehalten worden. Über die theoretische Zusammensetzung einzelner Glieder dieser Reihe gibt die Tabelle auf S. 809—810 Aufschluß.

¹⁾ G. Tschermak u. L. Sipöcz, Sitzber. Wiener Ak. [1] **82** 154 (1880).

²⁾ G. A. Werner bei Hoffmann, Mineralogie **1**, 665, 669 (1811).

³⁾ R. J. Haüy, Traité de Min. **2**, 571 (1822); vgl. auch Journ. d. Min. **19**, 365 (1806).

⁴⁾ Brooke, Annal. Phil. Edinb. **5**, 382 (1823).

⁵⁾ A. Des Cloizeaux, Ann. min. **16**, 219 (1859) und C. R. **52**, 189 (1861).

⁶⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **3**, 471 (1879).

⁷⁾ G. Tschermak u. L. Sipöcz, l. c. 140.

⁸⁾ L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. **15**, 211 (1853); vgl. auch J. Silliman jun., Am. Journ. **8**, 384 (1849).

Aufgenommen sind nur neuere Zoisitanalysen. Die erste Analyse dieses Minerals führte Klaproth¹⁾ durch, dieser folgten bald die Untersuchungen von Buchholz²⁾ und Langier.³⁾

I. Manganfreie Zoisite.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	—	3,30	3,251	—
K ₂ O	—	1,50	—	—	—
CaO	23,28	20,66	24,65	22,73	25,00
MgO	—	3,60	—	1,21	—
FeO	—	—	—	—	1,11
Al ₂ O ₃	25,59	26,46	26,88	27,09	27,64
Fe ₂ O ₃	8,55	6,33	7,90	2,94	3,00
SiO ₂	40,21	40,00	37,86	41,92	39,56
H ₂ O	1,71	—	2,07	3,67	2,87
	99,34	98,55	99,36	99,56	99,18

1. Zoisit von Williamsburg, Massachusetts, N.-Amerika; anal. Thomson, *Mineralogy* **1**, 271; zit. nach C. Hintze, *Handb. d. Mineralogie* **2**, 209 (1897).

2. Zoisit vom Großarlal in Salzburg; anal. A. Bernard, *Journ. prakt. Chem.* **5**, 212.

3. Zoisit im Glimmerschiefer, Monte Corchia in den Apuanischen Alpen; anal. E. Manasse, *Proc. verb. Soc. Tosc. di Sc. nat. Pisa* **15**, 20—37 (1906). Ref. *Z. Kryst.* **44**, 656 (1908). Verunreinigt durch Limonit.

4. Gelbgrauer, dünnstengliger, weicher Zoisit vom Fuschertal im Pinzgau, Salzburg; anal. C. F. Rammelsberg, *Pogg. Ann.* **100**, 133 (1857); *Handb. d. Mineralch.* 1860, 751.

5. Grauweiße, großstenglige Aggregate mit Quarz und Strahlstein verwachsen, vom Passeyer (?); anal. F. Rengert bei C. F. Rammelsberg, *Handb. d. Mineralch.* 1860, 1020. C. F. Rammelsberg berechnet für diesen Zoisit das Verhältnis des Sauerstoffs der Basen und der Säuren:

$$= 1 : 0,96(0,987) \text{ und } RO = R_2O_3 = 1 : 1,8.$$

	6.	7.	8.	9.	10.	11.
δ	—	—	3,280	3,314	3,353	—
K ₂ O	0,87	—	0,91	—	—	—
CaO	24,16	21,181	21,60	23,24	24,26	18,00
MgO	1,40	—	0,56	Spuren	0,57	—
FeO	—	0,829	—	0,81	—	—
MnO	—	Spuren	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	27,73	28,023	28,30	28,38	28,38	29,45
Fe ₂ O ₃	2,47	2,033	3,08	6,35	3,89	1,56
SiO ₂	43,00	35,668	42,35	38,81	40,64	49,13
H ₂ O	—	1,934	3,18	2,33	2,09	1,88
	99,63 ⁴⁾	99,939 ⁵⁾	99,98	99,92	99,84	100,02

6. Garve am Raven Rock, Loch Garve in Ross-Shire; anal. I. Macadam bei Hamilton Bell, *Min. Soc. London* **6**, 109 (1884). Ref. *Z. Kryst.* **11**, 179 (1886).

7. Aschgrauer Zoisit von Valtigels bei Sterzing in Tirol; anal. H. Laspeyres, *Z. Kryst.* **3**, 564 (1879).

¹⁾ Klaproth, *Beiträge* **4**, 179 (1807).

²⁾ Buchholz, *Gehlens Journ.* **1**, 193 (1806).

³⁾ Langier, *Ann. Mus. d'Hist. nat.* **5**, 149.

⁴⁾ Spur CuO.

⁵⁾ Einschließlich 10,271% Unlösliches.

8. Hellgrüne stenglige Aggregate vom Zoisit vom Saastal am Mittagshorn; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **100**, 133 (1857); Handb. d. Mineralch. 1860, 751.

9. Zoisit vom Flusse Kubas in der Gemeinde Powinecka, Gouv. Olonez; anal. W. Bek, Chemische Zusammensetzung von Epidoten aus einigen russischen Entstehungsherden, St. Petersburg 1873, 16.

Durch Glühen des Mineralpulvers erniedrigte sich das spezifische Gewicht zu 2,68.

10. Zoisit von der Saualpe in Kärnten; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **100**, 133 (1857).

11. Zoisit aus Oberwiesental im Erzgebirge; anal. A. Sauer, Erläuterungen zur geognostischen Karte von Sachsen 1884.

	12.	13.	14.	15.	16.	17.
δ . . .	—	3,361	—	3,014	3,308	3,36
Na ₂ O . . .	—	—	—	0,684	—	0,31
K ₂ O . . .	—	—	—	0,345	—	0,53
CaO . . .	22,95	24,35	25,10	22,142	23,81	23,29
MgO . . .	—	0,24	0,82	0,332	Spuren	0,90
Al ₂ O ₃ . . .	29,49	29,77	29,88	29,901	30,01	30,15
Fe ₂ O ₃ . . .	7,20	2,77	4,22	3,205	5,92	4,60
Mn ₂ O ₃ . . .	—	—	Spuren	—	—	—
SiO ₂ . . .	39,30	40,32	38,07	41,560	38,42	39,45
H ₂ O . . .	1,36	2,08	2,62	2,190	2,04	0,82
	100,30	99,53	100,71	100,359	100,20 ¹⁾	100,05

12. Zoisit von der Saualpe in Kärnten; anal. J. Thomson, Outlines of Min. **1**, 270. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. 1860, 750.

13. Gefrees im Fichtelgebirge; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **100**, 133 (1857); Handb. d. Mineralch. 1860, 750.

14. Grauer Zoisit in Kristallen aus dem Serpentin von Wojaleite im Fichtelgebirge; anal. P. Michael, N. JB. Min. etc. **1**, 32 (1881).

15. Zoisit im Quarz von Glen Urquhart, Inverness; F. M. Heddle, Trans. Roy. Soc. London **39**, 341. Ref. Z. Kryst. **32**, 292 (1900).

16. Zoisit vom Tatarska Berg im Bezirke Slatoust, Rußland; anal. W. Bek, Chemische Zusammensetzung von Epidoten aus einigen russischen Entstehungsherden, St. Petersburg 1873, 19 (russisch).

17. Zoisit aus Bobbio; anal. P. Termier, Bull. Soc. min. **21**, 148—170 (1898). Ref. Z. Kryst. **32**, 640 (1900).

	18.	18a.	19.	20.	21.	22.
δ	3,519	3,831	3,55—3,360 ²⁾	—	3,352	—
Na ₂ O	—	—	—	—	—	2,02
K ₂ O	—	—	—	—	—	1,09
CaO	22,29	24,30	22,50	21,56	24,15	17,34
MgO	Spur	Spuren	—	—	0,23	0,42
FeO	0,18	1,14	—	—	—	1,90
Al ₂ O ₃	30,20	30,25	30,25	30,34	30,34	30,53
Fe ₂ O ₃	3,19	—	4,50	5,51	2,06	—
SiO ₂	41,72	41,01	40,25	40,95	40,00	45,12
H ₂ O	2,21	2,62	2,00	1,69	2,04	0,74
	99,79	99,32	99,50	100,05	98,82	99,16

¹⁾ FeO nicht bestimmt.

²⁾ δ angegeben nach A. Breithaupt, Bg.- u. hütt. Z. **24**, 341.

18. Zoisit von Leiperville; anal. J. Eyerman, wie Nr. 18a. Vom Verf. fälschlich als Thulit bezeichnet.

18a. Zoisit von Bath Spring, West Chester; anal. J. Eyerman, Über die Mineralien Pennsylvaniens **2**, 25 (1911). Ref. Z. Kryst. **54**, 98 (1914).

19. Stambach; anal. Buchholz, Gehlens Journ. **1**, 201.

20. Zoisit von Valtigels in Tirol; anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **43**, 85.

21. Gräulichweißer Zoisit von Sterzing in Tirol; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **100**, 133 (1857); Handb. d. Mineralch. 1860, 751.

22. Zoisit aus Gabbro, Washington D. C.; anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 272 (1910).

	23.	24.	25.	26.	27.
δ . . .	3,341	3,02	—	3,3383	—
Na ₂ O . . .	—	—	—	—	0,41
K ₂ O . . .	—	—	—	—	0,28
CaO . . .	23,91	19,68	23,62	24,05	25,03
MgO . . .	0,49	2,43	—	0,13	0,69
FeO . . .	—	1,95	0,92	1,83	—
Al ₂ O ₃ . . .	30,67	31,00	31,25	31,45	31,67
Fe ₂ O ₃ . . .	2,45	—	2,27	0,85	0,35
SiO ₂ . . .	40,06	41,79	39,78	39,75	41,44
H ₂ O . . .	2,25	3,70	2,16	2,61	1,38
	99,83	100,55	100,00	100,67	101,25 ¹⁾

23. Grauer Zoisit von West-Goshen in Chester County; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **100**, 133 (1857).

24. Rosenroter Zoisit von Traversella; anal. F. Pisani, C. R. **62**, 100 (1857).

25. Farbloser Zoisit in Kristallen aus einem Gemenge von Quarz und Orthoklas sowie Plagioklas von Valtigels bei Sterzing in Tirol; anal. H. Laspeyres, Z. Kryst. **3**, 564 (1879).

26. Zoisit von Prägratten in Tirol; anal. G. Tschermak u. L. Sipöcz, Sitaber. Wiener Ak. Math.-nat. Kl. [1] **82**, 154 (1880). Mittel aus 5 Analysen. Ref. Z. Kryst. **6**, 200—202 (1882).

27. Zoisit aus den Adern im umgewandelten Gabbrogestein von Mont Pelvas; anal. P. Termier, Bull. Soc. min. **23**, 47—48 (1900).

	28.	29.	30.	31.	32.
δ . . .	—	—	3,3720	—	—
Na ₂ O . . .	—	Spuren	—	—	Spuren
K ₂ O . . .	—	Spuren	—	—	—
CaO . . .	23,50	24,92	23,07	21,37	25,10
MgO . . .	—	Spuren	0,22	0,21	0,40
Al ₂ O ₃ . . .	31,71	31,80	32,48	32,60	32,63
Fe ₂ O ₃ . . .	2,07	0,39	2,78	Spuren	2,92
SiO ₂ . . .	40,48	40,92	39,31	42,85	38,15
H ₂ O . . .	2,51	1,69	2,54	2,55	2,41
	100,27	99,72 ¹⁾	100,40 ²⁾	99,58	101,61 ³⁾

28. Zoisit im Granit von Kulachta, Orenburg in Rußland; anal. Nikolajew bei M. P. Melnikow, Beiträge zur Geologie Rußlands **13**, 249—375 (1889). Ref. Z. Kryst. **20**, 186 (1892).

29. Zoisit aus den Adern im umgewandelten Gabbrogestein von Mont Pelvas; anal. P. Termier, Bull. Soc. min. **23**, 47—48 (1900).

¹⁾ Spur von MnO.

²⁾ Spuren von Cr₂O₃.

³⁾ Spuren von Mn₂O₃.

30. Lichtgrüner Zoisit vom Gorner Gletscher bei Zermatt; anal. A. Schwager bei E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 170 (1896).

31. Glänzende Säulen von Zoisit, Syra, Cycladen; anal. E. Luedecke, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 248 (1876).

32. Saussurit wesentlich aus Zoisit zusammengesetzt, Wojaleite im Fichtelgebirge; anal. P. Michael, N. JB. Min. etc. **1**, 32 (1888).

	33.	34.	35.	36.	37.
δ . . .	—	3,3669	—	3,3410	3,299
CaO . . .	20,82	24,50	23,93	24,25	24,13
MgO . . .	—	0,14	0,21	—	Spuren
FeO . . .	4,60	0,71	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	32,67	32,89	33,10	33,23	33,44
Fe ₂ O ₃ . . .	—	0,91	1,12	1,07	0,49
Cr ₂ O ₃ . . .	—	—	—	0,41	—
SiO ₂ . . .	40,57	39,61	40,05	39,42	40,61
H ₂ O . . .	1,22	2,12	2,08	2,11	2,22
	99,88	100,88	100,49	100,49	100,89

33. Weißer Zoisit vom Passeyertal in Tirol; anal. Richter in Haidingers Berichte **3**, 114. G. A. Kenngott, Übersicht 1844, 149. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. 1860, 1020.

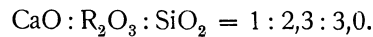
34. Klare Kristalle von Zoisit aus Ducktown, Polk Co., Tennessee; anal. G. Tschermak u. L. Sipöcz, Sitzber. Wiener Ak. Math.-nat. Kl. [1] **82**, 11 (1880). Mittel aus 3 Analysen. Ref. Z. Kryst. **6**, 200—202 (1882).

35. Rosenfarbiger Zoisit von Pontant d'Aleu (Ariège); anal. A. Lacroix, Min. de la France **1**, 130 (1893/95).

36. Smaragdgrüner Zoisit von Kleinitz bei Prägratten; anal. Nagel bei E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 173 (1896).

37. Dunkelgrauer Zoisit von Unionville in Pennsylvania; anal. G. J. Brush, Am. Journ. [2] **26**, 69.

Brush beschrieb dieses Mineral als Unionit. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. 1860, 1020, berechnet folgende Sauerstoffverhältnisse von



	38.	39.	40.
Na ₂ O . . .	0,22	—	—
K ₂ O . . .	0,09	—	—
CaO . . .	23,82	24,05	23,59
MgO . . .	0,18	0,22	—
Al ₂ O ₃ . . .	33,84	33,86	} 34,51
Fe ₂ O ₃ . . .	1,62	0,81	
SiO ₂ . . .	39,86	40,70	39,81
H ₂ O . . .	0,78	0,63	2,09
	100,41	100,27	100,00

38. Grünlichbrauner Zoisit von Clay County, Cullakenee Mine, North Carolina; anal. F. A. Genth, Am. Journ. Phil. Soc. (Philadelphia 1873).

39. Zoisit von Clay County N.-C.; anal. G. A. König bei F. A. Genth, Am. Journ. Phil. Soc. (Philadelphia 1873).

40. Zoisit von der Saualpe; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 625 (1888). Ref. Z. Kryst. **18**, 540 (1891).

II. Manganhaltige Zoisite.

	41.	42.	43.	44.	45.
δ	—	3,438	3,36 ¹⁾	3,32	3,344
Alkalien . . .	—	—	—	Spuren	—
CaO	24,10	22,03	25,18	22,71	25,11
MgO	—	0,42	0,44	0,63	Spuren
MnO	0,47	0,92	0,17	0,55	0,19
CuO	—	—	—	—	0,24
Al ₂ O ₃	25,73	28,14	29,38	29,50	30,63
Fe ₂ O ₃	9,69	6,55	4,46	4,60	2,28
SiO ₂	37,95	38,75	38,91	38,15	40,04
H ₂ O	1,87	3,33	2,06	3,76	0,71
	99,81	100,14	100,60	99,90	99,20

41. Rosenroter Zoisit vom Rotenkopf im Zillertal; anal. F. Groß bei G. Gasser, Mineralien Tirols (Innsbruck 1913) 543.

42. Hellgraue Zoisitkristalle im Quarz von Grantown in Invernesshire W. v. Dulnan Bridge; anal. F. M. Heddle, Min. Mag. London **5**, 11 (1882). Ref. Z. Kryst. **7**, 195 (1883).

43. Roter Zoisit von Borovina bei Trebiš; anal. F. Kovář, Chemický Listy 1901, 233—238. Vgl. F. Slavík, ZB. Min. etc. 1901, 687—690. Ref. Z. Kryst. **37**, 500 (1903); **44**, 665 (1908).

44. Blaßroter, innen farblos bis grauer Zoisit von Trace Mine im Juarez Distrikt, Unter-Kalifornien; anal. O. C. Farrington, Field Columbian Museum Publ. **112**, Geol. Ser. 3, Nr. 4, 55—57. Ref. Z. Kryst. **44**, 539 (1908).

45. Zoisit von Ducktown, Polk County, Tennessee; anal. F. A. Genth, Am. Journ. [2] **33**, 197.

	46.	47.	48.	49.	50.
δ	3,312—3,322	3,268	3,352	3,004—3,111	3,414 ²⁾
Na ₂ O	0,900	0,428	—	1,056	1,89
K ₂ O	0,681	0,504	—	0,566	—
CaO	22,813	23,660	23,80	23,336	18,73
MgO	—	0,476	—	Spuren	—
MnO	0,077	0,220	0,23	0,078	1,63 ³⁾
FeO	2,520	0,480	—	2,071	—
Al ₂ O ₃	30,827	30,834	31,02	31,083	31,14
Fe ₂ O ₃	—	1,580	4,15	—	2,29
SiO ₂	39,508	40,066	38,98	39,600	42,81
H ₂ O	2,505	2,100	2,03	2,412	0,64
	99,831	100,348	100,21	100,202	99,13

46. Zoisit von Glen Urquhart, Inverness, Schottland; anal. F. M. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **39**, 341. Ref. Z. Kryst. **32**, 292 (1900).

47. Zoisit von Loch Garve, Schottland; anal. F. M. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **39**, 341. Ref. Z. Kryst. **32**, 292 (1900).

48. Rosenroter Zoisit verwachsen mit Monazit und Allanit, von James Mine, Yancey County, North Carolina; anal. L. G. Eakins bei W. E. Hidden, Am. Journ. **46**, 153 (1893); Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 372 (1910). Ref. Z. Kryst. **25**, 107 (1896).

49. Farblose und graue Kristalle im Quarzit und Kalk; anal. F. M. Heddle, Min. Mag. London **5**, 11 (1882). Ref. Z. Kryst. **7**, 194 (1883).

50. Rosenroter Thulit von Souland, Telemarken, Norwegen; anal. Gmelin, Pogg. Ann. **49**, 539.

¹⁾ δ nach F. Slavík, Abhdlg. d. böhm. Akad. d. Wiss. 1901, Nr. 8.

²⁾ δ nach A. Breithaupt, Min. Studien 1866, 42.

³⁾ Mn₂O₃.

	51.	52.	53.
δ	3,34	—	3,642
CaO	21,42	23,85	19,70
MgO	0,66	0,89 ¹⁾	0,15
MnO	1,05	0,17	0,43
FeO	—	—	0,70
Al ₂ O ₃	31,84	31,97	33,30
Fe ₂ O ₃	1,54	2,44	2,40
SiO ₂	40,28	39,91	40,70
V ₂ O ₅	0,22	—	—
H ₂ O	1,32	0,95	2,40
	98,33	100,18	99,78

51. Rosenroter Zoisit von Arendal, Eisengrube Klodeberg; anal. Berlin, Pogg. Ann. **78**, 414.

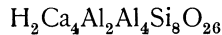
52. Weißer Zoisit von Sterzing in Tirol; anal. Stromeyer, Untersuchungen 378. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. 1860, 751.

53. Dunkelrosaroter bis schwachrötlicher Zoisit von Leiperville am Crum Creek in Delaware County; anal. G. A. König, Z. Kryst. **2**, 303 (1878). Das Verhältnis

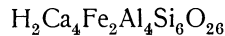
$$R : Al_2 : Si = 1,07 : 1 : 1,991.$$

Chemische Zusammensetzung und Konstitution.

Die chemische Zusammensetzung des Zoisits wird jetzt allgemein nach dem Vorgange von G. Tschermak²⁾ und den Annahmen von E. Ludwig³⁾ durch die Formel:



dargestellt. Man erblickt darin das rhombisch kristallisierende Calcium-Aluminiumsilicat, welches mit dem monoklinen Silicat



isodimorph ist. Bezeichnet man das erstere mit *Z* und das letzte mit *E*, so ist der Existenzbereich des Zoisits durch die Formel *Z*₂*E* beschrieben, da diese Formel 5,74% Fe₂O₃ erfordert und Zoisite mit einem 6% Eisenoxyd übersteigenden Gehalt bis jetzt kaum mit Sicherheit nachgewiesen worden sind.

Außer den von der Formel verlangten Bestandteilen haben mehrere Analysen unwesentliche Bestandteile ausgewiesen, über deren Rolle in der Zusammensetzung bis jetzt Unklarheit herrscht. Wohl sind eine Reihe dieser Elemente auf Verunreinigungen und Beimengungen zurückzuführen, doch unterliegt andererseits die Vermutung keinem Zweifel, daß manchen von diesen eine aktive Bedeutung zugeschrieben werden muß.

Von den unwesentlichen Bestandteilen sei hier hervorgehoben, daß A. Breithaupt und F. Sandberger⁴⁾ Chromoxyd in Zoisit nachgewiesen haben und als Vertreter der Tonerde zu deuten versuchten.

1) Na₂O + K₂O.

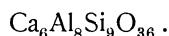
2) G. Tschermak u. L. Sipöcz, Sitzber. Wiener Ak. [1] **82**, 158 ff. (1880).

3) E. Ludwig, Tsch. min. Mit. 1872, 187; Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 465 (1872).

4) A. Breithaupt u. F. Sandberger, N. JB. Min. etc. 1867, 834.

A. Des Cloizeaux¹⁾ wies durch Färbung der Lötrohrflamme Borsäure nach. Die Analyse von Kulesza,²⁾ die eine ganze Literatur zeitigte,³⁾ wies einen Gehalt von 2% Zirkonsäure auf. C. F. Rammelsberg hat später nachgewiesen, daß dieser auf Verunreinigungen des Analysenmaterials zurückzuführen ist.

C. F. Rammelsberg⁴⁾ betrachtete den Zoisit zunächst als eine Verbindung von Halbsilicaten (Singulosilicaten) in der auf drei Atome Kalk-(Magnesia) Silicat zwei Atome Tonerde-(Eisenoxyd) Silicat entfallen, also eine dem Mejonit entsprechende Zusammensetzung. Er schrieb die Formel:



Später⁵⁾ berechnete er für seine Zoisitanalysen folgende Atomverhältnisse:

	H: Ca(Mg)	Ca: R ₂ : Si ^{III}
An. 10. Sausalpe	0,51:1	1,48:1:2,25
„ 23. Goshen	0,57:1	1,4:1:2,1
„ 13. Gefrees	0,52:1	1,44:1:2,19
„ 21. Sterzing	0,52:1	1,4:1:2,15
„ 4. Fuschertal	0,94:1	1,5:1:2,48
„ 8. Meiggertal (Saastal)	0,85:1	1,4:1:2,4
„ 37. Unionville	0,58:1	0,31:1:2,1

Im Mittel beträgt das Verhältnis:

$$\text{H: Ca} = 0,54:1; \quad \text{Ca: R}_2\text{: Si} = 1,4:1:2,1.$$

Das Verhältnis von Eisen zum Aluminium ist schwankend. Es beträgt bei

An. 10. Sausalpe	Fe: Al = 1:11,5
„ 23. Goshen	1:20
„ 13. Gefrees	1:17
„ 21. Sterzing	1:23
„ 4. Fuschertal	1:14
„ 8. Meiggertal	1:14

Aus den ersten Verhältnissen berechnete C. F. Rammelsberg die der Ludwigschen entsprechende Formel:

$$\begin{aligned} & \text{H}_2\text{Ca}_4\text{R}_6\text{Si}_6\text{O}_{26} \\ &= \overset{\text{II}}{\text{R}_7\text{Si}_3\text{O}_{13}} = \left\{ \begin{array}{l} 2\text{R}_2\text{SiO}_4 \\ \text{R}_3\text{SiO}_5 \end{array} \right\} = \overset{\text{I}}{\text{R}_{14}\text{Si}_3\text{O}_{13}} = \left\{ \begin{array}{l} 2\text{R}_4\text{SiO}_4 \\ \text{R}_6\text{SiO}_5 \end{array} \right\} = \\ &= \left\{ \begin{array}{l} \text{H}_{14}\text{Si}_3\text{O}_{13} \\ 4\text{Ca}_7\text{Si}_3\text{O}_{13} \\ 3\text{Al}_{14}\text{Si}_3\text{O}_{39} \end{array} \right\} = 2 \left\{ \begin{array}{l} \text{H}_4\text{SiO}_4 \\ 4\text{Ca}_2\text{SiO}_4 \\ 3\text{Al}_4\text{Si}_3\text{O}_{12} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{H}_6\text{SiO}_5 \\ 4\text{Ca}_3\text{SiO}_5 \\ 9\text{Al}_2\text{SiO}_5 \end{array} \right\} \end{aligned}$$

in der auf ein Molekül eines Drittsilicats zwei Moleküle des Halbsilicats fallen.

¹⁾ A. Des Cloizeaux, Ann. des mines **16**, 225 (1859).

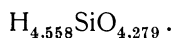
²⁾ Bei Schrötter, Sitzber. Wiener Ak. **14**, 353.

³⁾ C. F. Rammelsberg, Monatsber. d. Berliner Ak. d. W. 1856, 605; Journ. prakt. Chem. **70**, 221 (1857); Pogg. Ann. **100**, 133 (1857).

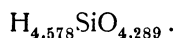
⁴⁾ C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. 1860, 751; Z. Dtsch. geol. Ges. **21**, 524 (1869).

⁵⁾ Derselbe, Handb. d. Mineralch. 1875, 591; Z. Dtsch. Geol. Ges. **24**, 651 (1872).

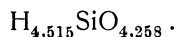
Gegen die Formeln von E. Ludwig und C. F. Rammelsberg wandte sich H. Laspeyres.¹⁾ Auf Grund seiner — nicht unangefochtenen — Analyse des Zoisits von Valtigels berechnete er die dem Mineral zugrunde liegende Säure zu



Unter der Annahme, daß alle Schwermetalle als Oxyde vorhanden waren und daß das Oxydul sekundär entstanden ist, durch Reduktion gebildet wurde, kommt H. Laspeyres zur Säureformel:



Die entgegengesetzte Voraussetzung, daß Oxydul das primäre ist, und die Oxyde später entstanden sind, verlangt die Säure:



Für diese Säure entschied sich H. Laspeyres, indem er die Kieselsäure

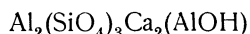


als die den Zoisit aufbauende angenommen hat.

E. Ludwig²⁾ konnte leicht die Unhaltbarkeit der Laspeyresschen Annahme nachweisen.

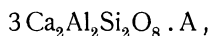
Über die Konstitution des Zoisits liegen die Arbeiten von F. W. Clarke,³⁾ W. Vernadsky⁴⁾ und G. Tschermak⁵⁾ vor.

F. W. Clarke schreibt die Zoisitformel folgendermaßen:

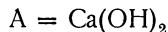


und will durch diese hervorheben, daß in diesem, dem Granat-Biotittypus angehörenden Silicat die substituierende Atomgruppe zweiwertig ist.

W. Vernadsky sieht im Zoisit (ebenso wie im Epidot) ein Additionsprodukt, welches durch Zusammentreten des Glimmerkerns mit einem bestimmten Atomkomplex entsteht. Er schreibt die Zoisitformel:

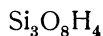


in der



ist und andeuten soll, daß der Zoisit das reine Calciumalumosilicat des Epidots ist. Nach W. Vernadsky müßte man Zoisit durch Einwirkung von $Ca(OH)_2$ auf Anorthit darstellen können.

G. Tschermak leitet den Zoisit von der Granatsäure



ab, und schreibt dem Zoisit die Zusammensetzung



zu.

¹⁾ H. Laspeyres, Z. Kryst. **3**, 565 ff. (1879).

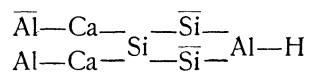
²⁾ E. Ludwig, ebenda.

³⁾ F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **125**, 20—22 (1895).

⁴⁾ W. Vernadsky, Z. Kryst. **34**, 37—66 (1901).

⁵⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. [I] **115**, 217—240 (1906).

Das Molekül hat den Bau



und ist wahrscheinlich doppelt zu nehmen.

Über die Beziehungen zwischen dem Zoisit und dem Epidot sowie anderen Mineralien vgl. den Abschnitt über Epidot. (Siehe unten.)

Chemische Eigenschaften.

Verhalten vor dem Lötrohre. Über den Zoisit von Baireuth und Kärnten gibt J. J. Berzelius¹⁾ folgende Reaktionen an: Beim Erhitzen schwillt und quillt das Mineral unter Blasenwerfen zu einer blätterigen Masse, an den Kanten zu einem klaren, gelblichen Glase zusammen schmelzend. Die aufgeschwollene Masse ist schwer schmelzbar und bildet eine glasige-Schlacke.

Mit Borax geschmolzen, schwillt er an und wird zu einem klaren Glase gelöst. Nach Herter²⁾ ist Thulit in Borax unter Manganreaktion löslich.

In der Phosphorsalzperle löst er sich unter Anschwellen und Aufschäumen auf und läßt ein Kieselsäureskelett zurück.

In wenig Soda löst er sich zu einem grüngefärbten Glase, „aber bei einem gewöhnlichen Zusatz schwillt er zu einer weißen unschmelzbaren Masse an“.

Mit Kobaltsolution liefert das Mineral ein blaues Glas.

A. Des Cloizeaux³⁾ behauptet, daß der Zoisit vor dem Lötrohre unter starkem Aufblähen zu einer graugefärbten, durchscheinenden Emaillemasse schmilzt.

Löslichkeit. Über die Löslichkeit des Zoisits finden wir in der Literatur nur qualitative Angaben. Sie widersprechen einander ziemlich stark. Von C. F. Rammelsberg⁴⁾ stammt die Angabe, daß der Zoisit nur geglüht durch Salzsäure unter Kieselsäureabscheidung gelöst wird. Auf frisches Material findet keine Einwirkung statt. Diesen Befund bestätigen die Untersuchungen von Brush,⁵⁾ E. Ludwig,⁶⁾ F. Pisani,⁷⁾ Richter,⁸⁾ Stockar-Escher⁹⁾ und Scheerer¹⁰⁾. R. Hermann¹¹⁾ fand, daß die verschiedenen Zoisite eine verschiedene Löslichkeit aufweisen und wollte damit die schwankende Zusammensetzung der einzelnen Vorkommen in Zusammenhang bringen. H. Laspeyres¹²⁾ gibt an, daß feines Pulver durch kochende reine Salzsäure vollständig zersetzt wird.

¹⁾ J. J. Berzelius, Die Anwendung des Lötrohres in der Chemie und Mineralogie. 4. Aufl. (Nürnberg 1844), 195.

²⁾ Herter, Z. Dtsch. geol. Ges. **23**, 268 (1871).

³⁾ A. Des Cloizeaux, Ann. d. Mines **16**, 219.

⁴⁾ C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **68**, 509 (1846); **84**, 453 (1851); Monatsberichte der Akad. d. Wiss. in Berlin 1873, 437; Handb. d. Mineralch. 1860, 749; 1875, 591; ferner Monatsber. d. Berliner Akademie 1856, 605; Journ. prakt. Chem. **70**, 221 (1857); Pogg. Ann. **100**, 133 (1857).

⁵⁾ Brush, Am. Journ. [2] **26**, 69; Journ. prakt. Chem. **75**, 456 (1858).

⁶⁾ E. Ludwig, Tsch. min. Mit. 1872, 187; Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 465 (1872).

⁷⁾ F. Pisani, C. R. **62**, 100 (1866).

^{8,9,10)} Stockar-Escher, Scheerer u. Richter, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855).

¹¹⁾ R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **43**, 35 (1848); **55**, 455 (1852).

¹²⁾ H. Laspeyres, Z. Kryst. **3**, 532 (1879).

Über die Löslichkeit des Zoisitpulvers in Salpetersäure findet sich eine Angabe bei A. Kenngott.¹⁾ Er fand am Zoisit von Wunsiedel, daß es wenig oder gar nicht löslich ist.

C. Doelter²⁾ setzte Zoisit vom Fichtelgebirge in einem Porzellanschiffchen, welches in einer zur Rotglut erhitzten Porzellanröhre untergebracht war, der Einwirkung von Schwefeldioxyd aus. Er fand in den angewandten Gewichtsmengen des Minerals keine Veränderung.

Reaktionen. A. Kenngott³⁾ untersuchte die Reaktionen des Zoisitpulvers. Er fand, daß das weiße Pulver des Zoisits von Tirol vor und nach dem Glühen „recht deutlich“ alkalisch reagiert. Beim frischen Pulver des Zoisits von Polk County in Tennessee ist die Reaktion deutlich alkalisch, sie wird durch Glühen abgeschwächt. Dasselbe Verhalten zeigt der Zoisit von Wunsiedel.

Physikalische Eigenschaften.

Dichte. Außer den in der Analysenzusammenstellung angeführten Werten möge hier folgende aus A. Breithaupts⁴⁾ Bestimmungen zusammengestellte Tabelle Aufschluß geben:

Zoisit von Stambach am Weissenstein	$\delta = 3,355$ — $3,360$
„ aus Mähren (ohne Fundort)	= 3,336
„ von der Prikler Halde, Kärnten	= 3,345
„ von Rauris, Salzburg	= 3,226
„ von Valtigels, Tirol, weiße Varietät	= 3,108
„ „ braune Abart	= 3,381
„ von Pregratten, Tirol, helle Abart	= 3,224— $3,264$
„ „ dunkle Abart	= 3,354
„ von Souland, Norwegen	= 3,314
„ von Titiribi, Neu-Granada, Columbia	= 3,254

Härte 6. Spaltbarkeit vollkommen nach (010).

Farbe. Die Färbung ist sehr verschieden. Meist grau in verschiedenen Tönen: aschgrau, gelblichgrau, grünlichgrau bis braun und apfelgrün. Spuren von Mangan bewirken eine rosenrote Farbe.

Optische Eigenschaften. Als rhombisch kristallisierendes Mineral ist der Zoisit zweiachsig. Die Ebene der optischen Achsen ist nicht einheitlich. Ihre Lage kann in einem und demselben Individuum wechseln. Sie ist bald (010) bald (001) parallel. In beiden Fällen bleibt die Mittellinie γ erste Bisektrix, jedoch ist die Dispersion des optischen Achsenwinkels im ersten Falle $\rho < \nu$, im zweiten hingegen $\rho > \nu$.

G. Tschermak⁵⁾ vermutete in dieser Erscheinung eine Zwillingbildung, nach Flächen der Zone (100), die gegen die Flächen (001) und (010) unter einem Winkel von 45° verlaufen. — Wenn auch diese Annahme den Lagenwechsel der optischen Achsenebene erklärt, so läßt sie die wechselnden Dispersionsverhältnisse unberücksichtigt.

¹⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 769.

²⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1894, II, 245.

³⁾ A. Kenngott, l. c.

⁴⁾ A. Breithaupt, Bg.- u. hütt. Z. **24**, 341; Miner. Studien 1866, 37, 39, 42.

⁵⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. [1] **82**, 158ff. (1880).

P. Termier¹⁾ gelang es, Zoisite zu beobachten, deren Ebene den optischen Achsen parallel (001) war. Er nimmt an, daß der Zoisit zwei polymorphe Modifikationen bildet, von denen die eine die Ebene der optischen Achsen parallel (010) hat, es ist der Zoisit α , und die zweite parallel (001), es ist der Zoisit β . Die beiden Modifikationen sind in Wirklichkeit triklin und scheinen nur rhombisch zu sein. Die Erklärung von P. Termier kommt nicht viel über leere Worte hinaus, denn sie ist nicht imstande, die Tatsachen zu erklären. Sie hat nur den Wert, die einzelnen Erscheinungen mit speziellen Bezeichnungen belegt zu haben.

Am wahrscheinlichsten erscheint die Deutung von F. Becke.²⁾ Er nimmt an, daß die Art der Orientierung wesentlich von der chemischen Zusammensetzung abhängt. Der Aluminiumzoisit besitzt die Ebene der optischen Achsen parallel (010), eine Beimengung der Eisenzoisitverbindung bewirkt den Übergang der optischen Achsen in die Fläche (001). Die von F. Becke angeführten Beispiele verleihen dieser Deutung eine kräftige Stütze.

Von anderen Größen liegen nur wenige Bestimmungen vor. Die Größe des optischen Achsenwinkels untersuchte A. Des Cloizeaux.³⁾ Er fand

$$\begin{aligned} \text{Zoisit von Bayern} \quad 2E &= 42-44^\circ \text{ für rotes Licht,} \\ &50-52^\circ \text{ für grünes Licht,} \\ &65-70^\circ \text{ für blaues Licht.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Zoisit aus Tirol} \quad \text{a) } 2E &= 42-44^\circ \text{ für rotes Licht,} \\ &50-51^\circ \text{ für grünes Licht;} \\ \quad \quad \quad \text{b) } &48-50^\circ \text{ für rotes Licht,} \\ &52-54^\circ \text{ für grünes Licht.} \end{aligned}$$

A. Lacroix⁴⁾ fand am Zoisit von Saint-Philbert de Granlieu

$$2E = 95^\circ, \quad 2V = 51^\circ, \quad \text{Dispersion stark } \rho > \nu.$$

Einen ähnlich großen Achsenwinkel fand A. Des Cloizeaux⁵⁾ am Zoisit von den Vereinigten Staaten N.-A.

$$\begin{aligned} 2E &= 96^\circ 35', \\ &98^\circ 19'. \end{aligned}$$

Eine außerordentliche starke Dispersion beobachtete W. Luczicky⁶⁾ am Zoisit aus der Umgebung des Dewdoranskschen Gletschers (Elbrus). Er fand

$$2E = 65^\circ \text{ für blaues Licht und } 2E = 20^\circ \text{ für rotes Licht.}$$

Endlich mögen hier noch die Bestimmungen von A. Arzruni⁷⁾ am Zoisit aus dem Paragonitschiefer südwestlich von Nižne Tagilsk angeführt werden:

$$\begin{aligned} 2H_{0\text{Li}} &= 108^\circ 14', \\ 2H_{0\text{Na}} &= 109^\circ 48' 30'', \\ 2H_{0\text{Tl}} &= 111^\circ 13' 30'', \end{aligned}$$

Die Doppelbrechung ist sehr schwach. Die Größe der Brechungs-exponenten ist nicht oft bestimmt worden.

¹⁾ P. Termier, Soc. franc. min. **21**, 148—170 (1898); **23**, 50—64 (1901).

²⁾ F. Becke, Dieses Handbuch **2**, I, 24.

³⁾ A. Des Cloizeaux, Manuel de Minéralogie **1**, 239 (1869).

⁴⁾ A. Lacroix, Minéralogie de la France etc. **1**, 130 (1893—95).

⁵⁾ A. Des Cloizeaux, Nouvelles Recherches 1867, 107.

⁶⁾ W. Luczicky, Nachr. d. Warschauer Polytechn. Inst. 1913.

⁷⁾ A. Arzruni, Z. Dtsch. geol. Ges. **37**, 680 (1889).

Zoisit vom Gorner Gletscher bei Zermatt:

$$N_\alpha = 1,6973, N_\beta = 1,7002, N_\gamma = 1,7061, N_\gamma - N_\alpha = 0,0088, \\ \text{E. Weinschenk.}^1)$$

Zoisit von Kärnten: $N_\alpha = 1,696, N_\beta = 1,696, N_\gamma = 1,702, \text{A. Michel-Lévy.}^2)$

Zoisit von Tirol: $N_\alpha = N_\beta = 1,700, N_\gamma = 1,705, N_\gamma - N_\alpha = 0,005, \\ \text{K. Zimányi.}^3)$

Zoisit von Bobbio: $N_\alpha = N_\beta = 1,6961, N_\gamma = 1,7034, N_\gamma - N_\alpha = 0,0073, \\ \text{P. Termier.}^4)$

A. Des Cloizeaux⁵⁾ untersuchte die Änderung der optischen Größen mit der Temperatur. Er fand, daß die Änderungen von der allgemeinen optischen Orientierung abhängig sind. Es wandern bei erhöhter Temperatur die Achsen voneinander weg, wenn die optische Achsenebene parallel (001) ist, sie nähern sich einander, wenn die Ebene der optischen Achsen in (010) liegt. Er beobachtete am Zoisit aus den Vereinigten Staaten N.-A.:

$$2E \text{ bei } 16^\circ \text{ C} = 96^\circ 35' \text{ für rotes Licht,} \\ 98^\circ 19', \\ 21,5^\circ = 94^\circ 59' \text{ für rotes } 93^\circ 6' \text{ für blaues Licht,} \\ 36,5^\circ = 96^\circ 10', \\ 47^\circ = 97^\circ, \\ 71,5^\circ = 98^\circ 18', \\ 95,5^\circ = 100^\circ 12', \\ 121^\circ = 103^\circ 6', \\ 146,5^\circ = 104^\circ 38', \\ 170,8^\circ = 106^\circ 20', \\ 195,8^\circ = 107^\circ 28'.$$

Schmelzpunkt. C. Doelter⁶⁾ fand den Schmelzpunkt vermittelt Bestimmungen mit dem elektrischen Ofen von Heraeus und dem Prinzip von Holborn:

$$T (\text{Schmelzpunkt}) = 1090^\circ,$$

mit Hilfe der indirekten Methode fand derselbe Verfasser⁷⁾

$$T = 1080^\circ.$$

R. Cusack⁸⁾ gibt den Schmelzpunkt, gefunden mittels des Jolyschen Meldometers:

$$T = 995^\circ.$$

Thermisches Verhalten. G. A. König⁹⁾ fand, daß durch Erhitzen in der Röhre die rote Farbe des Zoisits verschwindet und grau wird. Nach erfolgter Abkühlung tritt die ursprüngliche Farbe in derselben Intensität wiederum auf.

¹⁾ E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 171 (1896).

²⁾ A. Michel-Lévy, C. R. **106**, 777 (1888) und M. Lévy et A. Lacroix, Min. des roches 1888, 183.

³⁾ K. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 340 (1892).

⁴⁾ P. Termier, Bull. Soc. min. **21**, 148—170 (1898).

⁵⁾ A. Des Cloizeaux, Nouv. Recherches 1867, 107, 108.

⁶⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **21**, 23—30 (1902).

⁷⁾ C. Doelter, ebenda **20**, 210—232 (1901).

⁸⁾ R. Cusack, Proc. Roy. Dubl. Soc. [3] **4**, 399 (1897).

⁹⁾ G. A. König, Z. Kryst. **2**, 302 (1878).

Verhalten beim Glühen. C. F. Rammelsberg fand, daß beim Epidot durch Glühen die Menge des Eisenoxyduls steigt (siehe unten). Von einer entgegengesetzten Beobachtung berichtet H. Laspeyres,¹⁾ der am Zoisit von Valtigels eine Oxydation beobachtet zu haben glaubt. Er fand, daß die bei 106° getrocknete Substanz 0,829% Eisenoxydul enthielt, nach dem Glühen nur 0,281% FeO aufwies. Es trat demnach eine Oxydation von 0,548% Oxydul ein. Es betrug

der Glühverlust der bei 106° getrockneten Substanz	2,018 ⁰ / ₀
abzüglich des Wassergehaltes von	1,934 ⁰ / ₀
ergibt sich	<u>0,084⁰/₀</u>

für die Sauerstoffabgabe, die einer Reduktion von 0,84% Eisenoxyd entspricht. „Die oben genannte Oxydation war vielleicht begründet in einem nicht beachteten längeren Luftzutritt wegen schlechten Tiegelverschlusses.“

H. Laspeyres stellte auch Untersuchungen über die Abgabe und Aufnahme des Sauerstoffs im Zoisit von Valtigels an. Er untersuchte zu diesem Zwecke feines geglühtes Zoisitpulver, welches in Canadabalsam eingebettet war. Das ungeglühte Pulver, welches unter dem Mikroskope doppelbrechend, klar und farblos war, zeigt nach dem Glühen „eine Erscheinung, welche man nur als partielle Schmelzung innerhalb nicht geschmolzener Substanz anzusehen vermag“. Durch reduzierende Einflüsse erscheinen in der farblosen, doppelbrechenden Grundmasse Konkretionen von grünschwarzer Farbe, die das Pulver aschgrau färben. Durch Oxydation erzielte man eine bräunlichschwarze Farbe der Konkretionen, die das Pulver lichtbraun färben.

Verhalten gegen Röntgenstrahlen. C. Doelter²⁾ stellt den Zoisit in Hinsicht seines Verhaltens gegenüber den X-Strahlen zur Gruppe VI. Das Verhältnis der Durchlässigkeit zu Stanniol war ungefähr 1:14.

Synthese des Zoisits.

Es liegt bis jetzt nur ein einziger Versuch vor, der die künstliche Darstellung des Zoisit bezweckte. A. Brun³⁾ schmolz 40 Teile Kieselsäure mit 37 Teilen Tonerdeoxyd und 23 Teilen CaO und will auf diesem Wege Zoisit erhalten haben. Doch ist die Identität des erhaltenen Produkts mit dem Zoisit sehr fraglich. Wir können daher sagen, daß bis jetzt eine synthetische Darstellung des Zoisits nicht gelungen ist.

Umwandlung des Zoisits.

J. Lemberg⁴⁾ stellte eingehende Untersuchungen an über die Einwirkungen von Alkalicarbonatlösungen auf den Zoisit. Das Problem, welches sich J. Lemberg stellte, suchte die Frage zu beantworten, ob Zoisit durch Einwirkung von Alkalicarbonat Kalinephelin und Cancrinit zu liefern vermag. Er behandelte zu diesem Zwecke den Zoisit von der Saualpe durch 708 Stunden mit einer 15% igen Kalicarbonatlösung bei einer Temperatur von 200—210°. Die Umwandlung, die langsam vor sich ging, lieferte ein braunrotes fein-

¹⁾ H. Laspeyres, l. c.

²⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 256.

³⁾ A. Brun, Archiv. Genève [3] 25, 239 (1891).

⁴⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 40, 650 (1888).

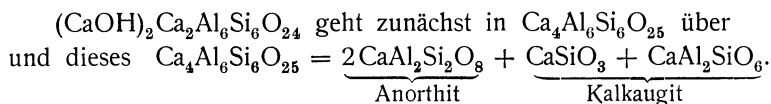
pulveriges Produkt, welches noch unveränderten Zoisit enthielt und in geringer Anzahl hexagonale Kristalle aufwies. Die Zusammensetzung des Produkts gibt Analyse 2 an. J. Lemberg vermutet, daß hier eine Abspaltung des Eisensilicats (bzw. Fe_2O_3) vom Aluminiumsilicat vor sich gegangen ist.

Bei einer Einwirkung von 15% iger Natriumcarbonatlösung bei einer Temperatur von 200—210°, deren Dauer 450 Stunden betrug, geht die Umwandlung rascher vor sich. Es entstand ebenfalls ein braunrotes Produkt, welches aus feinen Säulen des Cancrinits bestand und leicht in verdünnter Salzsäure löslich war. Die unten folgende Analyse (3) ergab die Zusammensetzung des Natron-Kalk-Cancrinits.

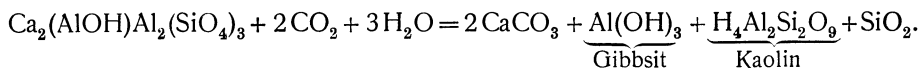
	1.	2.	3.
Na_2O	—	—	20,86
K_2O	—	21,86	—
CaO	23,59	5,37	4,04
Al_2O_3	31,64	33,68	30,33
Fe_2O_3	2,87	—	—
SiO_2	39,81	38,43	34,41
CO_2	—	—	4,31
H_2O	2,09	0,66	6,05
	100,00	100,00	100,00

1. Zoisit von der Saualpe.
 2. Umwandlungsprodukt des Zoisits durch Einwirkung von Kaliumcarbonatlösung.
 3. Dasselbe durch Einwirkung von Na_2CO_3 -Lösung.
- 1—3. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 650 (1888).

In seinen synthetischen Studien untersuchte C. Doelter¹⁾ auch das Verhalten des Zoisits. Durch Schmelzen von Zoisit mit Manganchlorür und Einleiten von Wasserdampf gelang es diesem Verfasser, Granat darzustellen. Es entstanden nämlich Iksitetraeder von Manganganrat. Beim Schmelzen des Zoisits mit Calciumchlorid entstand ebenfalls Granat, jedoch in geringerer Menge, dagegen viel Kalkaugit und Anorthit. Die Reaktion verläuft nach C. Doelter²⁾ folgendermaßen:



Nach C. R. van Hise³⁾ kann Zoisit in Calciumcarbonat, Gibbsit, Kaolin und Quarz umgewandelt werden. Die Umwandlung könnte nach ihm in der Zone der Carbonation, Hydratation und Desilication erfolgen. Es ist:



Die Volumänderung beträgt bei dieser Reaktion + 66,22%.

In der Natur wurde die Umwandlung des Zoisits von Stambach in Kaliglimmer beobachtet.⁴⁾

¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 5.

²⁾ Derselbe, Allgemeine chemische Mineralogie (Leipzig 1890), 183.

³⁾ C. R. van Hise, Treatise of Metamorphism. Monogr. geol. Surv. U.S. Am. **47**, (1904), 323.

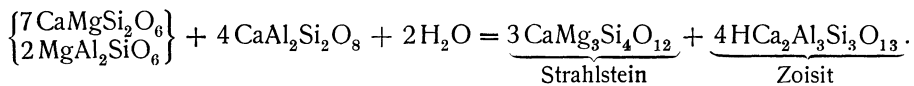
⁴⁾ R. Blum, Pseudomorphosen **4**, 45 (1879); N. JB. Min. etc. 1868, 806.

Genesis des Zoisits.

Es gilt wohl allgemein, daß der Zoisit ein Mineral metamorphischen oder sekundären Ursprunges ist. Die häufigste Entstehungsform ist die aus den Feldspaten in Gemengen mit Epidot, die als Saussurit bezeichnet werden. Über die chemische Beschaffenheit des Saussurits hat A. Cathrein¹⁾ ausführlich berichtet. Es kommt hier für uns in erster Linie der Saussurit aus dem Feldspat in einem gabbroähnlichen Gestein von Wildschönau, welchen A. Cathrein²⁾ analysierte, in Betracht. Die Analyse wies darauf hin, daß dieser Saussurit lediglich aus Feldspat und Zoisit besteht. Ohne die Analyse hier anzuführen, möge hier die von A. Cathrein berechnete Zusammensetzung des Saussurits angegeben werden. Aus der Analyse berechnet er das Vorhandensein von 7,6% Epidot und 41,7% Zoisit neben einem Feldspat von der Zusammensetzung 8% Or., 41% Ab., 1,7% An. — Aus dem Gabbro von Wildschönau isolierte derselbe Verfasser einen Saussurit, der nur aus Albit und Zoisit bestand und die Zusammensetzung von 1,4% Epidot und 50% Zoisit aufwies. Der Wirtsfeldspat bestand aus 9% Or., 38% Ab. und 1,6% An. Noch kennzeichnender ist der Saussurit aus dem Gabbro des Midtsäter Fjelds südöstlich von Bergen, den Th. Hiortdahl und Irgens³⁾ analysierten. Er bestand aus Albit und Zoisit, in den Verhältnissen 80% Zoisit, 1% Or. 19% Ab. Die Analyse des Saussurits aus dem uraltführenden Gabbro von Zobten in Schlesien, die von Chandler⁴⁾ ausgeführt wurde, führt zu einer Zusammensetzung von 4% Epidot, 33,9% Zoisit, 3,6% Or., 39% Ab. und 19,5% An.

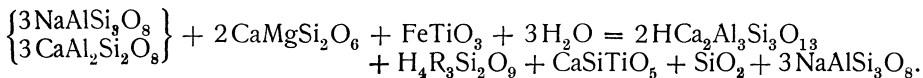
Über die Natur der chemischen Umwandlungen die zur Bildung von Zoisit- und Epidotgemengen führen, wird später unten (vgl. Epidot S. 853) die Rede sein.

In seinen Volumgleichungen stellte F. Becke⁵⁾ einige Formeln auf, die die Bildung des Zoisits in metamorphen Gesteinen erläutern. Ein Diabasgestein, in dessen mineralogischem Bestande Labrador, Augit auftreten, kann in einen Grünschiefer übergehen, der aus Strahlstein und Zoisit bestände. Die Reaktion verläuft folgendermaßen:



Das Molekularvolumen der neu entstandenen Substanzen ist = 953, das der reagierenden hingegen = 1052,4.

Nimmt außer dem Labrador und Augit noch Titaneisen und Wasser an der Reaktion Anteil, so entsteht eine Mineralkombination: Zoisit + Chlorit + Titanit + Quarz + Albit. Es ist hier



Das ursprüngliche Molekularvolumen von 825,9 sank auf 759,9.

¹⁾ A. Cathrein, Z. Kryst. 7, 234 (1883).

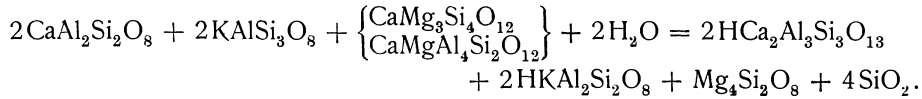
²⁾ Derselbe, l. c.

³⁾ Th. Hiortdahl u. Irgens, Geol. Unters. i. Bergens Omegn. (Christiania 1862), 23; zitiert nach A. Cathrein, l. c.

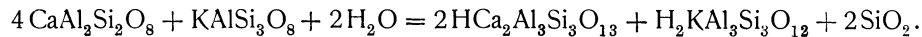
⁴⁾ Chandler, Liebig u. Kopps Jahrb. d. Chem. 1856, 858; zit. nach A. Cathrein, l. c.

⁵⁾ F. Becke, Denkschr. Wiener Ak. 75, (1903).

Die Mineralkombination Anorthit, Kalifeldspat, Hornblende und Wasser führt zur Bildung von Zoisit, Biotit und Quarz, wobei das Molekularvolumen von 733 auf 671,2 herunterfällt.

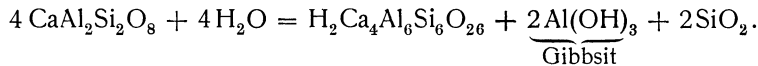


Zoisit kann auch aus Anorthitsubstanz und Orthoklas durch Einwirkung von Wasser entstehen. Eine ähnliche Reaktionsmöglichkeit vermutete W. Vernadsky,¹⁾ der die Bildung des Zoisits direkt aus dem Anorthit als möglich hinstellte. Es ist



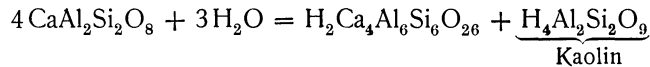
Die reagierenden Bestandteile weisen ein Molekularvolumen von 549,8, das Reaktionsprodukt hingegen 460,7 auf.

C. R. van Hise formuliert diese Reaktion folgendermaßen:



Die Volumänderung beläuft sich auf $-4,58\%$.

Oder:



Es ist von großem Interesse, daß die entgegengesetzte Reaktion, Darstellung des Anorthits aus dem Zoisit, C. Doelter in seinen synthetischen Studien verwirklicht hat (vgl. oben S. 804).

Eine Reihe von Reaktionen berechnete C. R. van Hise.²⁾

Ein Gemenge von Korund, Quarz, Calciumcarbonat und Wasser liefert Zoisit und freie Kohlensäure. Es tritt bei dieser Reaktion eine Volumänderung von $-23,58\%$ ein, sie beträgt bei der Teilnahme von Korund allein an der Reaktion $+261,34\%$. Als Beispiel einer derartigen Zoisitbildung kann vielleicht das Zoisitvorkommen von North Carolina auf der Cullakenee Mine in Clay County und in Towns County, über das F. A. Genth³⁾ berichtete, dienen.

In der Zone der Silication, Dehydration und Decarbonation kann eine Kombination von Diaspor, Quarz und Calciumcarbonat, den Zoisit, freie Kohlensäure und Wasser liefern, wobei eine Volumänderung von $-29,44\%$ eintritt.

Charakteristisch für die Zone des Anamorphismus ist die Reaktion von Gibbsit, Quarz und kohlenurem Kalk, bei der Zoisit, Kohlensäure und Wasser entstehen. Die Volumänderung ist $-43,06\%$. In der Zone des Katamorphismus liefern die Feldspate: Albit, Anorthit und Orthoklas, ein Gemenge von Zoisit, Albit, Muscovit und Quarz.

Bei Gegenwart von Kohlensäure und Wasser kann aus dem Grossular Zoisit, Calciumcarbonat und Quarz entstehen. Die Volumänderung beträgt $+40,49\%$.

¹⁾ W. Vernadsky, Z. Kryst. **34**, 37—66 (1901).

²⁾ C. R. van Hise, Treatise of Metamorphism. I. c.

³⁾ F. A. Genth, Ref. Z. Kryst. **6**, 186 (1882).

Es ist vielleicht nicht von geringem Interesse, die Tatsache hervorzuheben, daß in den zahlreichen aufgestellten Gleichungen manche Mineralien, durch deren Umbildung Zoisit entsteht, häufig auch als Nebenprodukte der Reaktion als neben dem Zoisit beständig figurieren. Kurz, es sind manche Mineralien, die in den einen Gleichungen auf der linken Seite derselben Platz haben, in anderen auf der rechten erscheinen.

Es liegt hier vielleicht eine Erscheinung vor, die für die Erörterung und Untersuchung der genetischen Verhältnisse des Zoisits von nicht geringer Bedeutung ist.

Epidot.

Von **M. Goldschlag** (Wien).

Kristallsystem: monoklinprismatisch. $a:b:c = 1,5807:1:1,8057$;
 $\beta = 64^{\circ} 36'.1$)

Synonyma und Varietäten: Die Synonymik des Epidots ist eine sehr mannigfache. Einige der bezeichnendsten mögen hier Erwähnung finden: Delphinit, schorls aiguesmarines (Th. Saussure)²⁾, schorls vert du Dauphiné (Romé de l'Isle)³⁾, glasiger Strahlstein (G. A. Werner⁴⁾ und Emerling⁵⁾, Pistazit (G. A. Werner)⁶⁾, Thallit (De Lamétherie)⁷⁾, Akanthikon (D'Andrada)⁸⁾, Arendalit (D. L. G. Karsten)⁹⁾.

Als Bucklandit bezeichnet N. v. Kokscharow¹⁰⁾ schwarze Epidotkristalle von Achmatowsk im Ural, die als solche zuerst von G. Rose¹¹⁾ erkannt worden sind. Sie kommen im Kalkspat eingewaschen vor und zeichnen sich dadurch aus, daß die sonst gut ausgebildeten Flächen T (100), M (001) und r ($\bar{1}01$) nur als schmale Abstumpfungsfächen erscheinen. — Von demselben Fundorte stammen die grasgrünen Kristalle, die R. Hermann¹²⁾ Achmatit bezeichnete. — Wagner¹³⁾ betrachtete den Puschkinit als eine eigene Mineralspezies, bis Auerbach¹⁴⁾ seine Zugehörigkeit zum Epidot bewies. Die Kristalle des Puschkinits sind durch ihren starken Pleochroismus, der sich in rötlichbrauner und lauchgrüner Farbe bewegt, gekennzeichnet. Im reflektierten Lichte erscheinen sie dunkelolivengrün. Den roten Epidot von Glencoë in Schottland nennt D. Brewster¹⁵⁾ Withamit. — Die sandige Varietät, die in Musca in Siebenbürgen vorkommt, wird Scorza¹⁶⁾ genannt.

¹⁾ N. v. Kokscharow sen., Beiträge zur Mineralogie Rußlands **3**, 268 (1858); vgl. **8**, 44 (1878).

²⁾ Th. Saussure, Voyages dans les Alpes **7**, § 1918 (1796).

³⁾ Romé de l'Isle, Cristallogr. **2**, 401 (1783).

⁴⁾ G. A. Werner, Verzeichnis **1**, 307.

⁵⁾ Emerling, Mineralogie **1**, 422.

⁶⁾ G. A. Werner in Hoffmanns Mineralogie **1**, II, 654.

⁷⁾ De Lamétherie, Théorie de la terre **2**, 319 (1796).

⁸⁾ D'Andrada, Scheerers Journ. f. Chem. **4**, 29.

⁹⁾ D. L. G. Karsten, Min. Tab. 1800, 34.

¹⁰⁾ N. v. Kokscharow, l. c. **3**, 289—291 (1858).

¹¹⁾ G. Rose, Reise im Ural **2**, 491 (1842).

¹²⁾ R. Hermann, Verh. d. k. russ. min. Ges. 1845, 202.

¹³⁾ Wagner, Bull. de la Soc. Imp. de Nat. de Moscou 1841, 112.

¹⁴⁾ Auerbach, Verh. d. k. russ. min. Ges. 1845/6, 204.

¹⁵⁾ D. Brewster, Journ. Soc. Edinburgh **2**, 218 (1825).

¹⁶⁾ D. L. G. Karsten, l. c. 72 und Hausmann, Handb. d. Min. (Göttingen 1813), 675.

Neuerdings faßte E. Weinschenk¹⁾ die eisenarmen, hellgefärbten Epidote, die durch ihren positiven Charakter der Doppelbrechung, großen Achsenwinkel und kleine Brechungsexponenten sowie sehr geringe Doppelbrechung, ausgezeichnet sind, unter dem Namen Klinozoisit zusammen.

Analysenzusammenstellung.

Der Analysenzusammenstellung ist eine Neuberechnung der theoretischen Zahlen für die einzelnen Mischungen des Aluminiumepidots und des Eisenepidots in Gewichts- und Molekularprozenten vorausgeschickt. Die Tabelle umfaßt Glieder, die bis zu 40% Eisenepidot aufweisen. Die erste derartige Berechnung lieferte E. Ludwig.²⁾

Ältere Analysen wie die von Bär (Ep. v. Bourg d'Oisans), Beudant (Ep. v. d. Insel St. Jean), Collet-Descotils (Ep. v. Bourg d'Oisans, Journ. des Min. **5**, 415), Drapiez (Mont. des Calanches), Geffken (Ep. v. Arendal), Hermann (Anal. v. Ep., von mehreren Fundorten: Erdm. Journ. f. prakt. Chem. **43**, 35, 81 (1848); **52**, 250; **55**, 455; **70**, 321; **78**, 295), Vauquelin (Ep. v. Arendal in Haüy, Lehrb. d. Min., Übers. v. Karsten und Weiß **3**, 121 (1806)), und Wandel (Ep. v. Auerbach) fanden keine Berücksichtigung.

Die Analysen von Epidoten, die erwiesenermaßen Umwandlungsprodukte darstellen, sind in der folgenden Zusammenstellung ausgelassen. Sie fanden Aufnahme an der entsprechenden Stelle des Kapitels, in dem die Genesis des Epidots behandelt wird.

Die Analysen wurden in folgende drei Gruppen eingeteilt:

- I. manganfreie Eisenepidote,
- II. eisenoxyd- und manganfreie, eisenoxydulhaltige Epidote und
- III. manganführende Eisenepidote.

Theoretische Zahlen für die einzelnen Mischungen von Eisen- und Aluminiumepidot.

	a) Gewichtsprocente.				b) Molekularprocente.			
	1.		2.		3.		4.	
	a	b	a	b	a	b	a	b
CaO . .	24,63	28,57	24,59	28,57	24,52	28,59	24,43	28,57
Al ₂ O ₃ .	33,64	21,43	33,31	21,26	32,63	20,89	31,96	20,53
Fe ₂ O ₃ .	—	—	0,44	0,18	1,32	0,54	2,21	0,91
SiO ₂ . .	39,76	42,86	39,69	42,86	39,57	42,87	39,44	42,86
H ₂ O . .	1,97	7,14	1,97	7,13	1,96	7,11	1,96	7,13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Eisenepidot } 0			1		3		5	
Aluminiumep. } 100			99		97		95	

¹⁾ E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 156—177 (1896).

²⁾ E. Ludwig, Tsch. min. Mit. **2**, 192 (1872).

	5.		6.		7.		8.	
	a	b	a	b	a	b	a	b
CaO . .	24,31	28,57	24,24	28,58	24,12	28,58	24,05	28,58
Al ₂ O ₃ . .	30,95	19,98	30,28	19,61	29,27	19,05	28,60	18,68
Fe ₂ O ₃ . .	3,53	1,46	4,42	1,83	5,75	2,39	6,63	2,77
SiO ₂ . .	39,25	42,86	39,12	42,86	38,93	42,86	38,80	42,86
H ₂ O . .	1,96	7,13	1,94	7,12	1,93	7,12	1,92	7,11
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Eisenepidot	} 8	10	13	15
Aluminiumep.		92	90	87	85

	9.		10.		11.		12.	
	a	b	a	b	a	b	a	b
CaO . .	23,92	28,58	23,84	28,58	23,76	28,57	23,65	28,58
Al ₂ O ₃ . .	27,59	18,10	26,92	17,72	26,24	17,34	25,23	16,75
Fe ₂ O ₃ . .	7,96	3,34	8,85	3,72	9,73	4,11	11,06	4,69
SiO ₂ . .	38,62	42,87	38,49	42,88	38,37	42,87	38,17	42,87
H ₂ O . .	1,91	7,11	1,90	7,10	1,90	7,11	1,89	7,11
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Eisenepidot	} 18	20	22	25
Aluminiumep.		82	80	78	75

	13.		14.		15.		16.	
	a	b	a	b	a	b	a	b
CaO . .	23,52	28,58	23,45	28,58	23,37	28,58	23,26	28,58
Al ₂ O ₃ . .	24,21	16,14	23,55	15,76	22,88	15,36	21,87	14,77
Fe ₂ O ₃ . .	12,39	5,29	13,27	5,68	14,15	6,08	15,48	6,68
SiO ₂ . .	37,99	42,88	37,86	42,88	37,74	42,89	37,55	42,90
H ₂ O . .	1,89	7,11	1,87	7,10	1,86	7,09	1,84	7,07
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Eisenepidot	} 28	30	32	35
Aluminiumep.		72	70	68	65

	17.		18.		19.	
	a	b	a	b	a	b
CaO . . .	23,18	28,58	23,06	28,58	20,71	28,65
Al ₂ O ₃ . .	21,20	14,36	20,19	13,75	—	—
Fe ₂ O ₃ . .	16,36	7,09	17,69	7,70	44,21	21,49
SiO ₂ . . .	37,42	42,90	37,23	42,90	33,42	42,97
H ₂ O . . .	1,84	7,07	1,83	7,07	1,66	6,89
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Eisenepidot	} 37	40	100
Aluminiumep.		63	60

Eisenepidote (manganfreie).

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	3,3720	—	3,3985	—	3,344 ¹⁾
Na ₂ O	—	0,90	—	—	—
K ₂ O	—	0,43	—	—	—
MgO	—	2,05	—	0,98	0,35
CaO	24,53	22,40	24,22	23,37	22,80
MnO	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	—
FeO	0,29	2,93	0,35	—	1,08
Al ₂ O ₃	32,57	25,05	31,71	29,57	28,90
Fe ₂ O ₃	1,68	2,11	3,52	5,25	5,75
SiO ₂	39,06	38,69	38,60	38,92	38,95
H ₂ O	2,01	6,24	1,95	2,03	1,90
	100,14	100,80	100,35	100,12	99,73

1. Lichtrosafarbiger Klinozoisit von der Goslerwand bei Prägraten, Tirol; anal. E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 156 (1896).

2. Epidot vom Quarz-Epidotspiegel des Zweiglimmergranits, Tal der „fünf ungarischen Seen“ in der Hohen Tatra; anal. Z. Weyberg, Mater. z. Kenntn. d. gesteinsbild. Glimmer (Warschau 1909), 107 S. (russ.). Ref. N. JB. Min. etc. 1912, I, 396.

Dem Analysenmaterial war Chlorit beigemischt.

3. Himbeerroter Klinozoisit vom Rothenkopf im Zillertal, Tirol; anal. E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 163 (1896).

4. Bläßgelblichgrüner Klinozoisit von Isoligne, Barthélemy, Aosta-Tal, Italien; anal. F. Millosevich, Atti Soc. Lig. d. Sc. nat. e geogr. **19** (1909). Ref. Z. Kryst. **50**, 492 (1912).

5. Perlgrauer Klinozoisit von Ariège, Pyrenäen; anal. A. Lacroix, Minéralogie de France et de ses colonies **4**, II, 710 (1910).

	6.	7.	8.	9.	10.
δ	—	3,308	3,37	—	3,361
MgO	—	—	Spuren	Spuren	0,10
CaO	24,61	19,59	23,73	24,12	24,30
MnO	Spuren	—	Spuren	—	—
FeO	0,53	1,66	0,34	0,50	—
Al ₂ O ₃	28,59	30,33	28,64	28,39	28,90
Fe ₂ O ₃	5,76	6,42	6,81	6,89	7,43
TiO ₂	—	—	Spuren	—	—
SiO ₂	38,46	39,51	39,02	38,54	39,07
H ₂ O	1,92	2,49	1,76	2,26	0,63
Unl. in HCl	0,42	—	—	—	—
	100,29	100,00	100,30	100,70	100,43 ²⁾

6. Gelber Epidot vom Schwarzenstein im Zillertal, Tirol; anal. H. Laspeyres, Z. Kryst. **3**, 564 (1879).

7. Grauer Epidot von Ramberg, an den Sommerklippen im Wurmte, Harz; anal. O. Luedecke, Abh. d. naturf. Ges. zu Halle **20**, 15 (1894). Die Mineralien des Harzes, 1896. Ref. Z. Kryst. **29**, 187 (1898).

8. Dunkelgrauer bis graulichbrauner Epidot aus dem Gang im Muscovit-Biotit-Gneis, Inverneshire; anal. W. Pollard bei H. H. Thomas, Min. Mag. **14**, 96—98 (1905). Ref. Z. Kryst. **43**, 608 (1907).

¹⁾ Im Original ist $\delta = 2,344$ angegeben. Offenbar Druckfehler!

²⁾ Eine zweite Bestimmung von SiO₂ ergab die Zahl 39,97%.

9. Dunkelgrauer bis schwarzer Epidot von Phippsburg, Maine; anal. F. W. Hillebrand bei F. W. Clarke, Am. Journ. **48**, 411 (1894) und Bull. geol. Surv. U.S. **167** (1900). Ref. Z. Kryst. **26**, 525 (1896); **36**, 79 (1902).

10. Grauer Epidot von der Alpe Lolen, Maigels, Graubünden; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 428 (1862).

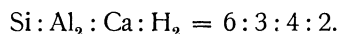
	11.	12.	13.	14.	15.	16.
δ	3,359	3,448	3,406	—	3,364	3,378
Na ₂ O	—	0,21	—	—	—	—
MgO	—	—	Spuren	—	—	—
CaO	22,64	24,30	23,50	23,89	23,53	22,87
FeO	—	—	0,38	—	—	—
Al ₂ O ₃	28,48	28,70	27,41	26,52	27,74	27,53
Fe ₂ O ₃	7,56	8,16	8,20	8,21	8,27	8,66
SiO ₂	38,39	38,21	38,12	39,18	38,08	38,28
H ₂ O	2,30	0,10	2,30	2,20	2,04	2,41
F	—	0,35	—	—	—	—
	99,37	100,03	99,91 ¹⁾	100,00	99,66	99,75

11. Grünlichbrauner Epidot von der Alpe Lolen im Magis-Tale am Baduz; anal. Stockar-Escher, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855).

12. Epidot von Italian Mountain, Gunnison County, Colorado; anal. F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 272 (1910).

13. Epidot aus der Nikolai-Maximilianowska Kopa, Naziamski Berge im Ural, Ufimsko Gouv.; anal. W. Bek, Chemische Zusammensetzung von Epidoten aus einigen russischen Entstehungsherden, St. Petersburg 1873, 9 (russisch).

Aus der Analyse berechnet sich das Verhältnis:



14. Hellgrüner Epidot von Pfarrerb-Zöptau in Mähren; anal. Nanke bei M. Bauer, N. JB. Min. etc. 1880, II, 81. Ref. Z. Kryst. **6**, 106 (1882).

15. „Escherit“ Maggital im Tessin; anal. Stockar-Escher, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855). Mittel aus zwei Analysen.

16. Epidot aus dem Formazzatal?; anal. Stockar-Escher, ebenda. Mittel aus zwei Analysen.

	17.	18.	19.	20.	21.
δ	3,369	3,326	3,326	—	3,3
MgO	—	—	—	1,07	—
CaO	23,94	23,66	24,13	22,75	22,81
FeO	—	—	—	5,57	—
Al ₂ O ₃	27,22	26,62	26,18	21,25	27,90
Fe ₂ O ₃	8,67	8,72	8,77	9,09	9,10
SiO ₂	37,62	38,42	38,43	38,27	37,92
H ₂ O	2,33	2,46	2,46	2,00	2,02
	99,78	99,88	99,97	100,00	99,75

17. Epidot vom Cavardiras, Gebirgszug vom Brunni-Paß gegen V. Rusein; anal. Stockar-Escher, Pogg. Ann. **95**, 506–507 (1855) bei G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 433 (1862).

18. u. 19. Epidot vom Sustenhorn; anal. Stockar-Escher, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855); zit. nach C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. 1875, 593.

20. „Bucklandit“ von Achmatowsk im Ural; anal. C. F. Rammelsberg, Mineralch. 1860, 759.

21. Hellgelber Epidot von Pargas in Finnland; anal. F. J. Wiik, Finska Vet. Soc. Förhandl. 1885, 27; Z. Kryst. **12**, 517 (1886).

¹⁾ Im Original ist die Summe 99,69% angegeben.

	22.	23.	24.	25.	26.
δ	—	—	—	—	3,440
MgO	0,43	—	0,24	0,78	0,34
CaO	25,01	23,20	25,10	21,98	23,93
FeO	2,21	—	—	—	1,07
Al ₂ O ₃	20,61	28,50	25,30	24,11	26,11
Fe ₂ O ₃	9,23	9,30	9,30	9,51	9,67
SiO ₂	38,34	37,62	38,15	41,45	38,34
H ₂ O	2,82	2,01	1,80	2,18	—
	98,65	100,63	99,89	100,01	99,46

22. Epidot von Traversella; anal. C.F.Rammelsberg, Mineralch. 1860, 749, 1020.
 23. Blaßgelber Epidot von Mont Pelvas; anal. P. Termier, Bull. Soc. min. **23**, 50—64 (1900). Ref. Z. Kryst. **35**, 638—639 (1901).
 24. Epidot aus dem Smaragdīt-Chloritgestein auf Syra, Cycladen-Inseln; anal. O. Luedecke, Z. Dtsch. geol. Ges. **28**, 262 (1876).
 25. Epidot aus dem Dioritschiefer von Buchinhout Kop, Transvaal, Afrika; anal. J. Götzt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **4**, 127 (1886).
 26. Grüner Epidot von Pfarrerb-Zöptau in Mähren; anal. Fr. Karoline Ludwig (unveröffentlicht). Nach einer liebenswürdigen Mitteilung von Prof. Dr. F. Becke.

	27.	28.	29.	30.	31.
δ	3,373	—	—	—	—
MgO	—	0,61	—	Spuren	—
CaO	23,54	22,76	23,25	23,30	22,62
MnO	—	—	—	Spuren	—
FeO	—	—	0,58	—	—
Al ₂ O ₃	26,39	25,76	25,98	26,12	25,45
Fe ₂ O ₃	9,73	9,99	10,20	10,33	10,88
SiO ₂	38,05	38,99	37,78	38,79	38,84
H ₂ O	2,02	2,05	1,98	1,90	2,41
	99,73	100,16	99,77	100,44	100,20

27. Epidot von Guttannen, Oberhasli, Schweiz; anal. Stockar-Escher, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855). Mittel aus zwei Analysen.
 28. Epidot von Guttannen auf der Rot-Alp am Ufer der Aare, Schweiz; anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855).
 29. Grüner Epidot von Pfarrerb-Zöptau in Mähren; anal. K. Pfeil, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1901). Mittel aus zwei Analysen Ref. ZB. Min. etc. 1902, 143.
 30. Stenglige Aggregate von Epidot auf den Klüften des Syenits in Philippopol in Bulgarien; anal. F. Kovář, Abh. d. böhm. Ges. d. Wiss. 1900 Nr. 27. Ref. Z. Kryst. **36**, 203 (1902).
 31. Epidot von Arendal in Norwegen; anal. Richter, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855).

	32.	33.	34.	35.	36.
δ	—	3,421	—	3,384	—
MgO	0,31	—	—	1,15	—
CaO	23,67	23,63	17,7	22,38	23,83
FeO	—	0,56	11,2	3,59	—
Al ₂ O ₃	25,58	24,75	30,6	21,05	24,05
Fe ₂ O ₃	10,89	11,07	—	11,41	11,49
SiO ₂	38,02	38,26	40,6	37,75	38,96
H ₂ O	2,05	2,26	—	2,67	1,94
	100,52	100,53	100,1	100,00	100,27

32. Gelblichgrüner nadelförmiger Epidot von Montagne des Chalanches bei Allemont, Dauphiné; anal. F. Zambonini, Z. Kryst. **37**, 70 (1903).

33. Blaußgrüner stengliger bis faseriger Epidot von Quenast, Belgien; anal. A. Renard, Bull. de l'Acad. Roy. d. Belg. 1880, 170—177. Ref. Z. Kryst. **6**, 203 (1882). Zit. nach E. Ludwig, Z. Kryst. **6**, 177 (1882).

34. Gelblichgrüner Epidot von Montagne des Chalanches bei Allemont, Dauphiné; anal. Ch. Lory, Bull. Soc. géol. [2. Ser.] **7**, 543, und Descript. géol. du Dauphiné (Paris-Grenoble 1860).

35. Ölgrüner Epidot von der Achmatowschen Grube im Ural; anal. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. **2**, 594 (1875).

36. Blaußgrüner Epidot aus dem Biotit von der Klausenalp am Fuße des Greiner, Tirol; anal. A. Cathrein bei A. Knop, Z. Kryst. **12**, 594 (1887).

	37.	38.	39.	40.	41.
δ	3,044–3,164	—	3,386	—	3,44
Na ₂ O	1,47	—	—	—	0,11
K ₂ O	—	—	—	—	0,68
MgO	2,13	0,72	—	—	0,28
CaO	18,65	20,49	22,39	23,52	28,12
FeO	0,31	0,50	0,09	—	4,06
Al ₂ O ₃	20,35	23,74	25,46	23,47	16,90
Fe ₂ O ₃	11,87	11,95	12,03	12,29	12,31
TiO ₂	0,02 (0,05)	—	—	—	Spuren
CeO ₂	—	—	—	—	0,81
SiO ₂	42,25	40,23	37,61	38,31	35,32
H ₂ O	2,83	2,35	2,22	2,42	1,60
	100,00 ¹⁾	99,98	99,80	100,01	100,19 ²⁾

37. Sphäroide aus Epidot im alten Trachyt von Su Porru zwischen Fonni und Cereboi in Sardinien; anal. L. Fasolo bei D. Lovisato, Atti d. R. Accad. d. Lincei Rend. Ser. II, **4**, 111 (1895). Ref. Z. Kryst. **28**, 184—185 (1895).

38. Epidot aus dem grobkörnigen Glaukophan-Epidotschiefer von der Insel Syphnos, Griechenland; anal. H. v. Foullon und V. Goldschmidt, JB. d. geol. R. A. **37**, 1 (1887). Ref. Z. Kryst. **17**, 299 (1890).

39. Grüner Epidot aus den Pegmatitgängen im Granulit bei Notodden, Telemarken in Norwegen; anal. O. Andersen, Arch. för Math. og Naturvidensk. **31**, 1—48 (1911). Ref. Z. Kryst. **53**, 595 (1914).

40. Bräunlichgrüner Epidot, Helenegletscher in der Stanleygruppe, Ruwenzori; anal. L. Colomba, Il Ruwenzori, relatione scientifiche etc. **2**. Ref. N. JB. Min. etc. 1910, II, 42.

41. „Bucklandit“ von der Achmatowschen Grube im Ural; anal. J. A. Antipoff, Verh. d. k. russ. min. Ges. **37**, 45—48 (1899). Ref. Z. Kryst. **34**, 699 (1901).

	42.	43.	44.	45.	46.	47.
δ	—	3,29	—	3,465	3,41	—
MgO	—	0,45	0,60	0,91	Spuren	—
CaO	24,17	24,34	21,26	23,45	23,02	23,30
FeO	0,95	—	3,59	2,98	0,43	0,75
Al ₂ O ₃	23,08	24,50	21,76	21,00	24,81	23,50
Fe ₂ O ₃	12,34	12,38	12,52	12,64	12,69	13,01
SiO ₂	38,60	36,51	37,51	37,94	37,65	36,92
H ₂ O	1,88	1,95	2,68	1,60 ³⁾	2,20	2,00
	101,02	100,13	99,92	100,52	100,80	99,48

¹⁾ Inkl. 0,12% Verlust.

²⁾ Im Original ist die Summe 100,39 angegeben.

³⁾ „Flüchtige Stoffe“.

42. Grüner Epidot vom Sulzbachtal, Knappenwand; anal. J. Mauthner, Tsch. min. Mit. 1872, 259.

43. Epidot vom Monte Arco, Elba; anal. E. Manasse, Atti d. Soc. Tosc. di Sc. Nat. Pisa. Mem. **28**, 52 (1912). Ref. N. JB. Min. etc. 1913, II, 428.

44. Epidot von Traversella, Italien; anal. C.F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. **2**, 594 (1875).

45. Grüngelber Pistazit aus Hasserode, Dumkahental im Harz; anal. C.F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **16**, 6 (1864).

46. Braunroter (mit violetter Anflug) Epidot in prismatischen Kristallen aus Niseliga am Ufer des Pertisees, Gemeinde Konczozerska, Gouv. Olonez, Rußland; anal. W. Bek, Chemische Zusammensetzung von Epidoten aus einigen russischen Entstehungsherden, St. Petersburg 1873, 11.

47. Grüner Epidot von der Knappenwand im Sulzbachtal; anal. A. Lagorio, Tsch. min. Mit. **8**, 496 (1877).

	48.	49.	50.	51.	52.
δ	3,4662	—	—	3,5	—
MgO	—	2,96	0,33	—	Spuren
CaO	23,47	30,00	23,19	22,90	23,47
MnO	—	—	Spuren	—	Spuren
FeO	0,48	—	—	—	0,47
Al ₂ O ₃	23,43	14,47	23,22	22,09	23,43
Fe ₂ O ₃	13,31	13,44	13,51	13,77	13,84
SiO ₂	37,83	40,57	37,66	38,37	37,82
H ₂ O	2,06	—	1,95	2,11	2,06
	100,58	101,44 ¹⁾	99,86	99,24	101,09

48. Epidot vom Sulzbachtal, Knappenwand; anal. E. Ludwig, Z. Kryst. **6**, 180 (1882).

49. Derber Epidot im Granit des Zinnstockwerkes in Geyer in Sachsen; anal. Kühn, Ann. d. Chem. und Pharm. **59**, 373; zit. nach A. Frenzel, Min. Lex. f. Sachsen 1874, 92.

50. Hell- bis dunkelgrüner Epidot im Kontakt zwischen Serpentin und Amphibolit vom Berge Rocca Rossa im Susatal, W. von Giaveno; anal. F. Zambonini, Z. Kryst. **38**, 70 (1904).

51. Epidot vom Sulzbachtal, Knappenwand, Tirol; anal. R.v. Drasche bei C. Klein, N. JB. Min. etc. 1872, 120.

52. Epidot vom Sulzbachtal, Tirol; anal. E. Ludwig, Z. Kryst. **6**, 180 (1882).

	53.	54.	55.	56.	57.	58.
δ	3,447	3,40	3,452	—	—	3,491
MgO	Spuren	—	—	—	—	Spuren
CaO	22,48	24,09	20,99	23,41	23,67	24,53
FeO	0,59	—	0,45	0,18	0,62	0,38
Al ₂ O ₃	23,11	22,99	24,61	23,51	22,61	20,77
Fe ₂ O ₃	14,01	14,19	14,23	14,32	14,47	14,99
SiO ₂	37,65	37,04	37,70	38,15	36,71	39,59
H ₂ O	2,34	2,16	2,23	1,93	1,92	0,29
	100,18	100,47	100,21	101,50	100,00	100,55

53. Dunkelgrüner Epidot aus den Ilmener Bergen, Bezirk Miasc, Gouv. Orenburg, Rußland; anal. W. Bek, Chemische Zusammensetzung von Epidoten aus einigen russischen Entstehungsherden, St. Petersburg 1873, 13—14.

Das Gewicht dieses Epidots veränderte sich durch Glühen des Mineralpulvers zu $\delta = 2,847$.

¹⁾ Im Ref. ist die Summe 101,24 angegeben.

54. Epidot aus der Schlucht unw. d. Wasserplatzes Diepdal, Hereroland, Afrika; anal. H. Wulf, Tsch. min. Mit. **8**, 235 (1887). Ref. Z. Kryst. **17**, 199 (1890).

55. Schwarzgrüner Epidot vom Allochettal im S.O. Monzoni, Tirol; anal. C. Doelter, Tsch. min. Mit. 1875, 175.

56. Pistaziengrüner Epidot von der Schwarzen Wand, Groß-Venediger in den Hohen Tauern; anal. Piners bei E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 144 (1896).

57. Dunkelpistaziengrüner Epidot von Bourg d'Oisans, Cime du Cornillon; anal. H. Laspeyres, Z. Kryst. **3**, 564 (1879).

58. Epidot vom oberen Sulzbachtal, Knappenwand, Tirol; anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **21**, 69 (1872).

	59.	60.	61.	62.	63.
δ	—	> 3,447	—	—	3,39
MgO	Spuren	0,37	—	1,07	0,61
CaO	23,27	24,49	23,06	22,75	22,75
MnO	Spuren	—	Spuren	—	—
FeO	0,93	1,06	—	— ¹⁾	—
Al ₂ O ₃	22,63	19,00	22,05	21,25	21,55
Fe ₂ O ₃	15,02	15,02	15,18	15,28	15,29
SiO ₂	37,83	38,02	38,06	38,27	39,74
H ₂ O	2,05	2,31	1,82	2,00	—
Cl	Spuren	—	—	—	—
	101,73 ²⁾	100,27 ³⁾	100,17	100,62	99,94

59. Epidot vom Sulzbachtal, Knappenwand in Tirol; anal. E. Ludwig, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 465 (1872); Tsch. min. Mit. 1872, 187. Mittel aus drei Analysen.

60. Pistaziengrüner Epidot von der Brossomine (Piemont); anal. E. Grill, Atti d. Reale Accad. dei Lincei [5] **23**, 537 (1914).

61. Heller Epidot in den Klüften des Syenits, Phillippopel in Bulgarien; anal. F. Kovář, Abh. d. Ak. d. Wiss. in Prag 1900, Nr. 27. Ref. Z. Kryst. **36**, 202 (1902).

62. „Bucklandit“ von Achmatowsk im Ural; anal. C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. **2**, 594 (1875).

63. Pistaziengrüne stengelige Aggregate von Epidot aus Greenwood Albermarle County, Virginia; anal. T. P. Lippit bei J. W. Mallet, Ch. N. **44**, 190 (1881). Ref. Z. Kryst. **9**, 627 (1884).

	64.	65.	66.	67.	68.
δ	—	3,461	—	—	3,491
Na ₂ O	—	0,29	0,39	—	—
K ₂ O	—	0,11	0,23	—	—
MgO	0,49	0,31	0,25	—	—
CaO	23,99	22,06	22,68	22,54	23,19
MnO	Spuren	—	—	—	—
Mn ₂ O ₃	—	Spuren	—	—	—
Al ₂ O ₃	20,39	23,32	19,21	22,02	21,90
Fe ₂ O ₃	15,30	15,55	15,55	15,67	16,00
SiO ₂	37,48	37,97	37,92	37,35	37,11
H ₂ O	1,89	0,27	2,51	2,35	2,03
	99,54 ⁴⁾	99,88 ⁵⁾	98,74	99,93	100,23

64. Tiefolivengrüner Epidot von Oulx, Italien; anal. L. Colomba, Atti di R. d. Sc. di Torino **26**, 537 (1890—91). Ref. Z. Kryst. **30**, 203 (1899). Mittel aus zwei Analysen.

¹⁾ FeO vorhanden, aber nicht bestimmt.

²⁾ Im Original ist die Summe 100,73% angegeben.

³⁾ Im Original die Summe 100,39 angegeben.

⁴⁾ Spuren von CO₂. ⁵⁾ Im Ref. ist die Summe 99,84 angegeben.

65. „Puschkinit“ von der Eugenie Maximilianowka-Grube bei Jekaterinenburg, Werch Isetzkaja Datscha, Rußland; anal. Kupffer bei E. v. Fedorow u. W. Kollatschensky, Gornij Journal 4, 208—245 (1905). Ref. N. JB. Min. etc. 1907, 2, 368 Wahrscheinlich verunreinigt mit Aktinolith und Eisenoxydhydrat.

66. Epidot von Arendal, Norwegen; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. 90, 307 (1853).

67. Epidot von Bourg d'Oisans, Cime du Cornillon; anal. Stockar-Escher, Pogg. Ann. 95, 501 (1855). Mittel aus zwei Analysen.

68. Epidot vom Sulzbachtal, Tirol; anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 24, 649 (1872).

	69.	70.	71.	72.	73.
δ	3,462	—	—	—	—
Na ₂ O	—	—	—	—	0,48
K ₂ O	—	—	—	—	0,90
MgO	Spuren	0,44	0,29	0,53	0,29
CaO	22,55	23,71	22,70	23,07	19,95
FeO	0,32	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	21,11	20,36	20,78	21,72	22,86
Fe ₂ O ₃	16,22	16,35	16,49	16,72	16,89
SiO ₂	37,73	38,76	37,56	36,68	38,38
H ₂ O	1,98	2,00	2,09	—	—
	99,91	101,62	99,91	98,72	99,75

69. Epidot in grünen Schiefen von Comba di Compare Robert, Avigliana; anal. G. Boeris, Atti R. Accad. d. Sc. di Torino 32, 670—680 (1896—97); Riv. di Mineral. 20, 65—76 (1898). Ref. Z. Kryst. 31, 397 (1899).

70. Epidot von Arendal in Norwegen; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. 76, 93 (1849).

71. Epidot von Bourg d'Oisans, Cime du Cornillon; anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. 95, 501 (1855).

72. Epidot von Arendal in Norwegen; anal. Kühn, zit. nach E. Ludwig, Z. Dtsch. geol. Ges. 24, 475 (1872).

73. Gelblichgrüner, derber Epidot von der Achmatowschen Grube im Ural; anal. N. v. Kokscharow, Beitr. z. Min. Rußlands 3, 283 (1862).

	74.	75.	76.	77.
δ	(3,554)(?)	—	3,475	—
MgO	—	0,32	0,27	0,27
CaO	23,32	23,23	21,95	22,87
Al ₂ O ₃	18,88	21,18	21,98	20,88
Fe ₂ O ₃	17,25	17,26	17,42	18,32
SiO ₂	38,51	37,56	38,64	37,05
H ₂ O	2,98	—	—	0,29
	100,94	99,55	100,26	99,68

74. Dunkelgrüner Epidot vom Rauhbeerstein bei Zöptau in Mähren; anal. C. Schlemmer, Tsch. min. Mit. 1872, 258.

75. Grüner Epidot aus einer Ader im Epidotamphibolit vom linken Ufer des Flusses Khanema, Oberlauf, Arktischer Ural; anal. G. Tschernik bei H. Backlund, Mém. d. Acad. d. Sc. d. St. Pétersbourg [8] 38 (1912).

76. Epidot aus einem Dioritlager im Gneis, zwischen Thierbach und Wolkenburg bei Penig in Sachsen; anal. Kühn, Ann. Ch. u. Pharm. 59, 373; zit. nach A. Frenzel, Min. Lex. f. d. Kgr. Sachsen (Leipzig 1874), 92.

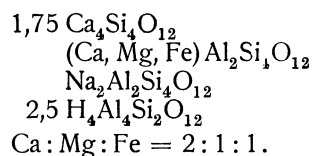
77. Dasselbe wie 75. Die Analysen 75 u. 77 wurden an geglühtem Material vorgenommen.

Eisenoxydfreie, eisenoxydulhaltige Epidote.

	78.	79.	80.	81.
δ	—	—	—	3,21
Na ₂ O	2,10	—	—	—
K ₂ O	Spuren	—	—	—
MgO	0,50	0,38	—	0,93
CaO	16,88	20,43	23,70	20,34
FeO	0,72	7,25	4,38	7,83
Al ₂ O ₃	28,27	30,84	31,41	30,38
TiO ₂	Spuren	—	—	—
SiO ₂	47,72	38,21	37,63	37,95
H ₂ O	3,78	2,71	2,19	2,64
	99,97	99,82	99,31	100,07

78. Senftenberg, N. Öst. Waldviertel, aus dem Amphibolit; anal. J. Morozewicz, Verh. d. k. russ. min. Ges. **40**, 1903, 113. Dieses Mineral wurde früher von F. Becke als Pyroxen beschrieben; vermutlich ist es ein der Epidotgruppe zugehöriges Mineral. Vgl. R. Görgey, Tsch. min. Mit. **32**, 239—240 (1914).

Aus der Analyse berechnet J. Morozewicz folgende Zusammensetzung:



79. u. 80. Graulichgrüner Epidot vom Helene-gletscher in der Stanleygruppe im Ruwenzori; anal. L. Colomba, Il Ruwenzori, relatione scientifica **2**. Ref. N. JB. Min. etc. 1910, II, 42.

81. Weißer Epidot vom Canal du Beagle, Feuerland; anal. A. Lacroix, Bull. Soc. min. **10**, 151 (1887). Ref. Z. Kryst. **14**, 621 (1888).

Manganhaltige Eisenepidot.

	82.	83.	84.	85.	86.
δ	3,367	3,14	—	3,397	3,29
Li ₂ O	—	0,25	—	—	—
Na ₂ O	—	0,94	0,210	—	0,11
K ₂ O	—	0,96	0,250	—	0,06
MgO	—	0,88	0,786	—	Spuren
CaO	23,85	20,00	20,378	23,29	22,77
MnO	0,21	0,14	0,501	0,13	0,19
FeO	0,53	1,13	1,806	1,11	1,25
Al ₂ O ₃	29,53	23,09	26,986	25,29	25,12
Fe ₂ O ₃	5,67	6,68	7,898	8,25	8,75
TiO ₂	—	—	—	—	0,33
SiO ₂	37,99	43,23	38,753	38,98	38,22
H ₂ O	2,04	2,40	2,376	2,23	3,56
	99,82	99,70	99,944	99,28	100,36

82. Heller Epidot von Huntington, Mass.; anal. E. H. Forbes, Z. Kryst. **26**, 138 (1896). Mittel aus zwei Analysen.

83. „Withamit“ aus dem mandelsteinartigen Feldspatporphyr in Glencoë in Argyleshire; anal. F. M. Heddle, Min. Soc. London **5**,15 (1882). Ref. Z. Kryst. **32**, 291 (1900).

84. Epidot mit Quarz im Gabbro von der Insel Balta, Shetland; anal. F. M. Heddle, Transact. Royal Soc. Edinburgh **39**, 341. Ref. Z. Kryst. **32**, 291 (1900).

85. Epidot von Perkasia, Montgomery Co; anal. J. Eyerman, Üb. d. Min. Pennsylvaniens **2** (1911). Ref. Z. Kryst. **54**, 98 (1914).

86. Epidot von Shasta County, Californien; anal. W. T. Schaller bei B. S. Buttler, Am. Journ. **178**, 27—32 (1909). — F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 272 (1910).

Der Mangel an seltenen Erden wird besonders hervorgehoben.

	87.	88.	89.	90.	91.
δ	3,396	3,269	—	—	3,401
Na ₂ O	—	—	0,66	—	—
K ₂ O	—	—	0,20	—	—
MgO	0,77	0,56	0,28	0,239	—
CaO	23,10	21,86	22,22	21,647	23,59
MnO	0,54	0,56	0,29	0,738	0,59
FeO	0,36	1,34	0,74	—	0,82
Al ₂ O ₃	24,72	25,82	21,82	26,087	23,20
Fe ₂ O ₃	9,96	9,97	10,27	10,388	10,57
SiO ₂	37,87	36,95	41,37	38,374	37,77
H ₂ O	2,82	3,02	2,12	2,441	3,23
	100,14	100,08	99,97 ¹⁾	99,914	99,77

87. Faseriger, olivengrüner Epidot in Höhlungen eines Hornblendegesteins am Ausfluß des Niddister auf Mainland, Shetlandinsel; anal. F. M. Heddle, Min. Soc. London **3**, 18 (1879). Ref. Z. Kryst. **5**, 615 u. 617 (1881).

88. Epidot von Macon Co; N. C.; anal. F. A. Genth, Bull. geol. Surv. U.S. **74**, 40.

89. Epidot aus dem Quarz-Epidotspiegel im Zweiglimmergranit vom Berg Rysy, Hohe Tatra; anal. Z. Weyberg, Warschauer Univ. Nachr. 1909, Hft. 4—5. Ref. N. JB. Min. etc. 1912, I, 396.

90. Epidot im Prehnit von Glen Gairn, Aberdeenshire; anal. F. M. Heddle, Tr. Royal Soc. Edinburgh **39**, 341. Ref. Z. Kryst. **32**, 291 (1900).

91. Epidot von Clarks Steinbruch, Frankford, Pennsylvanien; anal. J. Eyerman, Üb. d. Min. Pennsylvaniens **2** (1911). Ref. Z. Kryst. **54**, 98 (1914).

	92.	93.	94.	95.	96.
δ	3,402	—	—	3,452	—
Na ₂ O	—	} 0,37	—	0,06	0,24
K ₂ O	—		—	—	0,39
MgO	—	0,13	—	Spuren	0,21
CaO	22,44	21,59	23,329	23,36	23,12
MnO	—	0,57	0,064	0,11	0,52
FeO	—	—	0,710	0,79	0,69
Mn ₂ O ₃	0,58	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	25,78	24,62	24,141	24,09	22,81
Fe ₂ O ₃	11,24	12,20	12,286	12,80	13,75
SiO ₂	38,02	38,20	36,567	37,22	36,63
H ₂ O	2,25	2,16	1,994 ²⁾	1,61	1,92
F	—	—	—	—	—
Unl. in HCl	—	—	1,130	0,06	—
	100,31	99,84	100,221 ³⁾	100,10	100,28

¹⁾ Im Referat ist die Summe 100,17 angegeben.

²⁾ Glühverlust. ³⁾ Der unlösliche Rückstand bestand fast nur aus Quarz.

92. Roter Epidot aus dem Pegmatit im Granulit von Notodden, Telemarken, Norwegen; anal. O. Andersen, Arch. for Math. og Naturvidensk. **31**, 1—48 (1911). Ref. Z. Kryst. **53**, 595 (1914).

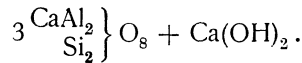
93. Grünlichgrauer bis aschgrauer Epidot von Rowe, Mass.; Pyritgrube von Davis; anal. A. G. Dana, Z. Kryst. **10**, 490—492 (1884). Mittel aus zwei Analysen.

94. Epidot vom Sulzbachtal, Tirol; anal. H. Laspeyres, Z. Kryst. **3**, 561 (1879).

95. Epidot vom Italian Peak, Gunnison County, Colorado; anal. L. G. Eakins bei W. H. Mellville, L. G. Eakins u. E. A. Schneider, Bull. geol. Surv. U.S. **113** (1893).

96. Pistaziengrüner Epidot von Striegau in Schlesien; anal. K. Pfeil, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1901). Ref. ZB. Min. etc. 1902, 145. Mittel aus drei Analysen.

Aus diesen berechnet K. Pfeil die Formel:



	97.	98.	99.	100.	101.
MgO . . .	—	—	0,306	0,41	0,31
CaO . . .	23,524	23,05	23,025	22,84	22,93
MnO . . .	0,026	0,52	0,306	0,70	0,31
FeO . . .	0,610	0,63	—	Spuren	— ¹⁾
Al ₂ O ₃ . . .	22,448	20,99	20,574	22,39	17,08 ²⁾
Fe ₂ O ₃ . . .	14,270	14,83	14,921	15,06	15,29
TiO ₂ . . .	—	—	—	—	3,78
SiO ₂ . . .	36,490	39,37	36,127	36,91	37,63
P ₂ O ₅ . . .	—	—	—	—	0,44
H ₂ O . . .	1,911	1,31	4,568	2,13	2,23
Unl. in HCl .	0,679	—	—	—	—
	99,958	100,70	99,827	100,44	100,00

97. Dunkelpistaziengrüner Epidot von Bourg d'Oisans im Dauphiné; anal. H. Laspeyres, Z. Kryst. **3**, 562 (1879).

98. Epidot von Marbly Mountain, New Jersey, gegenüber Easton; anal. J. Eyer- man, Üb. d. Min. Pennsylvaniens **2** (1911). Ref. Z. Kryst. **54**, 98 (1914).

99. Epidot von North Quin, Geo, Hillswick; anal. F. M. Heddle, Transact. Royal Soc. Edinburgh **39**, 341. Ref. Z. Kryst. **32**, 291 (1900).

100. Hellgelblicher bis dunkelgrüner Epidot von Biella, Prov. Novara; anal. F. Zambonini, Z. Kryst. **40**, 223 (1905).

101. Epidot von Ilchester, Maryland; anal. F. W. Hillebrand bei W. H. Hobbs, Am. Journ. **38**, 223—228 (1889). Ref. Z. Kryst. **19**, 649 (1891).

	102.	103.	104.
δ	3,551 ³⁾	—	3,491
Li ₂ O	0,46	—	—
Na ₂ O	1,67	—	—
MgO	6,10	0,46	—
CaO	16,00	22,32	16,10
MnO	0,26	0,49	0,56
FeO	—	—	0,73
Al ₂ O ₃	18,85	20,64	22,03
Fe ₂ O ₃	16,34	16,50	20,24
SiO ₂	38,89	37,65	40,00
H ₂ O	—	2,06	1,10
Cl	—	0,01	—
	98,57	100,13	100,76

¹⁾ FeO ist zusammen mit Fe₂O₃ bestimmt.

²⁾ Al₂O₃ aus der Differenz.

³⁾ Die Bestimmung des spez. Gewichts ist von Osersky, Verh. d. kais. russ. min. Ges. 1842, 66. Sie ist sicherlich zu hoch. Hermann gibt δ=3,43, Wagner δ=3,066 an.

102. „Puschkinit“ von Werchneiwinsk; anal. Wagner, Bull. Soc. imp. nat. Moscou 1841, 112.

103. Epidot von Traversella; anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. **95**, 501.

104. Epidot von Kobers Kupfermine, Sunneytown, Montgomery Co; anal. J. Eyer-
man, Üb. d. Min. Pennsylvaniens **2** (1911). Ref. Z. Kryst. **54**, 98 (1914).

Zu den manganhaltigen Eisenepidoten dürfte auch der bekannte Mangan-
epidot von Jakobsberg, Kirchspiel Nordmarken in Schweden gestellt werden.
Von diesem Vorkommen liegen folgende Analysen vor:

	105.	106.	107.	108.	109.
MgO	0,61	0,99	0,47	—	3,04
CaO	20,99	22,28	23,28	19,52	26,46
MnO	1,89	2,27	2,74	4,52	4,85
FeO	1,67	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	23,09	22,69	23,41	24,65	18,58
Fe ₂ O ₃	10,36	10,49	10,79	12,44	12,57
SiO ₂	39,57	39,75	38,57	36,44	33,81
TiO ₂	0,35	—	—	—	—
H ₂ O	1,83	—	0,09	3,19	—
	100,36	98,47	99,35	100,76	99,31

105. Kirschroter Manganepidot von Jakobsberg in Schweden; anal. von Svensson,
Inaug.-Diss. (Akad. Afhandl.) Lund 1866. Ref. Z. Kryst. **15**, 88 (1889).

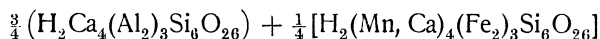
106. Dasselbe; anal. von Tamm, Inaug.-Diss. Univ. Upsala (Akad. Afhandl.) 1869.
Ref. Z. Kryst. **15**, 88 (1888).

107. Dasselbe; anal. von Tamm, wie oben 106.

108. Dasselbe; anal. G. Flink, Meddel. fr. Stockholms Högskola Nr. 66 in Bih.
Sv. Vet. Ak. Handl. **13** [2], Nr. 7, 1—94 (1887). Ref. Z. Kryst. **15**, 88 (1888).

109. Dasselbe; anal. L. J. Igelström, Öfers. Vet. Ak. Stockholm 1867, 11; zit.
nach Ref. Z. Kryst. **15**, 88 (1888).

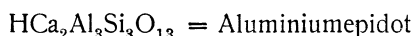
Für den Manganepidot berechnet G. Flink¹⁾ unter Vernachlässigung des
überschüssigen Wassergehaltes die chemische Formel:



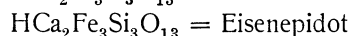
und betrachtet diesen Epidot als Zwischenglied zwischen den Eisenepidot
und den Piemontiten.

Chemische Formel und Konstitution.

Die Epidote stellen Glieder einer isomorphen Mischungsreihe dar, die
von den Endgliedern, den Silicaten



und



gebildet wird. Diese beiden Silicate wurden von E. Ludwig²⁾ nach den
Vorarbeiten von G. Tschermak³⁾ und A. Kenngott⁴⁾ aufgestellt und vom
ersten gegenüber den widersprechenden Ansichten von H. Laspeyres⁵⁾ und

¹⁾ G. Flink, Mineralogische Notizen II. Bih. t. Sv. Vet.-Akad. Handl. **13** [2],
Nr. 7, S. 1—94, Kap. XXXI. R. Ztschr. f. Kryst. **15**, 88 (1888).

²⁾ E. Ludwig, Tsch. min. Mit. 1872, 187—194.

³⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **50**, 585 (1864).

⁴⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1871, 449.

⁵⁾ H. Laspeyres, Z. Kryst. **3**, 525—576 (1879).

C. F. Rammelsberg¹⁾ mit Erfolg verteidigt. Die Ludwigsche Ansicht, zu der sich auch später C. F. Rammelsberg²⁾ bekehrte, wird jetzt allgemein angenommen.

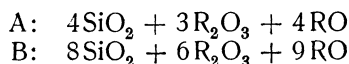
Die Reihe ist nicht vollständig. Das eisenreichste bis jetzt bekannte Glied weist einen Gehalt von 40% Eisenepidotsilicat auf.

Seltenerer Bestandteile. Außer den von der Formel verlangten Bestandteilen kommen noch andere Elemente akzessorisch vor. Am häufigsten werden Magnesiumoxyd und Eisenoxydul angegeben. Über ihre Rolle ist man bis jetzt nicht im klaren. Oft ist auch Alkali in den Epidoten nachgewiesen worden. Sobrero³⁾ gibt Zinn in allen skandinavischen Epidoten an, Borsäure fand R. Hermann⁴⁾ im Puschkinit vom Ural und den Epidoten von Burowa und Achmatowsk; Chlor geben E. Ludwig⁵⁾ und Th. Scheerer⁶⁾ als im Wasser enthalten an. Vereinzelt wurden Titan und seltene Erden gefunden.

Th. Scheerer,⁷⁾ dem wir eine ganze Reihe guter Epidotanalysen verdanken, stellte für die Epidote drei Formeln auf, in denen folgende Sauerstoffverhältnisse gelten sollten:

$$\begin{array}{l} \text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 \\ 1. \quad 7 \quad : \quad 14 \quad : \quad 21 \\ 2. \quad 7,5 \quad : \quad 15 \quad : \quad 20 \\ 3. \quad 6\frac{2}{3} \quad : \quad 15 \quad : \quad 20 \end{array}$$

Das erste Verhältnis stellt Th. Scheerer als ziemlich unwahrscheinlich hin, dagegen spricht für das zweite und besonders für das dritte eine ziemlich große Analysenzahl. Auch fand Stockar-Escher⁸⁾ das dritte Verhältnis an den von ihm untersuchten Epidoten bestätigt. Ausgehend von der Theorie der polymeren Isomorphie leitet Th. Scheerer aus diesen Proportionen zwei Epidotformeln ab:



für Verbindungen, „deren chemische Konstitution durch diese beiden Formeln ausgedrückt wird, isomorph (oder homöomorph) aufzutreten vermögen“. . . . Später gab Th. Scheerer⁹⁾ für alle Epidote die Verhältnisse an:

$$\begin{array}{l} \text{RO} + \text{H}_2\text{O} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 \\ 1. \quad 4\frac{1}{2} \quad : \quad \underbrace{9 \quad : \quad 12} \\ 2. \quad 4\frac{1}{2} \quad : \quad 18 \\ 3. \quad 1 \quad : \quad 4 \end{array}$$

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **21**, 124 (1869); Handb. d. Mineralch. I. Aufl. 756.

²⁾ C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 649 (1872).

³⁾ Sobrero, Mem. d. Accad. d. Sc. di Torino **38**, 23 (1841); Berzelius' Jahrb. üb. d. Fortschr. d. phys. Wiss. **20**, 231 (1841).

⁴⁾ R. Hermann, Bull. Soc. imp. nat. Moscou 1841, 112; Journ. prakt. Chem. **43**, 35, 81 (1848).

⁵⁾ E. Ludwig, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 465 (1872); Tsch. min. Mit. 1872, 187.

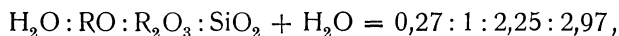
⁶⁾ Th. Scheerer, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855).

⁷⁾ Derselbe, Pogg. Ann. **91**, 387 (1854).

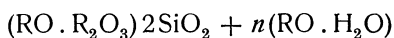
⁸⁾ Stockar-Escher, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855).

⁹⁾ Th. Scheerer, Pogg. Ann. **95**, 501 (1855).

R. Hermann¹⁾ hat nach dem mißglückten Versuche der Einführung der Kohlensäure in den Epidot, unter der Annahme des Verhältnisses:

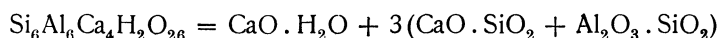


wobei das ganze Eisen als Oxyd gerechnet wurde, die Formel:



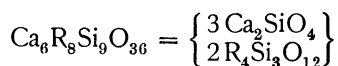
aufgestellt. In ihr wollte er der Tatsache Ausdruck verleihen, daß die Menge der Sauerstoffatome in den Basen der Summe der Sauerstoffatome der Säuren und des Wassers gleich ist.

Den Weg zur richtigen Darstellung der Epidotformel hat als erster G. Tschermak in seiner berühmt gewordenen Arbeit über die Feldspatgruppe angebahnt. Er nahm die Formel

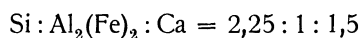


an. Diese Formel hat auch A. Kenngott (l. c.) durch Umrechnung fast aller bis dahin bekannt gewordener Epidotanalysen, — ihre Zahl betrug 55 —, bestätigt gefunden. In dieser kann die Tonerde durch das Eisen teilweise vertreten werden.

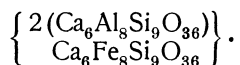
Im Gegensatz zu diesen stellte C. F. Rammelsberg (l. c.) den Epidot zu seiner Gruppe der wasserfreien Halb-(Singulo)Silicate und hat später,²⁾ „weil A. Kenngott und G. Tschermak ganz falsche Ansichten in dieser Beziehung aufgestellt haben“, eine Analyse des Sulzbacher Epidots veröffentlicht, durch die er die ursprünglich gegebene Formel:



vollauf bestätigt fand. Diese Formel, die sich auch aus den Ansichten von Hartwall³⁾ ergibt, wurde aus dem Atomverhältnisse:



abgeleitet. Die Verhältniszahlen von Eisen und Aluminium = 1 : 2 führten ihn ferner zur speziellen Epidotformel:



E. Ludwig⁴⁾ zeigte nun, daß die Analyse des Sulzbacher Epidots von C. F. Rammelsberg, und somit auch die sich ergebenden theoretischen Ableitungen fehlerhaft waren, und leitete wiederholt unter Hinzufügung neuer Analysen, die eingangs gegebene Epidotformel ab. Eine Wiederholung der Ludwigschen Analyse seitens C. F. Rammelsberg hat die Richtigkeit der Einwände von E. Ludwig ergeben.

¹⁾ R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **70**, 321 (1857); **78**, 295 (1859); **81**, 233 (1860); Bull. Soc. imp. nat. Moscou **33**, 191 (1860).

²⁾ C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 69 (1872).

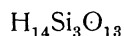
³⁾ Hartwall, Vetensk. Akad. Handl. 1828, 167; Pogg. Ann. **16**, 483 (1829).

⁴⁾ E. Ludwig, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 465 (1872).

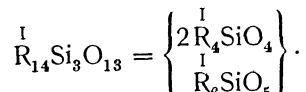
C. F. Rammelsberg¹⁾ rechnete nunmehr folgende Atomverhältnisse aus:

$$\begin{aligned} \text{H} : \text{Ca} &= 1 : 1,9 \\ \text{R}_2 : \text{Ca} &= 1 : 1,32 \\ \text{R}_2 : \text{Si} &= 1 : 1,98 \\ \text{Ca} : \text{Si} &= 1 : 1,49, \end{aligned}$$

die zur Ludwigschen Formel führen. Der Epidot ist demnach ein Abkömmling der Kieselsäure



und läßt sich als eine Verbindung von Halb-(Singulo) Silicat mit einem Drittel-silicat darstellen:



C. F. Rammelsberg²⁾ berechnete auch auf Grund dieser Formel die Atomverhältnisse einer ganzen Reihe von Analysen. Es sind

		H : Ca : R ₂ : Si	Fe : Al
1. Zillertal (Laspeyres)	Analyse 6	0,7 : 1,4 : 1 : 2	1 : 8
2. Maigels (vom Rath)	" 10	0,2 : 1,3 : 1 : 2	1 : 6
3. Alpe Lolen (Stockar-Escher)	" 11	0,8 : 1,2 : 1 : 2	1 : 6
4. Maggiatal (Derselbe)	" 14	0,7 : 1,3 : 1 : 1,96	1 : 5
5. Formazzatal (Derselbe)	" 15	0,8 : 1,2 : 1 : 1,96	1 : 5
6. Unst (Heddle)	" 84	0,8 : 1,3 : 1 : 2	1 : 5
7. Sustenhorn (Stockar-Escher)	" 17	0,9 : 1,3 : 1 : 2	1 : 4,7
8. Cavardiras (Derselbe)	" 16	0,8 : 1,3 : 1 : 1,9	1 : 4,8
9. Syra (Luedecke)	" 23	0,65 : 1,5 : 1 : 2	1 : 4,3
10. Rothlaue (Stockar-Escher)	" 26	0,7 : 1,3 : 1 : 2	1 : 4,2
11. Rothlaue (Scheerer)	" 27	0,7 : 1,3 : 1 : 2	1 : 3,8
12. Quenast (Renard)	" 32	0,8 : 1,4 : 1 : 2	1 : 3,5
13. Davis-Grube (Dana)	" 93	0,7 : 1,3 : 1 : 2	1 : 3,2
14. Sulzbachtal (Ludwig)	" 46	0,7 : 1,4 : 1 : 2	1 : 2,8
15. Sulzbachtal (Rammelsberg)		0,7 : 1,3 : 1 : 2	1 : 2,7
16. Sulzbachtal (Laspeyres)	" 94	0,7 : 1,3 : 1 : 1,9	1 : 3
17. Allochettal (Doelter)	" 52	0,8 : 1,2 : 1 : 2	1 : 2,7
18. Traversella (Scheerer)	" 103	0,7 : 1,4 : 1 : 2	1 : 1,2
19. Traversella (Rammelsberg)	" 44	1 : 1,5 : 1 : 2,1	1 : 2,7
20. Bourg d'Oisans (Stockar-Escher)	" 64	0,8 : 1,3 : 1 : 2	1 : 2,2
21. Bourg d'Oisans (Scheerer)	" 68	0,76 : 1,5 : 1 : 2	1 : 2
22. Bourg d'Oisans (Hermann)		0,8 : 1,3 : 1 : 2,1	1 : 2
23. Bourg d'Oisans (Laspeyres)	" 54	0,7 : 1,4 : 1 : 2	1 : 2,5
24. Arendal (Rammelsberg)	" 67	0,7 : 1,4 : 1 : 2,1	1 : 2
25. Arendal (Scheerer)		0,7 : 1,3 : 1 : 2	1 : 2
26. Arendal (vom Rath)	" 63	1 : 1,4 : 1 : 2,2	1 : 2
27. Achmatowsk (Rammelsberg)	" 35	0,7 : 1,4 : 1 : 2,1	1 : 3
28. Achmatowsk (Derselbe)		0,7 : 1,4 : 1 : 2,3	1 : 3

¹⁾ C. F. Rammelsberg, l. c. 69; Handb. d. Mineralch. **2**, 593-94 (1875); Suppl. **1**, 84 (1886); **2**, 253 (1895).

²⁾ Derselbe, Handb. d. Mineralch. Suppl. **2**, 253 (1895).

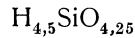
H. Laspeyres¹⁾ leugnete die Berechtigung aller vorher aufgestellten Formeln. Aus seinen Epidotanalysen ergaben sich folgende Formeln der den Mineralien zugrunde liegenden Polykieselsäuren:

Epidot von Dauphiné	$H_{4,808}SiO_{4,404}$
Epidot vom Sulzbachtal	$H_{4,839}SiO_{4,420}$
Epidot vom Zillertal	$H_{4,674}SiO_{4,337}$

Anders fallen die Kieselsäureformeln aus, wenn man annimmt, daß die Schwermetalle ursprünglich nur in Oxydulform vorhanden waren und erst später oxydiert wurden. Es ergaben sich für den

Epidot von Dauphiné	$H_{4,514}SiO_{4,257}$
Epidot vom Sulzbachtal	$H_{4,587}SiO_{4,294}$
Epidot vom Zillertal	$H_{4,561}SiO_{4,281}$

Es wären also, nach H. Laspeyres, die Epidote Abkömmlinge einer Kieselsäure von der Formel



aus der sich z. B. folgende Formel für den Epidot von Dauphiné berechnet:

$$H_{2,142}Ca_{4,237}Fe_{1,897}Al_{2,207}Si_{6,127}O_{26,089} = 6,127(H_{4,514}SiO_{4,257}) = \\ H_2Ca_4Fe_2Al_4Si_6O_{25} = 6(H_{4,33}SiO_{4,166}).$$

Die Formeln und Ansichten von H. Laspeyres fanden späterhin keine Berücksichtigung, da E. Ludwig²⁾ ihre vollständige Haltlosigkeit beweisen konnte.

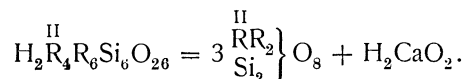
Neuerdings haben die Brüder W. und D. Asch³⁾ die Formeln einer kleinen Reihe (29) von Analysen ausgerechnet. Sie teilen diese in neun Gruppen ein, abhängig von der Eisenoxyd- und Tonerdemenge, sowie deren gegenseitigem Mengenverhältnis. Diese Gruppenformeln sind die folgenden:

1. $4H_2O \cdot 16CaO \cdot 2Fe_2O_3 \cdot 10Al_2O_3 \cdot 24SiO_2$.
2. $4H_2O \cdot 16CaO \cdot 2,25Fe_2O_3 \cdot 9,75Al_2O_3 \cdot 24SiO_2$.
3. $4H_2O \cdot 16CaO \cdot 2,5Fe_2O_3 \cdot 9,5Al_2O_3 \cdot 24SiO_2$.
4. $4H_2O \cdot 16CaO \cdot 2,75Fe_2O_3 \cdot 9,25Al_2O_3 \cdot 24SiO_2$.
5. $4H_2O \cdot 16CaO \cdot 3,00Fe_2O_3 \cdot 9,00Al_2O_3 \cdot 24SiO_2$.
6. $4H_2O \cdot 16CaO \cdot 3,25Fe_2O_3 \cdot 8,75Al_2O_3 \cdot 24SiO_2$.
7. $4H_2O \cdot 16CaO \cdot 3,50Fe_2O_3 \cdot 8,50Al_2O_3 \cdot 24SiO_2$.
8. $4H_2O \cdot 16CaO \cdot 3,75Fe_2O_3 \cdot 8,25Al_2O_3 \cdot 24SiO_2$.
9. $4H_2O \cdot 16CaO \cdot 4,00Fe_2O_3 \cdot 8,00Al_2O_3 \cdot 24SiO_2$.

Bezeichnenderweise fehlen in diesen Umrechnungen die Analysen eisenarmer Epidote, besonders der Klinozoisite.

Was nun die allgemein konstitutiven Verhältnisse der Epidote anbetrifft, so gehen die Ansichten der einzelnen Forscher ziemlich weit auseinander.

V. Goldschmidt⁴⁾ stellte die Epidote zu seiner vierten Stufe der Silicate zur Gruppe der Halosilicate mit Nebenmolekülen. Er schrieb die Formel des Epidots:



¹⁾ H. Laspeyres, l. c.

²⁾ E. Ludwig, Z. Kryst. **6**, 175–191 (1882).

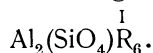
³⁾ W. und D. Asch, Die Silicate in chem.-techn. Beziehung (Berlin 1911).

⁴⁾ V. Goldschmidt, Z. Kryst. **17**, 25–66 (1890).

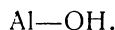
Die Gruppe H_2CaO_2 soll die Verwandtschaft mit den Hydrophylliten (Kaolin!) dartun, die H_2O enthalten. Er läßt die Frage offen, ob das Nebemolekül H_2CaO_2 vielleicht als $H_2O + CaO$ aufzufassen ist, in der CaO ein Molekül Kristallwasser vertreten soll.

Die Verwandtschaft des Epidots mit Kaolin kehrt in der Literatur wiederholt ein. Die Untersuchungen von E. Bergeat haben ergeben, daß eine solche in der Natur nicht beobachtet werden konnte (siehe unter Genesis).

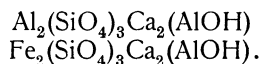
F. W. Clarke¹⁾ betrachtet die Epidote als Orthosilicate des Aluminiums, in denen zwei Aluminiumatome substituiert werden. Die Silicate dieses von ihm sog. Granat-Biotittypus haben die allgemeine Formel



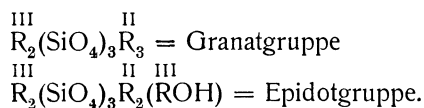
Die Epidote sind dadurch charakterisiert, daß die substituierende Atomgruppe zweiwertig ist:



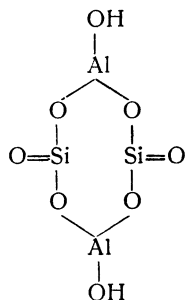
Er schreibt daher die Epidotformel folgendermaßen:



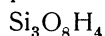
Die nahe Verwandtschaft mit dem Granat läßt sich durch die Nebeneinanderstellung der von F. W. Clarke angenommenen allgemeinen Formeln des Granats und Epidots veranschaulichen. Es ist



W. Vernadsky²⁾ stellt den Epidot zu den Mineralien der Glimmergruppe, deren unveränderlichen heterozyklischen Kern folgendes Schema darstellen soll:



Der Epidot ist ein Additionsprodukt, das durch Zusammenbringen des Glimmerkernes mit dem entsprechenden Atomkomplexe entsteht. G. Tschermak³⁾ leitet den Epidot von der Granatsäure



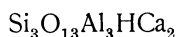
ab. Die Ähnlichkeit mit dem Grossular $Si_3O_{12}Al_2Ca_3$ ist dadurch bedingt, daß im Epidotsilicat anstelle eines Ca des Grossulars AlOH eingetreten ist.

¹⁾ F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **125**, 20—22 (1895).

²⁾ W. Vernadsky, Z. Kryst. **34**, 37—66 (1901).

³⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **115**, I, 217—240 (1909).

Das Aluminiumepidotsilicat



ist demnach folgendermaßen zu schreiben:

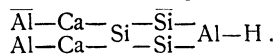


und analog das Eisenepidotsilicat:

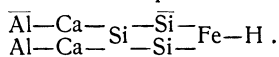


Den Bau des Epidotmoleküls stellt G. Tschermak durch folgendes Schema dar:

Aluminiumepidot:

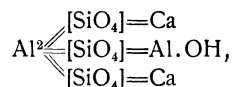


Eisenepidot:



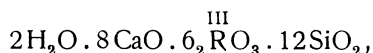
Für die Ableitung des Epidots von der Granatsäure, die eben aus dem Grossular isoliert wurde, spricht das häufige Vorkommen der Pseudomorphosen von Epidot nach Granat.

P. Groth¹⁾ nimmt für die Mineralien der Epidotgruppe die Konstitution nach dem Schema:

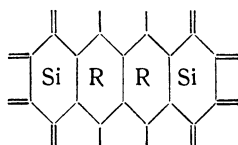


an.

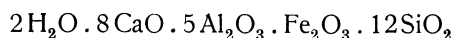
W. und D. Asch²⁾ schreiben die allgemeine Formel des Epidots in folgender Gestalt:



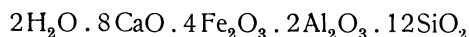
in der R = Aluminium bzw. Eisen sein kann. Die Struktur ist durch das Schema:



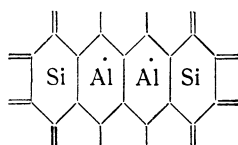
versinnbildlicht. Auch sie nehmen in ihrer Hexit-Pentit-Theorie an, daß die Epidote als Mischungen zweier Endglieder zu betrachten sind, von denen das eine die Formel:



und das andere



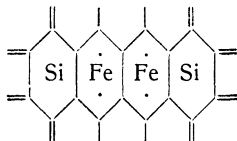
aufweist. Dem ersten dieser Silicate kommt folgende Struktur zu:



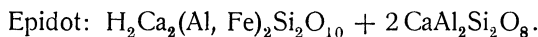
¹⁾ P. Groth, Tabellarische Übersicht der Mineralien 1898, 120.

²⁾ W. und D. Asch, l. c. 264.

dem zweiten hingegen:

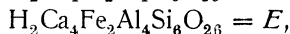
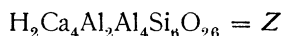


Anhangsweise mögen hier einige eigenartige Anschauungen und Vorstellungen von F. J. Wiik¹⁾ Erwähnung finden. Ausgehend von kristallographischen Überlegungen stellt sich dieser Verfasser vor, daß „das Epidotmolekül durch die längere Diagonalebene in der Grundform, welche dem negativen Doma ($-\mathcal{P}\infty$) parallel geht, in zwei ungleiche Teile geteilt werden kann: der eine Teil aus zwei hemimorphen Partialmolekülen $2\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, der andere aus $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ resp. $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ bestehend und durch ein Kernmolekül H_2O mit dem vorigen verbunden. Diese zwei Teile verhalten sich zueinander wie die zwei Teile der Molekularform des Albits in der Richtung der Brachydiagonale, und wie man von jener durch Zwillingsbildung zuerst einen pseudomonoklinen, dann einen pseudorhombischen Formenkomplex erhält, so kommt man auch von der Epidotform, wie oben angedeutet ist, von den monoklinen zu den rhombischen Formen der Datolith-Zoisitreihe“. Verständnishaft muß hier erwähnt werden, daß F. J. Wiik, um zu diesen Vorstellungen gelangen zu können, eine willkürliche Umänderung der Epidotformel vornimmt, für deren Richtigkeit aber keine Begründung gegeben wird. Er schreibt nämlich:



Beziehungen zwischen dem Epidot und Zoisit, sowie anderen Mineralien.

G. Tschermak²⁾ war der erste, der die Behauptung aufgestellt hat, ohne in Einzelheiten einzugehen, daß Epidot und Zoisit isomorph sind. Nach ihm hat C. F. Rammelsberg³⁾ die gleiche Zusammensetzung und die Verschiedenheit der Form zwischen dem Epidot und Zoisit hervorgehoben und später⁴⁾ diese Angabe in den prägnanten Satz, daß der Zoisit die reine Tonerdeverbindung des Epidots darstellt, gekleidet. Die erste eingehendere Erörterung der Beziehungen zwischen Epidot und Zoisit finden wir bei G. Tschermak und L. Sipöcz.⁵⁾ Sie nahmen an, daß die Silicate des Epidots und Zoisits isodimorph sind. Ist



so kann die Regel aufgestellt werden, daß die Mischungsglieder von reinem Z angefangen bis zu solchen, in denen die beiden Silicate im Verhältnisse Z_2E vorhanden sind, rhombisch kristallisieren, dagegen von Z_3E bis zu reinem E im monoklinen System auftreten. Was nun die physikalischen Eigenschaften an-

¹⁾ F. J. Wiik, Z. Kryst. **23**, 379—450 (1894). Vgl. auch C. Doelter, Konstitution der Silicate, dieses Handb. **2**, I, 72 (1914).

²⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **50**, Sep.-Abdr. 20 (1864).

³⁾ C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralch. 1875, 591.

⁴⁾ Derselbe, l. c. Suppl. **1**, 85 (1886).

⁵⁾ G. Tschermak und L. Sipöcz, Sitzber. Wiener Ak. **82**, 141 (1880).

betrifft, so betonen G. Tschermak und L. Sipöcz, daß zwar in den optischen Eigenschaften und der Spaltbarkeit zwischen beiden Mineralien Verschiedenheiten wahrzunehmen sind, dagegen in den geometrischen Verhältnissen manche Ähnlichkeiten nicht zu verkennen sind. Es gilt dies zunächst für die Flächenwinkel, und zwar beträgt der Winkel:

$$\begin{array}{l}
 m : m = 63^{\circ} 34' \quad M : r = 63^{\circ} 42' \\
 o : m = 56^{\circ} 56' \quad \left\{ \begin{array}{l} n : r = 54^{\circ} 47' \\ o : M = 58^{\circ} 29' \end{array} \right. \\
 n : b = 55^{\circ} 33' \quad z : t = 55^{\circ} 0' \\
 \text{beim Zoisit} \qquad \qquad \text{beim Epidot}
 \end{array}$$

Unter dem Einflusse der Tatsache der Übereinstimmung der Flächenwinkel und offenbar der Theorie von E. Mallard denkt sich P. Groth¹⁾ in der Epidotgruppe zwei dimorphe Reihen, „deren Formen in einer sehr nahen Beziehung zueinander stehen, indem die höher symmetrischen, diejenigen der rhombischen Reihe, als aus dünnsten Zwillingslamellen der monoklinen Form aufgebaut werden.“

F. Kreutz²⁾ diskutierte die Beziehungen zwischen den isomorphen Körpern Zoisit und Epidot vom Standpunkte einiger mechanischer Anschauungen und vergleicht die Dimensionsverhältnisse der einzelnen Kristallformen miteinander. Er gelangt auf Grund dieser Überlegungen zu einer Reihe von Gleichungen, die hier erwähnt, aber nicht angeführt werden sollen.

Das Verhältnis der Dimorphie nimmt auch E. Weinschenk³⁾ an. Um Ähnlichkeiten zwischen den beiden Mineralien hervorzuheben, nimmt E. Weinschenk, dem Beispiele W. C. Bröggers folgend, eine Vertauschung der *c*-Achse des Zoisits mit dessen *b*-Achse vor und macht die Fläche *i* ($\bar{1}02$) des Epidots zur Basis. Er gelangt dadurch zu folgenden Achsenverhältnissen:

$$\text{Epidot: } \check{a} : \check{b} : c = 2,8914 : 1 : 1,8057 \quad \beta = 81^{\circ} 3'$$

$$\text{Zoisit: } \check{a} : \check{b} : c = 2,9158 : 1 : 1,7900.$$

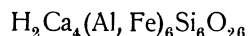
Nimmt man die Theorie von E. Mallard an, — so meint E. Weinschenk —, daß also der Zoisit aus den verzwilligten monoklinen Lamellen besteht, so ist auch ohne weiteres erklärlich, daß die Spaltbarkeit bei Zoisit nach (001) weniger vollkommen und nach {100} vollkommen ist, während beim Epidot die nach $\{\bar{1}01\}$ die vollkommene und nach {100} die weniger vollkommene ist. Die Zwillingsenebene des Epidots ist meist {100}, es muß daher die Spaltbarkeit nach dieser Symmetrie-Ebene deutlich ausgeprägt sein, während die nach $\{\bar{1}01\}$ infolge ihrer Neigung gegenüber den Zwillingslamellen nur unvollkommen sein kann. Die optischen Eigenschaften der beiden Mineralien stimmen nicht überein. Die optische Achsenebene des Epidots steht senkrecht zu der des Zoisits, nur ganz selten ist die optische Achsenebene beim Zoisit gleich {100}. Auch in den Dispersionsverhältnissen der beiden sind Verschiedenheiten vorhanden. Eine gewisse Annäherung ist in der Doppelbrechung zwischen Zoisit und Klinozoisit zu konstatieren.

¹⁾ P. Groth, l. c. 1898, 120.

²⁾ F. Kreutz, Z. Kryst. 5, 236 (1881).

³⁾ E. Weinschenk, Z. Kryst. 26, 156—177 (1896).

P. Termier¹⁾ glaubt, daß die Verbindung



trimorph ist, wobei alle drei Modifikationen dasselbe spezifische Gewicht haben sollen. Die eine Modifikation ist der Epidot, der unstabil ist, wenn der Eisenoxydgehalt unterhalb 5% sinkt. Die „komplexe Partikel“ des Epidots ist binär, das Netz dagegen fast rhombisch. Die zwei anderen Modifikationen sind pseudorhombisch. Es ist der Zoisit α und β . Sie sind stabil bei einem unterhalb 4% betragenden Eisenoxydgehalt, und unterscheiden sich nur in ihren optischen Eigenschaften. Die „komplexe Partikel“ ist triklin, erscheint aber pseudorhombisch.

Die Annahmen von P. Termier sind wenig überzeugend. Abgesehen von der mangelhaften Begründung der theoretischen Voraussetzungen, werden sie hinfällig, da man ja jetzt Epidote bzw. Klinozoisite kennt, die weniger als 4% Fe_2O_3 enthalten.

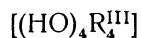
W. C. Brögger²⁾ schließt in seine Betrachtungen außer den Epidot und Zoisit noch den Mosandrit, Johnstrupit und Rinkit ein. Er nahm dieselben geometrischen Veränderungen vor, die später auch E. Weinschenk vorgenommen hat und vertauscht auch beim Johnstrupit die c -Achse mit dessen b -Achse. Es folgen dann die Achsenverhältnisse:

$$\begin{aligned} \text{Zoisit} & \quad a' : b' : c' = 1,4406 : 1 : 0,8093 \\ \text{Epidot} & \quad a' : b' : c' = 1,4458 : 1 : 0,9023 \quad \beta = 81^\circ 3' \\ \text{Johnstrupit} & \quad a' : b' : c' = 1,1936 : 1 : 0,7356 \quad \gamma = 86^\circ 55' 30''. \end{aligned}$$

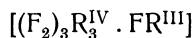
Höchst charakteristisch ist das Verhältnis der Achse $a : c$:

$$\begin{aligned} \text{Epidot} \quad a' : c' &= 1,60 \\ \text{Zoisit} &= 1,58 \\ \text{Johnstrupit} &= 1,62 \end{aligned}$$

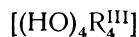
Es bilden demnach diese Mineralien eine morphotropische Reihe, in deren Mitte der Zoisit zu liegen kommt. Von diesem zum Epidot hin wird wohl infolge des Eintritts der Eisenverbindung an Stelle der Aluminiumverbindung die Basis des Zoisits als Symmetrie-Ebene unverändert, dagegen zum Johnstrupit hin, infolge des Vertauschens der Zoisitgruppe



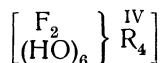
mit



wird das Makropinakoid des Zoisits zur Symmetrie-Ebene. Im Mosandrit tritt an Stelle von



die Gruppe

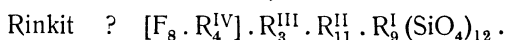
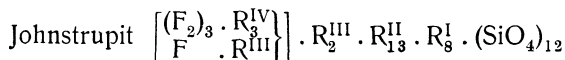
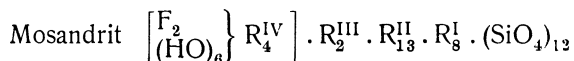
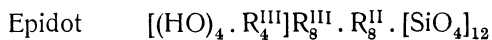


ein.

¹⁾ P. Termier, Bull. Soc. min. **23**, 50–64 (1900).

²⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 87 (1890).

W.C.Brögger faßt diese Mineralien als Orthosilicate auf, von der Form:

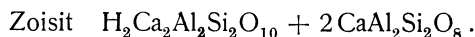


In der Epidotgruppe ist das Verhältnis der Metalle $\text{R}_8^{\text{III}} : \text{R}_8^{\text{II}}$ konstant.

In Würdigung der von W. C. Brögger gebrachten Beweise sieht A. Arzruni¹⁾ im Epidot und Zoisit einen Fall „von nicht anzuzweifelnder“ Morphotropie.

Gegen die Annahme der Morphotropie zwischen Epidot und Zoisit wendet sich H. L. Barviř.²⁾ Er nimmt an, daß zwischen dem Epidotmolekül und dem Molekül des Zoisit dasselbe Verhältnis existiert wie zwischen den Molekülen des Pyroxens und Amphibols.

F. J. Wiik³⁾ stellt den Epidot und Zoisit zu jener Gruppe der Silicate, die in einer Hauptzone mit der rhombisch-monoklinen *b*-Zone der Feldspate Ähnlichkeit aufweisen. Es kommen in diese Abteilung außer diesen beiden Mineralien noch Prehnit, Datolith, Homilit, Gadolinit, Euklas und Orthit. Die von diesem Verfasser angenommene Epidotformel wurde oben angegeben (s. S. 828). Vergleichshalber sei hier die Zoisitformel entgegengestellt:



A. Schwantke⁴⁾ geht von dem Begriffe der Labilität der Mischung „verschieden symmetrischer aber sich nahezu wie isomorph verhaltender Komponenten“ aus. Für solche will er folgende Merkmale als charakteristisch geltend machen: Die analog zusammengesetzten Komponenten sind sich in ihrer kristallographischen Struktur ähnlich, in der Symmetrie verschieden. Die beiden Komponenten sind mischbar, wobei die niedriger symmetrische Komponente als Beimischung der höheren auftreten und eine scheinbare Dimorphie hervorrufen kann. Die Eigenschaften dieser Mischung sind schwankend. Diese Merkmale sieht A. Schwantke auch in der Epidotgruppe.

Chemische Eigenschaften.

Verhalten vor dem Lötrohre. Die Angaben von J. J. Berzelius⁵⁾ sind in die ganze Literatur übergegangen. Kristallsplitter des Epidots schmelzen nur an den Kanten ab und schwellen zu einer dunkelbraunen, blumenkohlartigen Masse an, die später eine schwarze Farbe annimmt und sich abrundet, aber nicht ordentlich schmilzt. Am leichtesten schmelzbar ist nach J. J. Berzelius der Epidot von Arendal. Vermutlich ist diese Erscheinung vom Eisengehalt abhängig. Die eisenreichen Epidote scheinen leichter zu schmelzen.

¹⁾ A. Arzruni, Physik. Chem. der Kristalle (Braunschweig 1893), 272 u. 273.

²⁾ H. L. Barviř, Sitzber. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss., Nr. 12, 13 (1901).

³⁾ F. J. Wiik, l. c.

⁴⁾ A. Schwantke, Sitzber. d. Ges. z. Bef. d. ges. Naturw. in Marburg, Nr. 3, 17 (1907),

⁵⁾ J. J. Berzelius, Die Anwendung des Lötrohres in der Chemie und Mineralogie (Nürnberg 1844), 195.

A. Kenngott¹⁾ untersuchte einige spezielle Epidotvorkommen auf ihr Verhalten vor dem Lötrohre. Der Epidot vom St. Gotthard schwillt blumenkohlartig an und bildet eine schwarze unsmelzbare Schlacke. Splitter des Epidots vom Matterhorn bei Zermatt im Wallis schwellen zu einer bräunlich schwarzen schlackigen Masse an, die weiter nicht schmilzt.

Nach A. De Cloizeaux²⁾ ist die Schlacke unmagnetisch.

In der Boraxperle löst sich der Epidot unter Anschwellen zu einem gefärbten Glase auf.

In der Phosphorsalzperle schmilzt er an und löst sich unter Zurücklassung eines Kieselsäureskeletts auf.

Mit wenig Natriumcarbonat schmilzt er sehr schwer zu einem dunkleren Glase, mit mehr Soda in eine ungeschmolzene Schlacke.

Löslichkeit. In Salzsäure: Die Angaben über die Löslichkeit des Epidots in Salzsäure weichen ziemlich stark voneinander ab. Die eine Reihe der Autoren, E. Ludwig³⁾ und C. F. Rammelsberg⁴⁾ voran, fanden übereinstimmend, daß der Epidot im frischen Zustande von Salzsäure nicht angegriffen wird, hingegen löst er sich geglüht vollständig unter Abscheidung flockiger Kieselsäure auf.

Von G. vom Rath⁵⁾ stammt die Angabe, daß der Epidot ohne Rücksicht darauf, ob frisch, ob geglüht, in Salzsäure unlöslich ist.

Besnard,⁶⁾ Baer⁷⁾ und C. F. Rammelsberg⁸⁾ schreiben dem frischen Epidot eine teilweise Löslichkeit zu, hingegen geben A. Cordier⁹⁾ u. Nordenskjöld¹⁰⁾ an, daß der Epidot in kochender Salzsäure vollständig zersetzbar ist.

H. Laspeyres¹¹⁾ stellt sich vor, daß die Auflösung des Epidots derart erfolgt, daß „Molekül für Molekül aus dem unberührten Zustande in den der Lösung übergeht“. Er löste durch längere Zeit hindurch Epidot in siedender Salzsäure auf und fand, daß die unzersetzten Teile, die zum Schluß übriggeblieben sind, unveränderter Epidot waren.

A. Renard¹²⁾ fand, daß der blaßgrüne bis strohgelbe Epidot von Quenast in zugeschmolzenem Rohre bei 125—130° C in Salzsäure leicht löslich ist.

In Schwefelsäure: Behrens-Kley¹³⁾ gibt an, daß der Epidot von H₂SO₄ nur wenig angegriffen wird.

In Salpetersäure: A. Kenngott¹⁴⁾ beobachtete am Epidot vom Matterhorn in frischem Zustande nur eine geringe Löslichkeit, geglüht dagegen löst er sich unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure mit Leichtigkeit auf.

¹⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 429—441 u. 769.

²⁾ A. Des Cloizeaux, Ann. des Min. **16**, 219.

³⁾ E. Ludwig, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 465 (1872) und Tsch. min. Mit. 1872, 187.

⁴⁾ C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **68**, 509 (1846); **84**, 453 (1851); Handb. d. Mineralchemie 1860, 749; Monatsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1873, 437; Handb. d. Mineralchemie 1875, 591.

⁵⁾ G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 428 (1862).

⁶⁾ Besnard (v. Kobell), Journ. prakt. Chem. **5**, 212 (1835).

⁷⁾ Baer, Arch. d. Pharm. **57**, 273 (1849); Journ. prakt. Chem. **47**, 461 (1849).

⁸⁾ C. F. Rammelsberg, Monatsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1856, 605; Pogg. Ann. **100**, 133 (1857); Journ. prakt. Chem. **70**, 221 (1857).

⁹⁾ A. Cordier, Journ. des Mines **13**, 135.

¹⁰⁾ Nordenskjöld, Geol. Förh. Förh. Stockholm **1**, 7 (1872).

¹¹⁾ H. Laspeyres, l. c.

¹²⁾ A. Renard, Bull. d. Acad. Roy. de Belge [2] **4**, (1880).

¹³⁾ Behrens-Kley, Mikrochemische Analyse (Leipzig-Hamburg 1915), 309.

¹⁴⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 429—441 u. 769.

In kohlensäurehaltigem Wasser: G. Binder¹⁾ ließ auf 0,613 g des Obersulzbacher Epidots in einer geschlossenen Röhre bei 160° C kohlensäurehaltiges Wasser vier Wochen lang einwirken. Es zeigte sich, daß der Epidot von kohlensäurehaltigem Wasser allerdings zersetzbar ist, doch ging in Lösung nur eine unmerkliche Menge. Mikroskopisch ließ sich keine Veränderung wahrnehmen. Frühere Versuche über die Löslichkeit des Epidots in Wasser stammen von E. W. Hoffmann²⁾ und den Gebrüdern Rogers.³⁾

C. Doelter⁴⁾ ließ in einem Porzellanschiffchen in einer zur Rotglut erhitzten Porzellanröhre auf den Epidot von Sulzbach Schwefeldioxyd einwirken. Von 0,7858 g angewandter Substanz gingen 0,00641 verloren. In der Lösung wurde 0,91 % CaO = 0,00678 g nachgewiesen. Die anderen Bestandteile waren nur in Spuren vorhanden.

Reaktionen: A. Kenngott⁵⁾ untersuchte das Pulver des Epidots von St. Gothard und Zermatt im Wallis auf dessen Reaktion. Das weiße Pulver des ersteren reagierte langsam aber deutlich alkalisch, durch Glühen nimmt es eine gelblichgraue Farbe an. Die Reaktion ist ebenfalls alkalisch, erfolgt aber rascher. Dieselbe Reaktion zeigte das Pulver des Epidots von Zermatt, geglüht veränderte es sich nicht, die Reaktion blieb ebenfalls alkalisch, aber schwächer. Ein anderer Epidot vom Matterhorn bei Zermatt, welcher gelblichweißes Pulver lieferte, wies eine deutliche alkalische Reaktion auf, die durch Glühen noch stärker wurde. [Infolge der Anwesenheit von Carbonat.]

Von Farbstoffen wird der Epidot nicht gefärbt.⁶⁾

Wassergehalt: Th. Scheerer und E. Ludwig⁷⁾ beobachteten, daß das durch Glühen ausgetriebene Wasser stets sauer reagiert. E. Ludwig fand diese vom Chlorgehalte bedingte Reaktion, an allen von ihm untersuchten Epidoten vom Sulzbachtal.

Von E. Ludwig⁸⁾ stammt eine Reihe von Wasserbestimmungen an Epidoten, die in der folgenden Tabelle zusammengefaßt werden.

	Einwage in g	Glühverl. in g	Glühverl. in %	Direkte Wasserbestimmung	
				in g	in %
1. Epidot von Sulzbach . . .	4,5457	—	—	0,091	2,0
	1,732	—	—	0,0366	2,11
	1,694	0,0325	1,92	—	—
2. Epidot von Franconia (New Hampshire) . . .	2,531	—	—	0,045	1,78
	1,9974	0,0384	1,92	—	—
3. Epidot von Floss (Oberpfalz, Bayern)	2,19	—	—	0,0427	1,95
4. Epidot von Bourg d'Oisans	2,055	—	—	0,0344	1,67
	2,2346	0,0336	1,50	—	—
5. Epidot von Petrosawodsk (Ural)	2,07	—	—	0,045	2,17
	2,2278	0,0495	2,22	—	—

¹⁾ G. A. Binder, Tsch. min. Mit. 12, 332–343 (1891).

²⁾ E. W. Hoffmann, Unters. über den Einfl. von gewöhnl. Wasser auf Silicate, Inaug.-Dissert. (Leipzig 1882).

³⁾ Siehe G. Bischoff, Chemische Geologie 2. Aufl. 1, 215.

⁴⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1884 II, 265.

⁵⁾ A. Kenngott, l. c.

⁶⁾ Behrens-Kley, l. c.

⁷⁾ E. Ludwig, l. c. ⁸⁾ E. Ludwig, Tsch. min. Mit. 1872, 189.

	Einwage in g	Glühverl. in g	Glühverl. in %	Direkte Wasser- bestimmung	
				in g	in %
6. Epidot von Wiesenberg (Mähren)	1,9815	—	—	0,0332	1,68
	2,555	0,051	1,99	—	—
7. Epidot von Katherinenburg (Sibirien)	1,669	—	—	0,0328	1,96
8. Epidot von Traversella (Piemont)	0,9115	—	—	0,019	2,08
9. Epidot von Grönland . .	2,005	—	—	0,045	2,25
10. Epidot von Arendal . .	2,0645	—	—	0,0476	2,35
11. Epidot von Schmirn (Tirol)	0,745	—	—	0,017	2,28

Neuerdings untersuchten M. Dittrich und W. Eitel¹⁾ den Wassergehalt des Epidot mit der verbesserten Ludwig-Sipöczschen Wasserbestimmungsmethode. Sie fanden am Epidot von Sulzbachtal folgende Werte:

Einwage in g	Erhaltenes Wasser in g	Erhaltenes Wasser in %
1,0150	0,0214	2,11
1,0525	0,0217	2,06
1,0781	0,0213	1,93
1,0137	0,0207	2,04
1,0578	0,0202	1,91
0,9669	0,0212	2,14
1,0653	0,0198 ²⁾	1,86
	0,0032 ³⁾	0,30
		2,16

Von Interesse sind ferner die Zahlen über den Wassergehalt, die die beiden Verfasser⁴⁾ durch direktes Erhitzen des Epidot von Sulzbach in Röhren aus geschmolzenem Quarzglas erhalten haben:

Einwage in g	Erhaltenes Wasser		Glühverlust der Substanz	
	g	%	g	%
a) mit Gasgebläse:				
0,9578	0,0191	2,00	—	—
1,0740	0,0204	1,90	0,0215	2,00
1,0023	0,0020 ⁵⁾	0,20	0,0032	0,32
	0,0173 ⁶⁾	1,72	0,0155	1,54
		1,92		1,86
b) im elektrischen Widerstandsofen bei 1100°:				
1,1273	0,0248	2,20	0,0233	2,08
1,0148	0,0212	2,08	—	—

¹⁾ M. Dittrich u. W. Eitel, Sitzber. der Heidelberger Akad. d. Wiss. Math. nat. Kl. 21, 9 (1911).

²⁾ Wasserabgabe beim Erhitzen mit dem siebenfachen Bunsenbrenner allein.

³⁾ Wasserabgabe beim nachträglichen Erhitzen mit dem Gebläse.

⁴⁾ M. Dittrich u. W. Eitel, Sitzber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. Math. nat. Kl. Abh. 2, 12 (1912).

⁵⁾ Mit dem Reihenbrenner allein erhitzt.

⁶⁾ Durch nachfolgendes Erhitzen mit dem Gebläse erhalten.

Nach F. Zambonini¹⁾ ist das Wasser des Epidots Konstitutionswasser. Er erhitzte den Epidot von Val d'Ala und beobachtete folgende Zahlen für den Wasserverlust:

Temperatur	Entwichenes Wasser
98°	0,06
120°	0,10
370°	0,10
406°	0,10
471°	0,10

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Dichte: Das spezifische Gewicht des Epidots schwankt in ziemlich weiten Grenzen. Den niedrigsten Wert beobachtete D. Lovisato²⁾ am Epidot von Su Porro mit 11,87% Fe_2O_3 , $\delta = 3,04$, welcher Wert ziemlich unwahrscheinlich ist. Den höchsten, $\delta = 3,554$, bestimmte V. v. Zepharovich³⁾ am eisenreichen Pistazit von Rauhbeerstein bei Zöptau. Aus den bisherigen Angaben des spezifischen Gewichts lassen sich keine Anhaltspunkte finden, die auf eine Abhängigkeit desselben von der chemischen Zusammensetzung hinweisen sollten. Für den eisenärmsten bzw. eisenfreien Klinozoisit von der Schwarzensteinalpe im Zillertal, der dem reinen Klinozoisit am nächsten kommt, fand J. Kehldorfer⁴⁾ $\delta = 3,365$, und für den von Prägratten mit 1,68% Fe_2O_3 gibt E. Weinschenk⁵⁾ den Wert $\delta = 3,370$. Außer den Angaben über analysierte Vorkommen liegt noch eine Anzahl von Dichtebestimmungen an chemisch unbekanntem Vorkommen vor, von denen hier nur einige erwähnt werden sollen:

Epidot von Schneeberg in Sachsen $\delta = 3,323$ (A. Breithaupt).⁶⁾

Epidot von der Kleinen Fleiß in Kärnten $\delta = 3,33$ (V. v. Zepharovich).⁷⁾

Epidot vom Alatal in Italien $\delta = 3,388$ (A. Breithaupt).⁸⁾

Härte 6.

Spaltbarkeit nach M (001) stets vollkommen, nach T (100) gut, aber weniger vollkommen. Einige Autoren geben noch untergeordnete Spaltbarkeit an.

Ätzfiguren wurden von H. Baumhauer⁹⁾ am Epidot vom Sulzbachtal vermittelt Flußspatpulver und heißer Schwefelsäure hergestellt. Auch J. Gränzer¹⁰⁾ beschreibt monosymmetrische Ätzfiguren auf der Hemidomenzone.

Farbe: Gewöhnlich glasglänzend, in heller gefärbten Varietäten durchsichtig, an den dunkleren durchscheinend. Die Farbe ist vom Eisengehalt abhängig. Die eisenarmen sind grau, gelb, olivengrün, die eisenreichen gelbgrün, pistaziengrün bis ganz dunkelgrün.

¹⁾ F. Zambonini, Mem. R. Accad. de Lincei **5**, 344—374 (1905); **6**, 102—127.

²⁾ D. Lovisato, Atti d. R. Accad. dei Lincei **1**, 111 (1895).

³⁾ V. v. Zepharovich, zit. nach C. Hintze, Handb. d. Mineralogie **2**, 228 (1897).

⁴⁾ J. Kehldorfer bei F. Becke, Doelters Handb. d. Mineralchemie **2**, 1, 25 (1914).

⁵⁾ E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 156 (1896).

⁶⁾ A. Breithaupt, Mineralog. Studien 1866, 71.

⁷⁾ V. v. Zepharovich, Z. Kryst. **1**, 378 (1877); **2**, 195 (1878); zit. nach C. Hintze, l.c.

⁸⁾ A. Breithaupt, Journ. prakt. Chem. **4**, 272.

⁹⁾ H. Baumhauer, Sitzber. d. kgl. bayr. Ak. d. Wiss. 1875.

¹⁰⁾ J. Gränzer, Tsch. min. Mit. **9**, 390 (1887).

Über die Natur des Farbstoffs liegen die Angaben von H. Laspeyres¹⁾ und W. Hermann²⁾ vor. H. Laspeyres beobachtete am reduzierten Epidot von Bourg d'Oisan im Dauphiné in der doppelbrechenden Krystallmasse dunkle Glastropfen, die vermutlich durch das Zusammenballen des Farbstoffs entstanden sind. Dieselbe Erscheinung nahm er am oxydierten Epidot wahr, nur daß hier die Tropfen eine bräunlichgrün-schwarze Farbe angenommen haben.

W. Hermann untersuchte auf Veranlassung C. Doelters den Einfluß oxydierender und reduzierender Gase auf die Färbung des Epidots. Er ließ das betreffende Gas auf das Mineral, welches in Körnern auf einem Porzellanschiffchen in einer starken Jenaer Glasröhre untergebracht war, bei dunkler Rotglut einwirken. Ein gelbgrüner Epidot von der Farbe 8h—9e (Skala von Radde) veränderte seine Farbe im Sauerstoff in eine mehr gelbe und dunklere 6c—e. Hierbei trat eine Abschwächung des Pleochroismus ein. Dasselbe Korn wurde im Leuchtgasstrom mehr grün und wenig lichter 8f. Im Wasserstoffstrom veränderte ein dunkelgelber Kristall — 7d — seine Farbe in eine dunklere 7b. Im Stickstoff wurde dieser Kristall mehr gelbgrün 9d. Das Dunklerwerden im Leuchtgasstrom erklärt W. Hermann dadurch, daß er das Vorhandensein einer Mischung von FeO und Fe₂O₃, in der FeO überwiegt, annimmt. Im Sauerstoffstrom wird die Farbe stärker gelb dadurch, daß das Eisenoxydul in das gelbe Eisenoxyd übergeführt wird, „daß aber trotzdem der Kristall dunkler wird, kann nur von überschüssigem FeO, das in Fe₃O₄ übergeht, herrühren“. Als färbendes Mittel kommt daher Eisenoxydul in Betracht.

Optische Eigenschaften. Über deren Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung hat an dieser Stelle (Bd. 2, 1, S. 25) Prof. F. Becke berichtet. Es erübrigt sich, noch einige Einzelheiten nachzutragen.

Die optische Achsenebene ist die Symmetrieebene $P(010)$, verläuft also senkrecht zur Längserstreckung der Kristalle. Charakter der Doppelbrechung ist positiv bei den eisenarmen Klinozoisiten, negativ bei den eisenreicheren Epidoten und Pistaziten. Der Übergang von positiver zu negativer Doppelbrechung vollzieht sich zwischen 7 und 11% Eisenepidotgehalt.

Die Größe des Brechungsexponenten ist wesentlich vom Eisengehalt abhängig. Am eisenärmsten Klinozoisit von der Schwarzenstein-Alpe im Zillertal bestimmte M. Goldschlag³⁾ folgende Werte, die die niedrigsten bis jetzt beobachteten sind:

λ	N_α	N_β	N_γ
656,3	—	1,7132	—
588,3	1,7136	1,7172	1,7188
558,0	1,7178	1,7204	1,7222
528,0	1,7182	1,7219	1,7237
523,2	—	1,7228	—
510,7	1,7201	1,7238	1,7258
476,9	—	1,7277	—

¹⁾ H. Laspeyres, l. c.

²⁾ W. Hermann, Z. f. anorg. Chem. 60, 369—404 (1908).

³⁾ M. Goldschlag, Über die optische Orientierung der Mineralien der Epidotgruppe. (Ersch. später.) Tsch. min. Mit. Vgl. Anzeiger d. Wiener Ak. 1915 Nr. XX, S. 270—273 und 1916 Nr. VII.

Am Epidot von Ariège in den Pyrenäen, mit 12% Eisenepidot, fand A. Lacroix¹⁾

$N_{\alpha D}$	1,7103	$N_{\beta D}$	1,749	$N_{\gamma D}$	1,7200
	1,7091		1,743		1,7202.

Am grünen Epidot von Pfarrerb-Zöptau, der dadurch Interesse beansprucht, da er in chemischer Hinsicht das Mittelglied der Reihe bildet, da er 19% Eisenepidot aufweist, fand M. Goldschlag²⁾ folgende Werte:

λ	N_{α}	N_{β}	N_{γ}
656,3	1,7174	1,7372	1,7445
588,3	1,7217	1,7422	1,7500
558,0	1,7244	1,7455	1,7540
528,0	1,7265	1,7479	1,7570
523,7	1,7270	1,7493	1,7579
510,7	1,7286	1,7504	1,7593
476,9	1,7319	1,7551	1,7651

Für das Endglied der Reihe, den Pistazit von Rauhbeerstein mit 37% Eisenepidot, fand derselbe Verfasser²⁾:

λ	N_{α}	N_{β}	N_{γ}
656,3	—	1,7591	—
588,3	1,7291	1,7634	1,7796
558,0	1,7315	1,7655	1,7815
528,0	1,7339	1,7676	1,7836
523,2	—	1,7691	—
510,7	1,7375	1,7702	1,7857
476,9	—	1,7725	—

Die Größe der Brechungsexponenten steigt mit steigendem Eisenepidotgehalt, die Größe der Dispersion sinkt mit steigendem Eisengehalt.

Die Größe des Achsenwinkels $2V$ um die Mittellinie α ist ebenfalls von der chemischen Zusammensetzung abhängig. Der Achsenwinkel weist bei den eisenarmen Gliedern der Reihe eine beträchtliche Größe, fällt dann andauernd und passiert den Wert von 90° , wodurch die Änderung des Vorzeichens der Doppelbrechung bedingt wird. Die Differenz zwischen dem Achsenwinkel des eisenärmsten Gliedes und dem Achsenwinkel des eisenreichsten Gliedes, um die Mittellinie α , beträgt nach den Untersuchungen von M. Goldschlag $\pm 45'$.

M. Goldschlag²⁾ fand für die von ihm untersuchten Epidotvorkommen aus den Achsenpositionen folgende Werte für den Achsenwinkel ($2V$) und die Auslöschungsschiefe ($c\alpha$).

¹⁾ A. Lacroix, *Minéralogie de France* 4, II, 710 (1910).

²⁾ M. Goldschlag, l. c.

λ	I. Klinozoisit vom Zillertal			II. Epidot von Pfarrerb-Zöptau		III. Pistazit von Rauhbeerstein	
	Gehalt an Eisenepidot 0%	2V	cα	19%	cα	37%	cα
588,8	113° 47'	−12° 17'	79° 34'	+ 2° 5'	68° 53'	4° 53'	
558,0	111° 29'	−11° 48'	79° 9'	+ 1° 44'	68° 50'	4° 47'	
528,0	109° 41'	−11° 20'	79° 7'	+ 1° 31'	68° 58'	4° 37'	
510,7	108° 11'	−11° 2'	78° 58'	+ 1° 16'	69° 1'	4° 36'	

Bemerkenswert ist, daß der Verlauf des Achsenwinkels im untersuchten Bereiche des Spektrums beim Klinozoisit und beim Epidot geradlinig, beim Pistazit hingegen einen Umkehrpunkt, also Maxima bzw. Minima aufweist. Ferner ist der Sinn der Dispersion der optischen Achsen in den beiden Endgliedern entgegengesetzt.

A. Des Cloizeaux¹⁾ untersuchte den Einfluß der Temperatur auf die Größe des Achsenwinkels. Er fand, daß in dem Temperaturintervalle von 36,5—146,5° C eine Achse für rotes Licht um 1° 30' in der der Bisektrix zugewandten Richtung wandert, die andere hingegen sich im Bereiche von 33,5—170,8° C um 0° 32' von der Mittellinie entfernte. Es bewirkt demnach die Temperaturänderung eine Wanderung der Achsen in zwei entgegengesetzte Richtungen.

Die Abhängigkeit der Stärke der Doppelbrechung und der isomorphen Schichtung untersuchte W. Ramsay.²⁾

Über die Erscheinungen des Pleochroismus und der sog. Absorptionsbüschel vgl. A. Bertin,³⁾ C. Biot,⁴⁾ D. Brewster,⁵⁾ Herschel⁶⁾ u. W. Voigt.⁷⁾

Die Absorptionserscheinungen untersuchte C. Klein,⁸⁾ H. Laspeyres,⁹⁾ C. Pulfrich¹⁰⁾ und E. Carvallo.¹¹⁾ Es ist das Verdienst W. Ramsays¹²⁾ nachgewiesen zu haben, daß die Absorptionsachsen des Epidots mit den Hauptelastizitätsachsen nicht zusammenfallen. Er untersuchte auch die Absorption der Wärmestrahlen und fand mit Hilfe des galvanischen Differentialthermometers von Angström das Verhältnis der Intensitäten der durchgegangenen Wärmestrahlen:

$$a : b : c = 995 : 1000 : 903$$

und das Verhältnis der Wärmeintensitäten in den Richtungen:

$$a : b : c = 1000 : 923 : 815.$$

Betreffs der Zahlenangaben über die Absorption verschiedener Lichtstrahlen vgl. das Original. Das Absorptionsspektrum des Epidots untersuchte

¹⁾ A. Des Cloizeaux, *Nouv. Recherches* (Paris 1867), 132.

²⁾ W. Ramsay, *N. JB. Min. etc.* 1893, I, 111; *Nachr. d. kgl. Ges. d. Wiss. in Göttingen* 1893.

³⁾ A. Bertin, *Z. Kryst.* **3**, 450 (1879).

⁴⁾ C. Biot, *Bull. Soc. philomatique* 1819, 109.

⁵⁾ D. Brewster, *Phil. Transact.* 1819, 19.

⁶⁾ Herschel, *Optik. Übers. v. Schmidt* 1831, 616.

⁷⁾ W. Voigt, *Ann. d. Phys.* **9**, 367—416 (1903) und *Nachr. d. kgl. Ges. d. Wiss. in Göttingen* 1902, 48—90, 269—279.

⁸⁾ C. Klein, *N. JB. Min. etc.* 1874, 10.

⁹⁾ H. Laspeyres, *Z. Kryst.* **4**, 444 (1880).

¹⁰⁾ C. Pulfrich, *Ebenda* **6**, 142, 158 (1881).

¹¹⁾ E. Carvallo, *Ann. chim. phys.* **7**, 58—94 (1896).

¹²⁾ W. Ramsay, *Z. Kryst.* **13**, 123, 128 (1888).

H. Becquerel.¹⁾ Er fand bei diesem Mineral keine Einheitlichkeit. Die stärksten Streifen wies das Spektrum der I. Mittellinie auf, dasjenige der II. Mittellinie ist hingegen durch die fast vollständige Absorption der Strahlen von der Wellenlänge $\lambda = 491$ bis zum violetten Licht ausgezeichnet. H. Becquerel untersuchte auch die Einzelheiten im Epidotspektrum und schied vier dunkle Streifen aus. Es sind der Streifen α schmal

$$\lambda_{\alpha} = 453,4,$$

drei breite β -Banden

$$\lambda_{\beta_1} = 473,5$$

$$\lambda_{\beta_2} = 456,7$$

$$\lambda_{\beta_3} = 429-425$$

und ein Streifen γ

$$\lambda_{\gamma} = 603.$$

Untersucht wurden ein grüner und ein hellgelber Epidot von Tirol und für diese wurden folgende Azimutwinkel gefunden (der Ausgangswinkel für die Zahlung war die O-Richtung im Sinne der Achsendispersion für grünes Licht):

	Grüner Epidot	Hellgelber Epidot
Zweite Mittellinie (rot) . . .	0°	0°
Maximum der Absorption für α	—	24° 27'
Optische Achse rot (Nr. 1) . .	52° 59'	48° 53'
Optische Achse grün (Nr. 1) .	53° 42'	49° 55'
Verschwinden von β	68° 37'	—
Minimum der Absorption für γ	86° 28'	—
Verschwinden von α	—	114° 8'
Optische Achse für Rot (Nr. 2)	127° 1'	131° 6'
Optische Achsen für Grün (Nr. 2)	127° 24'	131° 38'
Maximum der Absorption für β	158° 37'	164° 42'
Maximum der Absorption für γ	176° 28'	—

H. Becquerel wies nach, daß für jeden Streifen die Hauptabsorptionsrichtungen senkrecht aufeinander stehen, weichen aber für verschiedene Streifen voneinander ab. Die Folge dieser Erscheinungen ist, daß es unmöglich wird, daß die Absorptionserscheinungen für Schwingungen in der Symmetrie-Ebene symmetrisch sein sollen in bezug auf zwei zueinander senkrechte Richtungen. Die Symmetrie wird aber z. B. beim grünen Epidot für eine bestimmte Wellenlänge bewahrt. H. Becquerel²⁾ konnte dies an einer Messungsreihe nachweisen. Vgl. Tabelle und Formeln in der zit. Arbeit.

Lumineszenzerscheinungen und Verhalten gegen die Röntgenstrahlen und ultraviolette Strahlen. W. Arnold³⁾ hat am Epidot Versuche über den Dichroismus der Röntgenstrahlen angestellt. Zu diesem Zwecke legte er würfelförmige Kristalle (?) vom Epidot nacheinander mit verschiedenen Flächen auf photographische Platten auf und ließ auf diese die X-Strahlen einwirken. Es ließ sich kein Dichroismus wahrnehmen. Auch L. P. Thompson⁴⁾ hat die Frage des Dichroismus der Röntgenstrahlen am

¹⁾ H. Becquerel, Ann. chim. phys. [6] 14, 170 (1888).

²⁾ Derselbe, C. R. 108, 891—894 (1889).

³⁾ W. Arnold, Z. f. Elektroch. 2, 602—604 (1895/96).

⁴⁾ L. P. Thompson, Phil. Mag. [5] 42, 162—167 (1896).

Epidot zu lösen versucht. Seine Methode weicht von der von W. Arnold wesentlich ab. Er schnitt von jedem Kristall drei gleich dicke Stäbchen, von denen er zwei, deren Achsenrichtungen gekreuzt waren, nebeneinander auf das dritte legte. Er erzielte dadurch die Beobachtung in paralleler und gekreuzter Lage. Ein Dichroismus ließ sich auch bei dieser Anordnung kaum wahrnehmen.

Nach C. Doelter¹⁾ zeigt der Epidot die geringste Durchlässigkeit für die X-Strahlen. Er entspricht der Doelterschen Gruppe 7, für die dieser Autor eine Durchlässigkeit zirka $1:3/4$ bis $1:7$ angibt.

Die Durchlässigkeit für ultraviolette Strahlen untersuchte eingehender V. Agafonoff.²⁾ Er beobachtete, von welcher Cd-Linie an das ultraviolette Licht absorbiert wird. Er fand für einen grünen Epidot von nicht angegebenen Fundorte:

- ⊥ zur spitzen Mittellinie, bei einer Dicke des Präparates 0,45 mm, Durchlässigkeit bis zur **Cd**-Linie (6), wobei rot und orange ausgelöscht waren;
 - ⊥ zur Vertikalachse, Dicke des Präparates 2,55 mm, Durchlässigkeit bis zur 4 (5) **Cd**-Linie. Pleochroismus im ganzen Spektrum wahrnehmbar;
 - || (001), Dicke des Präparates 1,4 mm, Durchlässigkeit bis zur 4 (5) **Cd**-Linie. Pleochroismus schwächer;
- für einen braunen Epidot || der Vertikalachse, Dicke 2,35 mm, fand er die Durchlässigkeit bis zur 4 (5) Linie. Pleochroismus durchweg vorhanden.

Elektrische Eigenschaften. P. Jannettaz³⁾ untersuchte die oberflächliche Leitfähigkeit des Epidots auf der Fläche (201) und fand, daß die große Achse der Ellipse senkrecht auf 010 steht.

Magnetische Eigenschaften. Am Sulzbacher Epidot, der längere Zeit in Salzsäure gekocht wurde, fand W. Finke⁴⁾ nach der von W. Voigt angegebenen Methode folgende Werte:

| 010	$g = 0,0718$	$\alpha_I = 35^\circ 9'$	$k_I = 80,0 \cdot 10^{-6}$	$\Phi_I = -$
⊥ c	$g = 0,0721$	$\alpha_{II} = 35^\circ 57'$	$k_{II} = 80,9 \cdot 10^{-6}$	$\Phi_{II} = 0$
|| 100	$g = 0,0706$	$\alpha_{III} = 34^\circ 40'$	$k_{III} = 80,2 \cdot 10^{-6}$	$\Phi_{III} = 90$
|| 001	$g = 0,0704$	$\alpha_{IV} = 35^\circ 22'$	$k_{IV} = 81,7 \cdot 10^{-6}$	$\Phi_{IV} = 25^\circ 25'$

[Φ ist der Winkel zwischen der Achse x und α' , α der Richtungscosinus von ξ in bezug auf das Koordinatensystem x, y, z , k = die auf die Volumeneinheit bezogene Suszeptibilität.]

Die Differenzen der einzelnen k -Werte sind so gering, daß die Berechnung der Hauptsuszeptibilitäten und Hauptmagnetisierungsrichtungen unterlassen wurde.

Wärmeleitung. P. Jannettaz⁵⁾ fand folgende Achsenverhältnisse der

¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1896, II, 87—106.

²⁾ V. Agafonoff, Mém. Soc. min. de St. Pétersbourg **39**, 497 (1902); C. R. **125**, 87—90 (1897).

³⁾ P. Jannettaz, C. R. **116**, 317 (1893).

⁴⁾ W. Finke, Pogg. Ann. [4] **31**, 149—169 (1910).

⁵⁾ Angegeben nach W. Voigt, Lehrb. d. Kristallphysik (Leipzig 1910), 391.

Isothermenellipse α , β , γ und die Verhältnisse der Hauptleitfähigkeiten λ_I , λ_{II} , λ_{III} : $\alpha^2:\beta^2:\gamma^2$.

$$\begin{array}{ll} \alpha:\beta:\gamma & \lambda_I:\lambda_{II}:\lambda_{III} \\ 0,934:1:1,088 & 0,87:1:1,18. \end{array}$$

[Die Richtung λ_{III} ist in die Symmetrieachse gelegt.]

H. Fizeau¹⁾ gibt nach den Messungen von A. Des Cloizeaux die Richtung der Hauptachse der Wärmeleitung im Epidot an. Sie liegt im stumpfen Winkel, der von der Klinoachse und Vertikalachse gebildet wird und schließt mit der ersteren einen Winkel von

$$40^\circ 27' (?).$$

Nach E. Jannettaz²⁾ schließt die Hauptachse der Wärmeleitung mit der Vertikalachse $c(001)$ einen Winkel von

$$-14^\circ 30'.$$

Spezifische Wärme. P. E. W. Öberg³⁾ fand mittels des Regnaultschen Mischungscalorimeters für den derben, körnigen Epidot von Persberg zwischen 100° und 16° den Wert 0,1861.

J. Joly⁴⁾ fand einen Epidot vom spezifischen Gewicht 3,430 zwischen $13,5^\circ$ und 99° den Wert 0,18740 und zwischen 13° und 100° den Wert 0,18792 also im Mittel 0,1877. Die Messungen wurden nach der Kondensationsmethode durchgeführt.

Schmelzpunkt. R. Cusack⁵⁾ gibt an, daß der Epidot bei 1000° die Farbe ändert und Blasen zu werfen beginnt. Faseriger Epidot ist schwieriger schmelzbar als körniger. Mittels des Joly'schen Meldometers fand er für den

$$\begin{array}{ll} \text{Epidot von Patrane} & \text{Schmelzpunkt } 954^\circ \\ \text{Epidot von Arendal} & \text{„ } 976^\circ. \end{array}$$

C. Doelter⁶⁾ bestimmte im elektrischen Ofen von Heraeus nach dem Prinzip von L. Holborn den Schmelzpunkt für den

$$\text{Epidot von Bourg d'Oisans } 1095^\circ.$$

A. Brun⁷⁾, der mit dem Segerschen Kegel arbeitete, gibt für den

$$\begin{array}{l} \text{Epidot von Untersulzbach. Molekularer Zerfall bei ca. } 900^\circ. \\ \text{Schmelzpunkt } 1250^\circ. \end{array}$$

Ausdehnungskoeffizient. H. Fizeau⁸⁾ fand an einem Würfel des brasilianischen Epidots, dessen zwei Flächen parallel der Symmetrie-Ebene liefen, die anderen Flächen ebenfalls eine bekannte Lage hatten, folgende Werte:

$$\begin{array}{l} \alpha = 0,0000091326 \\ \frac{\Delta \alpha}{\Delta t} = 0,0000000255 \end{array}$$

¹⁾ H. Fizeau, C. R. **66**, 1072 (1868); Pogg. Ann. **135**, 372 (1868).

²⁾ E. Jannettaz, l. c. Die Angabe ist Th. Liebisch, Physikalische Krystallographie (Leipzig 1891) 149 entnommen.

³⁾ P. E. W. Öberg, Öfv. af Vet. Ak. Förh. 1855, 8, 43.

⁴⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. London **41**, 250 (1887).

⁵⁾ R. Cusack, Proc. Roy. Irish. Acad. [3], **4**, 399 (1897).

⁶⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. **21**, 23–30 (1908).

⁷⁾ A. Brun, Arch. d. Sc. phys. et nat. Genf **13**, 352–374 (1902).

⁸⁾ H. Fizeau, C. R. **66**, 1005, 1072 (1868); Pogg. Ann. **135**, 372 (1868).

$$\begin{array}{rcl}
 \alpha \text{ zur Achse } x_2 \text{ gehörend:} & \alpha' & 0,00000334 \\
 \alpha' \text{ " " } x_3 \text{ " "} & \alpha'' & 0,00001086 \\
 \alpha'' \text{ " " } x_1 \text{ " "} & \alpha \text{ (cub)} & 0,000023335 \\
 \frac{\Delta \alpha \text{ (cub)}}{\Delta t} & & = 0,0000000766 \\
 \alpha_{(m)} = 0,000007778 & \frac{\Delta \alpha \text{ (lin)}}{\Delta t} & = 0,0000000255 \\
 \varphi = (x_3 \alpha) & & = + 34^\circ 18'.
 \end{array}$$

[Die Bedeutung der einzelnen Zeichen ist in der Originalabhandlung nachzusehen. Vgl. auch K. Schulz, Fortschr. d. Min. Petr. usw. **4**, 377—378 (1914). Eine anschauliche graphische Darstellung bei Th. Liebisch, Physikalische Krystallographie 1891, 99 Fig. 78.]

Thermisches Verhalten. Durch Glühen wird das spezifische Gewicht des Epidots verringert. Von G. vom Rath¹⁾ stammt die Angabe, daß der graue Epidot von Maigels, dessen $\delta_{13,5^\circ \text{C}} = 3,361$ war, nach $\frac{1}{2}$ stündigem Glühen bereits = 3,316 aufwies. Auch F. v. Kobell²⁾ gibt an, daß der Epidot vom Sulzbachtal vor dem Glühen $\delta = 3,46$, nach dem Glühen $\delta = 3,38$ hatte. Die größte Differenz beobachtete C. F. Rammelsberg,³⁾ der am frischen Epidot $\delta = 3,403$ fand und nach dem Glühen 3,271 gewogen hatte.

Das Eisenoxyd des Epidots wird durch Glühen bzw. Schmelzen reduziert. Es tritt daher an geglühten Kristallen eine Vermehrung des Eisenoxydgehaltes ein. C. F. Rammelsberg⁴⁾ untersuchte in dieser Hinsicht den Epidot von Traversella. Er fand an diesem:

nach dem Glühen	nach Einschmelzung in Borax
7,46 ‰	3,6 ‰
4,20 ‰	2,2 ‰

Die Beobachtung von C. F. Rammelsberg konnte W. Suida⁵⁾ an einer Reihe exakt durchgeführter Versuche vollauf bestätigen. Seine Untersuchungen am Sulzbacher Epidot ergaben folgende Resultate:

- 1,0212 g Epidot geglüht im Porzellanrohre im Stickstoffstrome durch $1\frac{1}{2}$ Stunden:
 es wurde nach dem Glühen 0,0074 g FeO gewogen, entsprechend 5,48 ‰ des vorhandenen Fe_2O_3 , vor dem Glühen enthielt der Epidot 0,52 ‰ FeO, nach dem Glühen 1,244 ‰ FeO.
- 1,0023 g Substanz mit Borax im Glasrohre im Stickstoffstrome durch 4 Stunden:
 es entstand durch das Glühen 0,0182 g FeO entsprechend 13,74 ‰ Fe_2O_3 ; vor dem Glühen enthielt der Epidot 0,52 ‰ FeO, nach dem Glühen 2,337 ‰ FeO.

¹⁾ G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **14**, 429 (1862).

²⁾ F. v. Kobell, Sitzber. d. kgl. bayr. Ak. d. Wiss. 1878.

³⁾ C. F. Rammelsberg, Handb. d. Mineralchemie, Suppl. **2**, 48.

⁴⁾ Derselbe, ebenda 1860, 749; Z. Dtsch. geol. Ges. **16**, 6 (1864).

⁵⁾ W. Suida, Tsch. min. Mit. 1876, 175—184.

1,0466 g wurde mit Borax im Porzellanrohre im Stickstoffstrome durch 1,5 Stunden geglüht:

es bildete sich 0,0094 g FeO = 6,84 % des vorhandenen Fe₂O₃, im ganzen waren nach dem Glühen 1,425 % FeO vorhanden.

1,0306 g unter denselben Bedingungen:

es wurde 0,0014 g FeO = 1,068 % Fe₂O₃ vorgefunden; im ganzen betrug der FeO-Gehalt nach dem Glühen 0,661 %.

0,8662 g Substanz im Platintiegel im Kohlensäurestrome $\frac{1}{2}$ Stunde lang vor dem Gasgebläse geglüht ergab 0,0028 g FeO = 2,51 % Fe₂O₃ im ganzen nach dem Glühen 0,852 % FeO.

0,9898 g Epidot unter denselben Bedingungen lieferten 0,0079 g FeO = 6,05 % Fe₂O₃ im ganzen entsprechend nach dem Glühen 1,32 % FeO.

H. Laspeyres¹⁾ fand am Epidot von Bourg d'Oisans und vom Sulzbachtal:

	1.	2.	3.
Epidot von Bourg d'Oisans	0,610	0,733	0,136
Epidot vom Sulzbachtal . .	0,710	0,862	0,169

1. FeO-Gehalt der bei 106° getrockneten Substanz.
2. FeO-Gehalt der geglühten Substanz in Prozenten der bei 106° getrockneten Substanz.
3. Menge des reduzierten Eisenoxyds.

Das Pulver des Epidots von Bourg d'Oisans wurde bis zur Gewichtskonstanz geglüht und wies folgende Zahlen auf:

1.	2.	3.
0,610	1,238	0,698 %.

Die Reduktion ist von den äußeren Umständen und der Zeit, in der die Substanz geglüht wurde, abhängig. Es weisen darauf Zahlen hin, die von H. Laspeyres ermittelt worden sind. Beim Glühen des lufttrocknen Pulvers vom Epidot aus dem Sulzbachtale betrug der Gewichtsverlust:

nach 20 Minuten	3,063 %	} entsprechend einer Sauerstoffabgabe von 1,320 %.
" 50 "	3,314	
" 80 "	3,314	

bei Berücksichtigung des Wassergehalts von 1,994 %. An Eisenoxyd enthielt die Substanz 12,286 %, welches 1,229 % Sauerstoff abgeben muß, um in Oxydul übergeführt zu werden.

Ähnliche Verhältnisse stellte er beim Epidot von Bourg d'Oisans fest. Dieser wurde in der Oxydationsflamme des Bunsenbrenners zusammen mit Boraxglas geglüht. Es zeigte sich, daß der Gewichtsverlust

nach 15 Minuten	1,181 %
" 45 "	2,127
" 195 "	2,334
" 495 "	2,629

betrug. Berücksichtigt man, daß der Epidot 1,930 % H₂O enthält, so entspricht der Gewichtsverlust einer Sauerstoffabgabe von 0,699 %, entsprechend 6,990 % reduzierten Eisenoxyd.

¹⁾ H. Laspeyres, Z. Kryst. **3**, 525—576 (1879).

Als Ursache der Reduktion nehmen Th. Scheerer¹⁾ und E. Ludwig²⁾ den Einfluß der reduzierenden Flammengase an, C. F. Rammelsberg³⁾ und W. Suida⁴⁾ die Dissoziation die in der höheren Temperatur eintritt, und H. Laspeyres⁵⁾ die starke Diffusionsfähigkeit des Platins, vermöge deren Gase und Dämpfe in reduzierende verwandelt werden können.

Der letztgenannte Verfasser stellte auch weitere Versuche an über die Abgabe und Aufnahme des Sauerstoffs. Der Epidot von Bourg d'Oisans, welcher einen Gewichtsverlust von 2,027% aufwies, wies im Wasserstoffstrom einen solchen von 3,563%. Hierin sind 1,957% Wasser enthalten, entsprechend 1,606% Sauerstoff. Die hierzu erforderliche Sauerstoffmenge wurde durch Reduktion des Eisenoxyds in Eisenoxydul erlangt. — Ein zweiter Versuch ergab eine Sauerstoffabgabe von 0,880%, welche durch späteres Glühen im Luftstrom vollständig ersetzt wurde. Ein weiteres Glühen im Sauerstoffstrom hatte eine Zunahme von 0,106% zur Folge, durch welche das Eisenoxydul wiederum oxydiert wurde, wobei sich noch ein Überschuß von 0,032% ergibt.

D. Lovisato⁶⁾ stellte fest, daß der Epidot von Su Porro durch Erhitzen von 210° bis zur Rotglut einen Gewichtsverlust von 2,83% erleidet.

Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf die geometrischen Eigenschaften.

Aus den vorhandenen kristallographischen Messungen, die an analysiertem Material vorgenommen wurden, lassen sich nur wenig Anhaltspunkte finden, die Material zur Diskussion dieser Frage liefern könnten. Die Ursache ist darin zu suchen, daß mit wenigen Ausnahmen alle Messungen an das von N. v. Kokscharow berechnete Achsenverhältnis bezogen werden. Doch lassen einige Beispiele deutlich erkennen, daß ein solcher Einfluß sicherlich vorhanden ist. Die durch die wechselnde chemische Zusammensetzung bedingte Änderung der geometrischen Eigenschaften lassen sich sehr übersichtlich mit Hilfe der von F. Becke⁷⁾ eingeführten molekularen Achsenverhältnisse darstellen. Ist V das Molekularvolumen aus dem Molekulargewicht und dem spezifischen Gewichte berechnet, a , b und c die Werte der einzelnen Achsen, dann gilt für den Epidot (monoklines System) die Beziehung:

$$b_0 = \sqrt[3]{\frac{V}{a \cdot c \sin \beta}}; \quad a_0 = a \cdot b_0; \quad c_0 = c \cdot b_0.$$

Für den eisenarmen Klinozoisit von Prägraten mit 1,68% $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,2\%$ Eisenepidot, dessen Achsenverhältnis

$$a : b : c = 1,5853 : 1 : 1,8117$$

$$\beta = 64^\circ 30' 24''$$

¹⁾ Th. Scheerer, Journ. prakt. Chem. **75**, 167 (1858).

²⁾ E. Ludwig, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 465 (1872); Tsch. min. Mit. 1872, 187.

³⁾ C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **76**, 89 (1849); Handwörterb. d. Ch. Suppl. **4**, 58; Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 69 (1872).

⁴⁾ W. Suida, l. c.

⁵⁾ H. Laspeyres, l. c.

⁶⁾ D. Lovisato, Atti d. R. Acc. d. Linc. Rend. **1**, 111 (1895).

⁷⁾ F. Becke, Anz. d. Wiener Ak. 1893, XIX.

angegeben wird¹⁾ berechnet sich²⁾ $V = 271,8$, Mol.-Gew. 916,5, $\delta = 3,372$ (E. Weinschenk).

Für den Epidot vom Sulzbachtal fand F. Zambonini³⁾

$$a:b:c = 1,58187:1:1,80758$$

$$\beta = 64^{\circ} 36'.$$

Aus $\delta = 3,446$ berechnet sich $V = 277,8^2)$ (Mol.-Gew. 957,4) unter Berücksichtigung des Fe_2O_3 -Gehalts von $14,99\%$ = $26,6\%$ Eisenepidot.

G. Boeris⁴⁾ gibt für den Epidot von Comba di Compare Robert mit $16,22\%$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 36\%$ Eisenepidot und $\delta = 3,462$ das Achsenverhältnis

$$a:b:c = 1,57886:1:1,80181$$

$$\beta = 115^{\circ} 22' 30''.$$

Es berechnen sich Mol.-Gew. 973,7. Mol.-Vol. $V = 281,2$.

Für den Bucklandit von der Achmatowskschen Grube im Ural, zu dessen Berechnung die neuere Analyse von G. Antipoff benutzt wurde, fand N. v. Kokscharow⁵⁾ das Achsenverhältnis

$$a:b:c = 1,5807:1:1,8057$$

$$\beta = 64^{\circ} 36'$$

$\delta = 3,44$. Es folgt Mol.-Gew. 959,9. Mol.-Vol. $V = 279,0$.

Aus diesen Daten ergeben sich⁶⁾ folgende molekulare Achsenverhältnisse:

	a_0	b_0	c_0	Mol.-Vol.
Klinozoisit von Prägraten . . .	7,475	4,715	8,543	271,8
Epidot vom Sulzbachtal . . .	7,523	4,756	8,597	277,8
Bucklandit von Achmatowsk . .	7,532	4,765	8,605	279,0
Epidot von Comba di Compare .	7,552	4,783	8,618	281,2

A. H. Westergård⁷⁾ hat auf Grund etwas abweichender Angaben für die zwei ersten Vorkommen folgende Werte der topischen Parameter berechnet:

	a_0	b_0	c_0	Mol.-Vol.	δ
Klinozoisit von Prägratten . . .	7,482	4,720	8,551	272,5	3,344
Epidot vom Sulzbachtal . . .	7,534	4,766	8,606	279,1	3,451

Die angeführten Zahlen lassen ohne weiteres erkennen, daß die Zunahme an Eisenoxyd eine Vergrößerung der molekularen Achsenverhältnisse in allen Richtungen mit sich bringt.

Synthese des Epidots.

Es liegen bis jetzt wenig Versuche vor, die die künstliche Darstellung des Epidots bezweckten. C. Doelter⁸⁾ schmolz den Epidot von Piemont um und stellte auf diese Weise Augit und Anorthit dar. Hierbei bildeten sich

¹⁾ Berechnet von A. H. Westergård, Z. Kryst. **42**, 279—280 (1907).

²⁾ M. Goldschlag, unveröffentlicht.

³⁾ F. Zambonini, Z. Kryst. **37**, 1—37 (1903).

⁴⁾ G. Boeris, Atti d. R. Accad. d. Sc. di Torino **32** (1896—97).

⁵⁾ N. v. Kokscharow, Mit. z. Min. Rußl. l. c.

⁶⁾ M. Goldschlag, unveröffentlicht.

⁷⁾ A. H. Westergård, l. c.

⁸⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 5.

Säulen, die die optischen Eigenschaften und Spaltbarkeit des Epidots aufwiesen und dieser Autor für neugebildeten Epidot hielt. C. Doelter versuchte auch künstlich den Epidot darzustellen durch Schmelzen des Epidotpulvers mit Manganchlorid im Chlorwasserstoff- bzw. Luftstrom, jedoch mit negativem Erfolge. Es entstanden zwar monokline, grüngefärbte, dichroitische Prismen, ihre Zugehörigkeit zum Epidot ist aber fraglich.

Eine Schmelze des Epidots von Bourg d'Oisans mit Natrium- und Calciumfluorid im Verhältnis 1:1, in die Wasserdampf eingeleitet wurde, lieferte monokline Kristalle, an denen die Flächen M , T , r und n entwickelt waren. Sie zeigten in der Zone der b -Achse gerade Auslöschung. Mikrochemisch wurde in den Kristallen SiO_2 , Al_2O_3 und CaO nachgewiesen. Der Brechungs-exponent $n = 1,7$ bis $1,8$. Die Kristalle sind vermutlich Epidot.

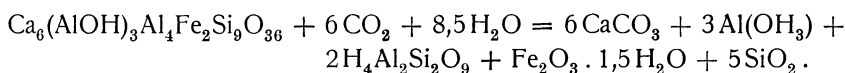
Über den Versuch von E. v. Fedorow, der künstlichen Darstellung des Epidots aus dem Granat (vgl. S. 850).

Umwandlung des Epidots.

Beispiele von Umwandlungen des Epidots sind nur wenige vorhanden. Es hängt dies mit der dem Epidot eigenen Stabilität zusammen. Pseudomorphosen von anderen Mineralien nach Epidot sind in nicht allzu großer Zahl bekannt. So beschreibt W. Haidinger¹⁾ Pseudomorphosen von Wernerit nach Epidot, F. M. Heddle²⁾ gibt Glen Gairn, Aberdeenshire als Fundort der Pseudomorphosen von Hessonit nach Epidot an. R. Blum³⁾ fand auf einem Gneise im Quarzgang von Athol, Mass. Glimmer nach Epidot. G. Rose⁴⁾ vermutet, daß die Pseudomorphosen von Laora Capaô, Minas Geraes solche von Talk nach Epidot sind. Dem vorherrschenden Talk ist noch Eisenglimmer beigemischt. E. Döll⁵⁾ beschrieb von St. Lorenzen Pseudomorphosen von Pyrit nach Epidot und dichten Quarz nach Epidot. P. v. Jeremejeff⁶⁾ berichtet über die Umwandlung von Epidot in Leuchtenbergit im Schischimsk-Gebirge im Ural. Derselbe⁷⁾ fand auch Vesuvian nach Epidot in der Jeremejeffschen Grube im Bezirk Slatoust und solche von Klinochlor von der Paraskewia-Eugenieskischen Grube im Ural.

Ist die Pseudomorphose des Granats nach Epidot zutreffend, dann würde dies auf die Umkehrbarkeit der Reaktion Granat \rightleftharpoons Epidot hinweisen.

Die Umwandlung auf wäßrigem Wege formuliert C. R. van Hise⁸⁾ folgendermaßen:



¹⁾ W. Haidinger, Abh. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. in Prag 1841, 4—5; R. Blum, Pseudomorphosen 1, 61 (1847).

²⁾ F. M. Heddle, nach R. Blum l. c. 3, 276 (1863).

³⁾ R. Blum, l. c. 1, 30 (1847).

⁴⁾ G. Rose, Z. Dtsch. geol. Ges. 11, 470 (1859); vgl. auch Heusser und Claraz, ebenda 463.

⁵⁾ E. Döll, Verh. d. geol. R.-A. 1899, 88—89; 1892, 353.

⁶⁾ P. v. Jeremejeff, Verh. d. kais. min. Ges. in Petersburg 31, 389—390 (1894).

⁷⁾ Derselbe, ebenda [2], 29, 230—231 u. 241 (1892).

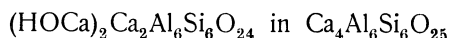
⁸⁾ C. R. van Hise, Treatise of Metamorphism. Monogr. U.S. Geol. Survey 47, 323 (1904).

Unter Mitwirkung von Kohlensäure und Wasser kann demnach aus dem Epidot kohlen-saurer Kalk, Gibbsit, Kaolin, Limonit und Quarz entstehen. Die Volumänderung beträgt bei diesem Prozesse + 69,08 %.

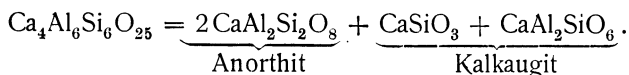
J. Morozewicz¹⁾ nimmt an, daß durch Zersetzung des Epidots Eisen-oxyd, Kieselsäure, Carbonate, Glimmer und Talk entstehen können.

Weit wichtiger sind die Änderungen, die der Epidot im Schmelzfluß erfährt. Versuche hierüber liegen von C. Doelter und A. Lagorio vor.

Durch Umschmelzung des Epidots von Piemont stellte C. Doelter²⁾ Anorthit und Augit dar. Zur Formulierung der stattgefundenen Umsetzung zieht er³⁾ nur das Aluminiumepidotsilicat in Betracht. Durch Glühen geht



über. Dann folgt:



Durch Schmelzen des Epidots von Bourg d'Oisans mit Natrium-fluorid erhielt C. Doelter in der Schmelze Glimmerblätter, Leisten von Anorthit und vermutlich Meionit. Das Eisen lieferte Magnetit. Durch Schmelzen von Epidot mit Calciumfluorid entstand nur Anorthit und Meionit.

Bei Anwendung geringer Mengen der Fluoride und Schmelzung bei hoher Temperatur entstanden Ikositetraeder von Granat und tetragonale Kristalle des Meionits. Ein zweiter Versuch ergab im Resutat Magnetit und Spinell-oktaeder neben Anorthit, Meionit und Olivin.

A. Lagorio⁴⁾ ließ auf das geglühte Epidotpulver von Sulzbach ein schmelzendes Gemenge von Natriumchlorid und Kaliumchlorid einwirken. NaCl und KCl waren im Verhältnis wie 1:1 vorhanden. Das Gemenge wurde $\frac{3}{4}$ Stunden lang über dem Münckeschen Brenner erhitzt. Es entstand eine harte, kaffeebraune Schlacke, die durch Salzsäure vollständig zersetzt wurde. In der wäßrigen Lösung der zur Reaktion angewandten Salze fand sich keine Spur von Eisen oder Tonerde, dagegen sehr viel Kalk. Das Ausgangsprodukt hatte die Zusammensetzung wie Analyse Nr. 1, das neugebildete Produkt die der Analyse Nr. 2.

	1.	2.
Na ₂ O	—	7,01
K ₂ O	—	4,34
CaO	23,30	16,12
FeO	0,75	— ⁵⁾
Al ₂ O ₃	23,50	22,85
Fe ₂ O ₃	13,01	13,09
SiO ₂	36,92	35,47
Cl	—	1,03
H ₂ O	2,00	—
	99,48	99,88

¹⁾ J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **23**, 113 (1904) u. Mem. Com. Geol. **18**, 1 (1901).
²⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, 1, 5.
³⁾ Derselbe, Allg. chem. Mineralogie 1890, 183.
⁴⁾ A. Lagorio, Tsch. min. Mit. **8**, 494—497 (1887).
⁵⁾ Zusammen mit Fe₂O₃ bestimmt.

1. Epidot von Sulzbach; anal. A. Lagorio, l. c.
2. Zusammensetzung des durch Schmelzen des Epidots (s. obige Analyse) mit NaCl und KCl entstandenen Produkts.

Ein zweiter Versuch wurde mit geglühtem Epidot und amorpher Kieselsäure vorgenommen. Es wurde ein Gemenge dargestellt, welches 70% SiO₂ enthielt und vor dem Gebläse geglüht. Das gepulverte Material wurde dann wie im ersten Versuch mit dem schmelzenden Natrium- und Kaliumchloridgemenge behandelt. Es entstand ein wenig poröses kaffeebraunes Glas, welches in HCl schwer zersetzt wurde. Die Zusammensetzung des gebildeten Glases war die folgende:

	3.
Na ₂ O	5,75
K ₂ O	8,70
CaO	7,42
FeO	— ¹⁾
Al ₂ O ₃	16,95
Fe ₂ O ₃	6,35
SiO ₂	54,50
Cl	0,15
	99,82

3. Zusammensetzung des durch Schmelzen des Epidots (Analyse 1) mit Kieselsäure entstandenen Produktes.

Ein dritter Versuch wurde ebenfalls mit geglühtem Epidot und einer Mischung Na₂SO₄ + K₂SO₄ vorgenommen. Die einzelnen Sulfatmengen waren so berechnet, daß in ihnen Na:K wie 1:1 vertreten waren. Es entstand ein hartes, wenig blasiges, schwarz gefärbtes homogenes Glas, welches unter dem Mikroskope farblos bis gelblich erschien und schwarze Körner in großer Menge führte. Der wäßrige Auszug enthielt Gipsnadeln. Das Glas löste sich leicht in starker Salzsäure. Die Zusammensetzung des Glases gibt die Analyse Nr. 4 an.

	4.
Na ₂ O	10,74
K ₂ O	6,71
CaO	15,57
FeO	— ¹⁾
Al ₂ O ₃	22,04
Fe ₂ O ₃	12,33
SiO ₂	32,06
SO ₃	0,50
	99,95

4. Zusammensetzung des durch Schmelzen des Epidots (Analyse 1) mit Na₂SO₄ + K₂SO₄ entstandenen Produktes.

Berechnet man das Verhältnis zwischen den Alkalien und Kalk in den neugebildeten Produkten, so ergeben sich folgende Zahlen:

2. CaO : K₂O : Na₂O = 6,2 : 1 : 2,45,
3. 1,45 : 1 : 1,
4. 3,9 : 1 : 2,43.

¹⁾ Zusammen mit Fe₂O₃ bestimmt.

Aus diesen Zahlen zieht A. Lagorio den Schluß, daß in basischen Tonerdesilicaten das Natrium eine größere Tendenz hat, sich zum Kalk zu addieren als das Kalium. Hierbei ist diese Eigenschaft unabhängig von der Verbindungsform, in der das Alkali zugeführt wurde. In sauren Tonerdesilicaten ist diese Eigenschaft weniger ausgeprägt. Aus dem Versuche II ist dies aber nicht klar zu ersehen, da es unsicher ist, ob die Verschmelzung des Epidots mit Kieselsäure eine innige war.

Genesis und Paragenesis.

Es fehlt nicht an Versuchen den Epidot, der meist als Umbildungsmineral gilt, auch als primären Gemengteil eruptiver Gesteine hinzustellen. C. R. Keyes¹⁾ beobachtete im Granit von Maryland idiomorphe Epidotkristalle, die als Einschluß im Biotit oder Titanit erscheinen und ihre Idiomorphie auch gegenüber anderen Mineralien (Gemengteilen) bewahren.

L. Mrazec und L. Duparc²⁾ nehmen ebenfalls eine primäre Entstehung des Epidots an. Das Vorhandensein idiomorpher Epidotindividuen in den Gneisen und Pegmatiten der Montblanc-Gruppe veranlaßt diese Verfasser zur Annahme, daß der Epidot sich vor dem Biotit ausgeschieden hat und zur Folge eine Entkalkung des Magmas hatte.

B. S. Buttler³⁾ weist darauf hin, daß der Epidot oft mit Orthit verwachsen vorkommt. Epidot allein wurde vom Verfasser im porphyrischen Ganggestein von Shasta County Col. gefunden in Kristallen, die oft Korrosionserscheinungen aufweisen und Einschlüsse von Quarz und Apatit führen. Dieser Verfasser nimmt an, daß der Epidot vor dem Feldspat und Biotit ausgeschieden wurde. Für die primäre Entstehung des Epidots bringt er folgende Argumente: Der Epidot erscheint einheitlich in Gängen, die einen verschiedenen Grad der Zersetzung aufweisen; die gut ausgeprägte Kristallform und was vielleicht das wichtigste ist, die Armut der Ganggesteine an Kalk, der ja zur Epidotbildung notwendig ist. Eine Zufuhr von Calciumoxyd aus dem Nebengestein ist auch undenkbar, da auch dieses sehr kalkarm ist. (Das Ganggestein enthält nach einer Analyse von G. Steiger 0,89% CaO, das Nebengestein, ein Natrongranitporphyr, 0,38% CaO).

Es ist leicht einzusehen, daß ein überzeugender Beweis für die primäre Entstehung des Epidots bis jetzt nicht erbracht wurde.

Die Reaktionen, die zur Bildung des Epidots auf dem Wege der Umbildung anderer Mineralien führen, sind sehr zahlreich. C. R. van Hise⁴⁾ stellte eine ganze Reihe von Reaktionsgleichungen zusammen, die hier angeführt und durch etwa beobachtete Beispiele erläutert werden sollen.

Die Umwandlung des Granats in Epidot kann auf zweifache Weise erfolgen, je nachdem ob nur Grossular und Melanit oder neben diesen auch Pyrop an der Reaktion teilnehmen. Im ersten Falle entsteht neben Epidot noch Carbonat und freie Kieselsäure.

Beteiligt sich an der Umbildung außer dem Grossular und Melanit noch Pyrop, dann entstehen Epidot, Calcium und Magnesiumcarbonat sowie freie Kieselsäure. Die Volumänderung beträgt + 39,53%.

¹⁾ C. R. Keyes, Bull. Soc. geol. of Amer. 4, 305—312 (1893).

²⁾ L. Mrazec u. L. Duparc, Arch. d. Sc. phys. et nat. Genf [4] 11, 611—613 (1901).

³⁾ B. S. Buttler, Am. Journ. 178, 27—32 (1909).

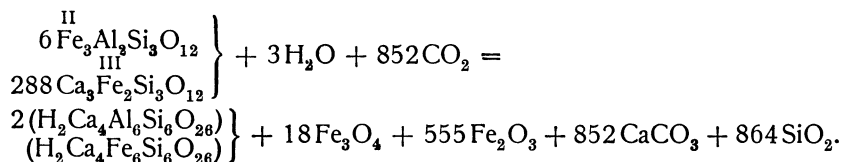
⁴⁾ C. R. van Hise, l. c.

Epidot, der aus Granaten entstanden ist, ist bereits oft beobachtet worden. A. Blum¹⁾ beschreibt mehrere solcher. Die bekanntesten sind die von Auerbach in der Bergstraße. E. v. Fedorow und W. Nikitin²⁾ beschreiben Epidot pseudomorph nach Granat aus dem Bogoslawskischen Bergrevier. Ausführlich beschäftigt sich mit der Epidotbildung aus den Granaten J. Morozewicz.³⁾ Er beobachtete den Prozeß im Ganggranat der Beresowaja Gora im Ural.

Die Zusammensetzung des neu entstandenen Epidots und Granats entsprechen folgenden Formeln (Analyse bei C. Doelter, dieses Handb. Bd. II):



Für den analysierten Epidot berechnet J. Morozewicz folgenden Reaktionsverlauf:



Es entsteht demnach bei dieser Reaktion etwa 30⁰/₀ Eisenoxyd.

Die erste Beobachtung der Umwandlung des Granats in Epidot stammt von L. Wisser,⁴⁾ der sie an den Granatkristallen der Alpe Lolen im Maggiatale fand. Eine ausführliche Beschreibung desselben bei O. Volger.⁵⁾ Auch G. v. Rath⁶⁾ berichtet über diese Pseudomorphosen. Andere beschrieben R. Blum⁷⁾ und A. Cathrein.⁸⁾

E. v. Fedorow⁹⁾ versuchte künstlich die Epidotisierung des Aploms von Bogoslawsk herbeizuführen. Der geschmolzene pulverisierte Aplom wurde in eine Lösung von Aluminiumacetat gebracht und unter einem Kohlensäuregasstrom ständig umgerührt. Nach einigen Tagen bildete sich ein hellgelber Niederschlag, der außer dem unzersetzten Granatpulver sternförmige stark polarisierende Gebilde aufwies. Die letzteren blieben von starker, heißer Salzsäure unangegriffen, zeichneten sich durch ihre große Härte (> als Glas), hohe Licht- und Doppelbrechung aus. E. v. Fedorow hielt diese Bildungen für Epidot.

Derselbe Versuch mit ungeschmolzenem Aplom wurde durch 8 Tage lang angesetzt. Es bildete sich ebenfalls Epidot, der innerhalb der Granatpartikel auftrat.

Ein dritter Versuch mit dem Grossular von Wilui führte zu einem negativen Resultat. Dieser Granat bildet sich auch in der Natur nicht zu Epidot um.

¹⁾ R. Blum, l. c. 2, 11 (1852).

²⁾ E. v. Fedorow u. W. Nikitin, Ann. geol. et min. de la Russie 3, 91—103 (1899).

³⁾ J. Morozewicz, Mem. Com. Geol. 18, 1 (1901); Tsch. min. Mit. 23, 113 (1904).

⁴⁾ L. Wisser, N. JB. Min. etc. 1842, 525.

⁵⁾ O. Volger, Denkschr. d. schweizer. Ges. f. d. gesamt. Naturwissensch. 14 (1855).

⁶⁾ G. v. Rath, Niederrhein. Ges. f. Natur. und Heilk. in Bonn. 1862.

⁷⁾ R. Blum, l. c. 3, Nachtr., 14 (1863).

⁸⁾ A. Cathrein, Z. Kryst. 10, 433 (1885).

⁹⁾ E. v. Fedorow, Ann. geol. et min. de la Russie 8, 33—35 (1905).

E. v. Fedorow nimmt an, daß bei der Umwandlung des Granats in Epidot eine dreifach cyklische Gruppe entsteht und zwar so, daß in drei Molekülen des Granats das Calcium durch Al—OH bzw. FeOH ersetzt werden und als verbindendes Atom nicht das Fe-Atom, sondern das Al-Atom auftritt. Daß dieses Atom gerade als verbindendes auftritt, weist der Umstand nach, daß Al-freie Endglieder der Reihe unbekannt sind, dagegen sind die eisenfreien Endglieder in Gestalt von Zoisit bzw. Klinozoisit bekannt.

Bei der Umwandlung von Hornblende bilden sich neben dem Epidot noch Chlorit, Calcium und Eisencarbonat, freie Kieselsäure und freies Eisenoxyd.

Eine andere Umwandlung der Hornblende führt zur Entstehung von Biotit und Epidot.

In Epidot umgewandelte Hornblenden beschreibt R. Blum.¹⁾ A. Bêlohoubek gibt bei O. Bøggild²⁾ eine Analyse einer umgewandelten Hornblende, die auch K. Vrba veröffentlicht hat, siehe Bd. II 1, S. 646.

Die Entstehung des Epidots aus Augit erfolgt nach C. R. van Hise in der Zone der Carbonation, Hydratation, Oxydation und Desilication. Es entstehen neben Epidot Chlorit, Magnesiumcarbonat und Kieselsäure.

Pseudomorphosen von Epidot nach Augit beschrieb R. Blum³⁾ aus dem Monzoni. Der Umbildungsprozeß, den R. Blum annimmt, ist anscheinend dem von C. R. van Hise angegebenen analog. Er fordert eine Wegführung der Magnesia, Oxydation des Eisenoxyduls und Abscheidung der Kieselsäure.

Als eine Pseudomorphose von Epidot nach Augit betrachtet R. Blum⁴⁾ den von Th. Scheerer beschriebenen Epidot nach Paläoepidot. Die Analyse desselben wies folgende Zahlen auf:

	5.
CaO	22,62
FeO	10,88
Al ₂ O ₃	25,45
SiO ₂	38,84
H ₂ O	2,41
	100,20

5. Epidot nach Paläoepidot; anal. Th. Scheerer, Pogg. Ann. **91** (1854).

Die Umbildung des Augits zu Epidot kann auch durch Vermittelung von Zwischengliedern erfolgen, z. B. durch Uralit. Sie wurde von R. Blum⁵⁾ im Augitporphyr von Predazzo beobachtet. Eine fernere Erweiterung kann der Prozeß erlangen, wenn der Uralit in Amianth übergeht und dieser erst in Epidot.

Aus den Biotiten kann Epidot auf mehrfache Weise entstehen. — Nach C. R. van Hise entsteht in einem Falle neben dem Epidot Biotitchlorit, Diaspor, Kaliumcarbonat, Quarz und freie Kohlensäure.

Treten in der Reaktion an Stelle von 76 Mol. H₂O 29 Mol. CO₂, dann entstehen neben dem Epidot Spinell, Kieselsäure, Kalium und Magnesiumcarbonat und freies Wasser. Die Volumänderung ist — 14,71%. Eine dritte Bildungsmöglichkeit ist die bei, der sich als Nebenprodukte Diaspor, Kalium und Magnesiumcarbonat sowie Kieselsäure bilden.

¹⁾ R. Blum, Pseudomorphosen des Mineralreichs **3**, Nachtr., 125, 130 (1863).

²⁾ O. Bøggild, Min. grönländica 1905, 258.

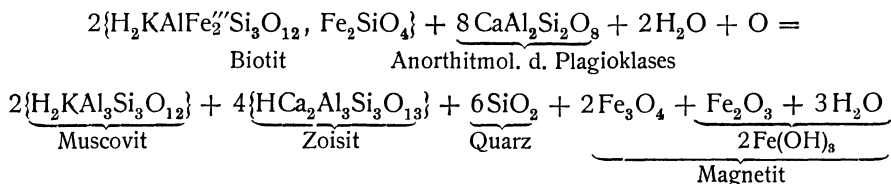
³⁾ R. Blum, Die Pseudomorphosen **3**, Nachtr. (1863), l. c.; N. JB. Min. etc. 1864, 41.

⁴⁾ R. Blum, l. c.

⁵⁾ R. Blum, l. c. 132.

Durch Zufuhr von Calciumcarbonat und Teilnahme freier Kohlensäure und des Sauerstoffs wird der Glimmer zu Epidot, Quarz, Kalium und Magnesiumcarbonat unter Austritt freien Wassers umgewandelt. Bei der Reaktion findet eine Volumänderung von $-14,86\%$ statt.

Umwandlungen von Biotit in Epidot beschreibt neuerdings R. Staub¹⁾ im Otaporphyr der westlichen Berninagruppe. Der zur Epidotbildung notwendige Kalk wird von R. Staub auf Zufuhr von den saussuritisierten Plagioklasen zurückgeführt. Die Reaktion verläuft nach R. Staub folgendermaßen:



Es entstehen also bei dieser Umwandlung Muscovit, Zoisit (Epidot), Quarz und Magnetit.

Aus dem Meionit entsteht unter Einwirkung von Wasser und Zufuhr von Eisen: Epidot und Gibbsit.

Wirkt sauerstoffhaltiges Wasser auf Meionit ein und wird Eisencarbonat zugeführt, dann bildet sich ebenfalls Epidot und Gibbsit neben freier Kohlensäure.

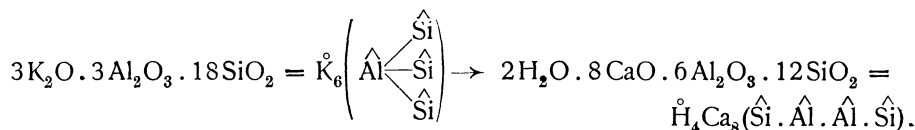
Die Umbildung des Skapoliths zu Epidot erklärt G. Bischoff²⁾ durch Zersetzung des Calciumsulfats und Calciumchlorids durch alkalische Silicate. Chlorcalcium- und calciumsulfathaltiges Wasser verdrängen das Natrium im Wernerit und bilden aus dem Natriumsilicat ein Calciumsilicat. Auch vermag das Eisenoxydhydrat die Tonerde zu verdrängen.

Eine dem Epidot sehr nahekommende Zusammensetzung weist auch der von Berlin analysierte Atheriastit von Arendal.

Andere Pseudomorphosen von Epidot nach Skapolith beschrieb W. Haidinger³⁾ und P. Forchhammer.⁴⁾ Die Entstehung des Epidots aus den Feldspaten ist eine altbekannte und sehr oft beobachtete Erscheinung.

Aus Orthoklasen entsteht bei Zufuhr von Hämatit, Calcit und Wasser: Epidot, Quarz, Kaliumcarbonat und freie Kohlensäure. Die Volumänderung beträgt $33,73\%$.

Die Brüder Asch⁵⁾ formulieren diese Umwandlung folgendermaßen:



Beispiele von Umwandlung des Orthoklases in Epidot geben R. Blum⁶⁾ und C. W. Gümbel.⁷⁾

¹⁾ R. Staub, Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Ges. in Zürich **60**, 98 (1915).

²⁾ G. Bischoff, Lehrbuch d. allg. chem. u. phys. Geologie **2**, 543 (1864).

³⁾ W. Haidinger, Abh. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. in Prag 1841, 4–5.

⁴⁾ P. Forchhammer, Erdm. Journ. f. prakt. Ch. **36**, 403–404.

⁵⁾ W. u. D. Asch, l. c.

⁶⁾ R. Blum, Die Pseudomorphosen des Mineralreichs **3**, Nachtr., 120, 121 (1863).

⁷⁾ C. W. Gümbel, Geologie des Fichtelgebirges **2**, 343 (1868).

Aus Anorthoklas entsteht Epidot durch Einwirkung von Wasser, Eisenoxyd und Calciumcarbonat. Als Nebenprodukte entstehen Kieselsäure, Kalium und Natriumcarbonat sowie freies Wasser.

Ein Beispiel einer Anorthoklasumwandlung ist meines Wissens bis jetzt nicht bekannt. Durch Hydratation und Eisenzufuhr entsteht Epidot aus Anorthit. Außerdem entsteht Gibbsit und Kaolin oder Gibbsit und freie Kieselsäure.

Epidote aus Kalknatronfeldspaten entstanden, sind außerordentlich oft beobachtet worden. R. Blum¹⁾ beschreibt derer mehrere. A. Cathrein²⁾ widmet der Frage nach der Epidotisierung der Feldspate eine Abhandlung, in der der Prozeß in verschiedenen Stadien verfolgt wurde. Als Beispiel sei hier die Epidotisierung des Feldspats aus dem Dioritschiefer von Wildschönau in Tirol angegeben.

Aus der von A. Cathrein³⁾ veröffentlichten Analyse des Feldspats = 3% Or., 88% Ab., 3,7% An. läßt sich ein Gehalt von 1,8% Epidot und 3,5% Zoisit berechnen. Sie stellt ein charakteristisches Anfangsstadium der Epidotisierung dar. Nach A. Cathrein ist die Epidotisierung der Feldspate durch eine Anreicherung an Calcium, Eisen und Wasser, sowie eine dementsprechende Verringerung des Alkali- und Kieselsäuregehalts gekennzeichnet. Als umwandelndes Agens nimmt er kohlenensäurehaltiges Wasser, welches Calcium und Eisen in Lösung führt oder die beiden letzteren aus anderen Gesteinsmineralien entnimmt, an.

Die Literatur über die Entstehung des Epidots aus den Feldspaten ist eine außerordentlich reiche. Es seien hier einige Autoren erwähnt: G. Bischoff,⁴⁾ R. Blum,⁵⁾ C. Doelter,⁶⁾ E. Cohen,⁷⁾ A. Inostranzeff,⁸⁾ A. Knop,⁹⁾ J. Lemberg,¹⁰⁾ A. Reis,¹¹⁾ H. Rosenbusch,¹²⁾ A. Stelzner,¹³⁾ G. v. Tschermak.¹⁴⁾ Pseudomorphosen von Epidot nach Feldspat fand Hansel¹⁵⁾ in Gesteinen aus der Insel Espirito santo (Neue Hebriden).

Kompliziert ist die Umwandlung des Olivins in Epidot. Sie scheint durch Zwischenphasen vermittelt zu werden und entbehrt bis jetzt einer exakten Formulierung. Sie wurde bereits mehrfach beobachtet. Die meisten Angaben stammen von P. Jeremejeff.¹⁶⁾ Er nimmt an, daß der Olivin zunächst in Serpentin übergeht und erst dann durch Einwirkung eines tonerdehaltigen Silicats in Epidot umgewandelt wird.

Eine Umwandlung des Olivins in Epidot, die vermutlich durch Chlorit als Zwischenglied vermittelt werden soll, beschreibt W. Bergt.¹⁷⁾ Er glaubt, daß

¹⁾ R. Blum, l. c. **3**, Nachtr. 120, 121, 122, 127, 128 (1863).

²⁾ A. Cathrein, Z. Kryst. **7**, 234 (1883).

³⁾ Derselbe, l. c.

⁴⁾ G. Bischoff, Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie **2**, 547.

⁵⁾ R. Blum, l. c. 118, 120—122; **8**, Nachtr., 57.

⁶⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 1873, 59, 62, 86.

⁷⁾ E. Cohen, N. JB. Min. etc. 1876, 751.

⁸⁾ A. Inostranzeff, Studien über die metamorphen Gesteine des Gouv. Olonez (Leipzig 1879), 70, 72, 77, 188, 191.

⁹⁾ A. Knop, N. JB. Min. etc. 1863, 808.

¹⁰⁾ J. Lemberg, Archiv f. Naturkunde Livlands [1] **4**, 368 (1868).

¹¹⁾ A. Reis, Die Diabasformation und Lavaformation der Insel Palma (Wiesbaden 1861), 14, 15, 18.

¹²⁾ H. Rosenbusch, Mikroskop. Physiogr. **1**, I, 266; **2**, II, 1166, 1273.

¹³⁾ A. Stelzner bei G. Cotta, Der Altai 125.

¹⁴⁾ G. v. Tschermak, Die Porphyrgesteine Österreichs 1869 und Sitzber. Wiener Ak. **53**, 525 (1866).

¹⁵⁾ V. Hansel, Jahresber. d. St. Realschule d. XVIII. Bez. in Wien **16**, 1—56 (1901).

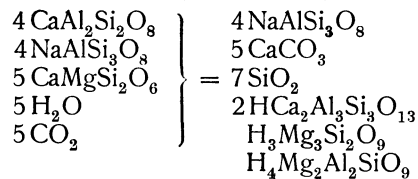
¹⁶⁾ P. Jeremejeff, Verh. d. russ. min. Ges. **33**, Protokolle 11—13 (1895); **36**, 24 (1898).

¹⁷⁾ W. Bergt, Tsch. min. Mit. **10**, 271—386 (1888).

aus dem Chlorit durch Kalkzufuhr, die etwa den aus den Kalknatronfeldspaten erfolgen könnte, Epidot entstehen kann. Für Gesteine, die mit Epidot erfüllt sind, nimmt dieser Verfasser eine Ausfällungspseudomorphose an. Der Olivinkristall umgibt sich mit einem Erzkränze, die Olivinsubstanz wird im Innern zersetzt und fortgeführt, und an ihrer Stelle setzt sich Epidot sekretionär im Hohlraume ab. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Deutung läßt sich nicht leugnen.

Bis jetzt unaufgeklärt ist die Umwandlung des Axinit in Epidot, die von E. Döll¹⁾ beobachtet wurde.

Die Epidotbildung in paragenetischen Mineralkombinationen hat F. Becke²⁾ diskutiert, indem er sie als Beispiel seiner Volumgleichungen angibt. Aus einer Kombination von Labrador + Pyroxen + Wasser + Kohlensäure kann die Mineralkombination Calcit + Quarz + Epidot + Chlorit + Albit entstehen. Das Volumen fällt hierbei von 1514,6 auf 1232,8. Es ist



Aus der Kombination Orthoklas + Plagioklas + Biotit + Hornblende leitet W. Cross³⁾ den Epidot der Gesteine von Leadville ab.

Die große Mannigfaltigkeit der Mineralarten, die in Epidot umgewandelt werden können, macht es erklärlich, daß auch Paragenesen von Mineralien, wie sie in Gesteinen auftreten, ganz in Epidot übergehen. Wir gelangen auf diesem Wege zur Frage nach der Epidotisierung der Gesteine, die hier nur auszugsweise besprochen werden soll.

Die Epidotisierung der Felsitporphyre verläuft anders als die der Diabasgesteine. J. Lemberg⁴⁾ beschreibt aus der Insel Hochland die Umwandlung des Felsitporphyrs in ein Gemenge von Epidot und Quarz. Über den Gang der Umwandlung geben folgende Analysen Aufschluß.

	6.	7.	8.	9.
δ	2,702	2,813	2,698	2,829
K ₂ O	6,69	0,26	7,88	0,52
Na ₂ O	0,54	0,46	0,74	—
CaO	1,83	9,81	1,13	8,51
MnO	0,20	0,68	0,31	1,32
FeO	2,95	0,83	1,85	—
Al ₂ O ₃	12,55	12,55	13,04	12,48
Fe ₂ O ₃	0,78	3,43	1,82	5,74
SiO ₂	74,46	71,98	73,23	71,43
	100,00	100,00	100,00	100,00

6. Felsitporphyr bei Lappinlax; anal. J. Lemberg, Arch. f. Naturg. Livlands. [1], 4, 189 (1867).

7. Epidosit aus demselben; anal. Derselbe, ebenda.

8. Felsitporphyr N. von Launaküllä am Meer, Insel Hochland; anal. Derselbe, ebenda.

9. Epidosit aus demselben; anal. Derselbe, ebenda.

¹⁾ E. Döll, Verhandl. d. geol. R.A. 1898, 225—228.

²⁾ F. Becke, Denkschr. d. Ak. d. Wiss. in Wien, 75, I, 29 (1903).

³⁾ W. Cross, Monogr. U.S. Geol. Survey 12, 341, 357 (1886).

⁴⁾ J. Lemberg, l. c. 189.

Die Umwandlung erfolgt also unter Verlust an Alkali und Zunahme des Calciums, Eisens und Magnesiums. Hierbei tritt eine Erhöhung des spezifischen Gewichtes ein, welche eine Erklärung in der Oxydation des Eisenoxyduls in Eisenoxyd findet. Vom Epidosit, der in der Analyse 7 dargestellt ist, ist 35,08% in heißer Salzsäure löslich und die gelöste Substanz hat nahezu die Zusammensetzung des Epidots.

J. Roth¹⁾ hat an den Analysen von J. Lemberg eine Reihe von Rechnungen vorgenommen, die den Prozeß der Epidotbildung wesentlich aufklären. Hervorgehoben zu werden verdient der Umstand, daß das Verhältnis von Tonerde zu Kieselsäure nahezu konstant bleibt. Auf 100 Teile Kieselsäure kommen im Gestein:

	6.	7.	8.	9.
Al ₂ O ₃	16,85	17,45	17,81	17,47
CaO	2,46	13,63	1,54	11,91
Na ₂ O	0,73	0,64	1,01	—
K ₂ O	8,98	0,36	10,76	0,73

Die Umwandlung des Gesteins (a) 6 in 7 und (b) 8 in 9 erforderte	
die Wegführung	die Zuführung
a)	b)
SiO ₂ 2,48%	Fe ₂ O ₃ 2,65%
FeO 2,12	MgO 0,48
Na ₂ O 0,08	CaO 7,98
K ₂ O 6,43	
— 11,11%	+ 11,11%

die Wegführung	die Zuführung
b)	a)
FeO 1,85%	SiO ₂ 1,40%
Na ₂ O 0,74	Fe ₂ O ₃ 4,18
K ₂ O 7,34	MgO 1,07
	CaO 7,76
— 9,93%	+ 14,41%

Im Gegensatz zur Epidotisierung der Granite und Felsitporphyre wird bei der Epidotisierung der Diabasgesteine das Verhältnis der Tonerde zur Kieselsäure stark verändert. Ein derartiges Beispiel fand A. Schenk.²⁾ Den Verlauf der Umwandlung geben die Analysen 10 und 11 an.

	10.	11.
δ	2,919	3,338
K ₂ O	3,14	0,08
Na ₂ O	5,26	0,29
CaO	7,89	21,72
MgO	4,39	0,42
FeO	8,54	2,55
Al ₂ O ₃	17,97	19,47
Fe ₂ O ₃	1,07	11,34
TiO ₂	2,28	1,42
CO ₂	0,08	—
SiO ₂	49,46	42,71
P ₂ O ₃	0,28	0,08
FeS	0,15	—
H ₂ O	2,24	2,39
	102,75 ³⁾	102,47 ⁴⁾

¹⁾ J. Roth, Allgemeine chemische Geologie 3, 230—231.

²⁾ A. Schenk, Verhandlg. d. naturhist. Ver. f. preuß. Rheinl. und Westfal. 41, 70—79 (1884); zit. nach J. Roth, l. c. 3, 236.

³⁾ Bei J. Roth ist die Summe 100,65% angegeben.

⁴⁾ Bei J. Roth l. c. ist die Summe = 101,37 angegeben.

10. Diabas von Niedersfeld im oberen Ruhrthal am Bochtenbeck; anal. A. Schenk, Verhandlg. d. naturhist. Ver. f. preuß. Rheinl. und Westf. **41**, 70–79 (1884); zit. nach J. Roth, Lehrb. der Allg. chem. Geol. **3**, 236.

11. Epidosit aus demselben entstanden; anal. Derselbe, ebenda.

Auch hier die Steigerung des spezifischen Gewichts. Doch hat sich hier das Verhältnis der Tonerde zur Kieselsäure geändert. Nach J. Roth¹⁾ kommen auf 100 Teile Kieselsäure in der Analyse

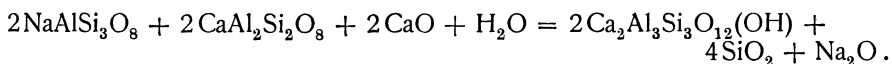
	10.	11.
Al_2O_3 . . .	36,31	45,59.

Neuerdings befassen sich mit der Frage der Epidotbildung und Epidotisierung der Gesteine Alfred Bergeat und Emil Bergeat.

Alfred Bergeat²⁾ sieht in der Umwandlung der Gesteine in Epidot keine Verwitterungserscheinung; „sie ist offenbar unter Substanzzufuhr längs feiner Spältchen erfolgt, wobei nicht nur einzelne Bestandteile, sondern ganze Gesteinspartien in Neubildungen umgesetzt wurden. Eigentliche Pseudomorphosen von Epidot nach Feldspat oder einem anderen Mineral habe ich nicht beobachtet; die Gestalt der Epidotaggregate und der sie zusammensetzenden Individuen hat mit derjenigen der ganz oder teilweise verschwundenen Silicate nichts zu tun“.

„Meistens handelt es sich um geringfügige Epidotbildung im Plagioklas. Sie geht zweifellos von Spalten aus und ist häufig von einer Imprägnation mit Schwefelkies begleitet. Auf denselben Rissen hat sich mitunter auch Quarz gebildet, der als solch junges Mineral aber auch oft fehlt. Die Ansiedelung des Epidot auf Systemen von Spältchen im Feldspat führt manchmal zu skelettartigen Formen des ersteren mit einheitlicher Auslöschung.“ . . .

Am Granodiorit von Concepción del Oro im Staate Zacatecas (Mexiko) beobachtete A. Bergeat eine Verdrängung des ursprünglichen Gesteins durch Epidot. Er betrachtet die Epidotisierung „als Folge einer molekularen Umsetzung unter dem Einflusse stoffzuführender Agenzien“. Den Vorgang denkt sich dieser Verfasser folgendermaßen: Eisen und Kalk wurden dem Gestein zugeführt. Das erste ist durch die Anwesenheit von Pyrit im Gestein fraglos, die Herkunft des Kalkes wird vom Kontakte hergeleitet. Unter der Voraussetzung, daß die Menge der Tonerde stabil bleibt, und unter Zugrundelegung eines Feldspats von der Zusammensetzung An_1Ab_1 verläuft die Reaktion folgendermaßen:



Gegen die Stabilität der Tonerdemenge ist nichts einzuwenden, da sie ja durch die Analysen von J. Lemberg, die Muttergesteine und daraus entstandene Epidotgesteine betreffen, glaubhaft gemacht wurde.

Den Zeitpunkt der Umwandlung verlegt A. Bergeat nach der Festwerdung des Gesteins. Hingegen sieht E. Bergeat³⁾ in den Epidotzonen des von ihm beschriebenen Diorits (Banatiits) und den Epidotfelsen von Vaskö ein Produkt der endogenen Metamorphose. Er glaubt, daß sich der

¹⁾ J. Roth, l. c. **3**, 236.

²⁾ A. Bergeat, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **28**, 452 u. ff. (1909).

³⁾ E. Bergeat, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **30**, 564 (1910).

Epidot in einer Endphase der Erstarrung des Gesteins ausgeschieden hat, im Zeitpunkt zwischen der Ausscheidung der äußeren Plagioklasschalen und der des Kalifeldspats und Quarzes. Er glaubt annehmen zu können, daß die Epidotbildung keineswegs ein Verwitterungsvorgang ist. Die Gründe, durch die er diese Annahme stützen will, sind folgende: Die Plagioklase, aus denen der Epidot entstehen müßte, sind nur an der kalkarmen Peripherie umgewandelt, und „weil die Umwandlung nicht längs der Spalten vor sich geht“. Eine Kalkzufuhr ist nicht nachweisbar. Für die Annahme der späteren Ausscheidung des Epidots spricht nach ihm noch dieser Umstand, daß „die Epidotisierung gerade die jüngeren Auscheidungen betroffen hat, gerade als wenn im letzten Stadium der Verfestigung noch bei Gegenwart vom magmatischen Wasser Kalkresorption zur Bildung von Epidot geführt hätte“. Die Annahme der Resorption des Kalkes in der letzten Erstarrungsphase findet wiederum darin eine Stütze, daß die Epidotbildung auf den Kontakt allein, oder dessen allernächste Nähe beschränkt ist. „Es scheint daher so, als wenn der Epidot keine eigentliche Auskristallisation aus dem Magma wäre, sondern als ob die Feldspate vorhanden gewesen und unter Stoffinfusion durch eine irgendwie stattfindende Einwanderung von Kalk in das heiße Gestein, also durch eine Art Diffusion, umgewandelt worden wären.“

F. Rutley,¹⁾ nahm an, daß die Epidotbildung aus Kaolin erfolgen kann. Er glaubte, daß Kaolin als erstes Zersetzungsprodukt der Feldspäte entsteht und dann unter Einwirkung von Wasser, welches Eisencarbonat und Kaliumcarbonat enthält, in Epidot umgebildet wird. Dieser Annahme gegenüber steht die Beobachtung A. Bergeats, der in den epidotführenden Gesteinen Kaolin in größeren Mengen nicht vorgefunden hat, und sich daher gegen die Behauptung ausspricht, Kaolin sei eine Begleiterscheinung der Epidotbildung.

Die Paragenesis des Epidot umfaßt eine stattliche Anzahl von Mineralien Einige Paragenesen mögen hier angeführt werden:

Knappenwand²⁾: Epidot, Adular, Zeolithe, Scheelit, Titanit, Apatit, Calcit.

Allochettal³⁾: Epidot, Labrador, Quarz, Granat, Titanit.

Krimler Achental⁴⁾: Epidot, Albit, Pyroxen, Asbest, Scheelit, Apatit.

Fellialp⁵⁾: Epidot, Feldspat, Quarz, Apophyllit, Skolecit, Kalkspat.

F. Kretschmer⁶⁾ beschreibt aus Zöptau folgende Sukzession in der Mineralbildung: Aktinolith, Prehnit, Epidot bzw. Tremolith-Aktinolith I, Adular, Albit-Periklin, Epidot, Tremolith, Aktinolith II.

Er schließt, daß die Sukzession in der Abscheidung vom Aciditätsgrade abhängt. Folgende Reihenfolge soll maßgebend sein: erstes Ausscheidungsprodukt ist das Metasilicat (Aktinolith), es folgt das Orthosilicat (Prehnit) und schließlich das basische Silicat (Epidot). Es darf nicht hingewiesen werden, daß diese Deutung eine ziemlich willkürliche ist, es fehlt ja der Beweis, daß die Deutung dieser Mineralien als Meta- bzw. Orthosilicat richtig ist.

¹⁾ F. Rutley, Quart. Journ. **44**, 740 (1888).

²⁾ V. v. Zepharovich, J. k. k. geol. R.A. **19**, 333 (1869).

³⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 1875, 175.

⁴⁾ V. v. Zepharovich, Lotos **7**, 159 (1885); Z. Kryst. **13**, 45, 86 (1888).

⁵⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1873, 735.

⁶⁾ F. Kretschmer, Tsch. min. Mit. **30**, 104—117 (1911).

Die Paragenesis von Epidot mit Allanit beschreibt W. Hobbs¹⁾ im Granit von Ilchester, Maryland; über isomorphe Mischungen von Epidot und Orthit berichtet V. M. Goldschmidt²⁾ aus dem Kontaktgebiete von Kristiania.

Anhang zum Epidot.

Pikro-Epidot.

Die Bezeichnung stammt von A. Damour und A. Des Cloizeaux³⁾ und soll für einem am Lapis lazuli vom Baikalsee stammenden Epidot gelten. Eine quantitative Analyse desselben fehlt. Qualitativ wurde Kieselsäure, Tonerde, Magnesia und Spuren von Kalk nachgewiesen. Härte größer als die des Glases.

$$2H = \left\{ \begin{array}{l} 82-90 \text{ um die } +\text{-Mittellinie} \\ 121-126 \text{ " " -- " } \end{array} \right\} \text{ appr.}$$

Beustit.

Der Name stammt von A. Breithaupt⁴⁾ und bezieht sich auf ein Vorkommen von Sforzella bei Predazzo. E. S. Dana⁵⁾ stellt ihn zur Epidotgruppe.

Qualitative Versuche von J. Richter ergaben das Vorhandensein von SiO₂, Al₂O₃, CaO, K₂O, Na₂O. Geglühter Beustit ist in Säuren löslich.

Spezifisches Gewicht 2,859—2,877. Härte ungefähr 6. Lebhaft glasglänzend, durchscheinend bis durchsichtig, aschgrau bis grauweiß gefärbt.

Fouquët.

Das Mineral wurde von A. Lacroix⁶⁾ beschrieben.

Kristallsystem: Monoklin; oft in polysynthetisch verzwilligten Nadeln.

Vorkommen. Gesteinsbildend mit Pyroxen und Granat im Gneis von Salem in Ceylon und in metamorphen Gesteinen (Kalksilicattfelsen) von Schollach im Schwarzwald.

Analysen.

	1.	2.
δ	3,31	3,24
CaO	23,5	23,9
FeO	4,4	1,9
Al ₂ O ₃	31,9	32,5
SiO ₂	38,3	36,6
Glühverlust	2,7	2,7
	100,8	97,6 ⁷⁾

1. Gelbe Kristalle aus dem Anorthitgneis von Salem in Ceylon; anal. A. Lacroix, Bull. soc. sc. min. **12**, 83 (1889).

2. Farblose Kristalle, ebenda.

¹⁾ W. Hobbs, Am. Journ. **38**, 223—228 (1889).

²⁾ V. M. Goldschmidt, ZB. Min. etc. 1911, 4—6.

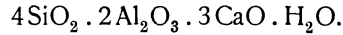
³⁾ A. Damour u. A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. min. **6**, 23 (1883).

⁴⁾ A. Breithaupt, Bg.- u. hütt. Z. **24**, 364 (1865); Mineralog. Studien 1866, 46.

⁵⁾ E. S. Dana, Mineralogy, 6. Ed. (New York 1892), 516.

⁶⁾ A. Lacroix, Bull. Soc. min. **12**, 83 (1889).

⁷⁾ Im Original ist die Summe 99,6 angegeben.

Formel:

Chemische Eigenschaften. A. Lacroix faßt das Mineral als eine dimorphe Modifikation des Zoisits auf.

Physikalische Eigenschaften. Vor dem Lötrohr unveränderlich, dagegen im Fourquignon-Leclereschen Ofen zu einem grünen, durchscheinenden Glas schmelzend. Das Glas, dessen spez. Gew. = 2,76 bestimmt wurde, gelatiniert mit Salzsäure.

Farbe: citronengelb und weiß, glasglänzend. — Schwach pleochroitisch.

Optische Achsenebene senkrecht zur Symmetrieebene. Achsenwinkel $2V$ um 90° . Doppelbrechung $\gamma - \alpha = 0,020$. Positiv. Dispersion der optischen Achsen $\rho < v$.

Lotrit.

Das Mineral wurde von E. Munteanu-Murgoči¹⁾ aus Epidothornfelsen des Paringu Massivs in Rumänien isoliert.

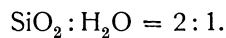
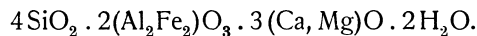
Kristallsystem: Monoklin in stengeligen Aggregaten.

Analysen.

	1.	2.
δ		3,23
Na ₂ O	0,93	—
MgO	3,20	2,80
CaO	22,21	23,56
FeO	—	0,33
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	28,33	30,90
SiO ₂	39,44	38,02
Glühverlust	6,58	6,24
	100,69	101,85

1. u. 2. Lotrit; anal. E. Munteanu-Murgoči, Bull. Soc. sc. Bucarest **9**, (568—612), 764—831 (1900).

Chemische Formel. Die Analysen führen zur Formel:



Physikalische Eigenschaften. Härte 7,5. Spaltbarkeit parallel der Längsrichtung. Farbe grünlich.

Optische Eigenschaften. Brechungsexponent $n = 1,67$, Doppelbrechung positiv, ihr Wert $\gamma - \alpha = 0,014$, $\beta - \alpha = 0,002$. Optische Achsenebene senkrecht zur Längserstreckung der Aggregate: Winkel der optischen Achsen $2E = 30^\circ$, $2V = 18^\circ$ ca. Auslöschung 28° .

Vorkommen. In den Hornfelsen aus dem Serpentinkontakt im Lotrutale.

¹⁾ E. Munteanu-Murgoči, Bull. Soc. sc. Bucarest **9**, 568—612, 764—831 (1900).

Piemontit.

Von C. Doelter (Wien).

Synonym: Manganepidot¹⁾ zum Teil, Piedmontit.

Monoklin $a:b:c = 0,6899:1:1,8326$ nach A. Laspeyres.

Analysenzusammenstellung.

Es gibt nur wenig Analysen dieses Minerals.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na ₂ O	—	—	—	0,44	—
MgO	0,2	—	—	0,40	—
CaO	22,8	22,19	24,32	22,05	18,37
MnO	—	—	3,22	—	6,95
Al ₂ O ₃	15,9	15,03	18,93	22,52	22,75
Mn ₂ O ₃	19,0	15,00	14,27	6,43 ²⁾	—
Fe ₂ O ₃	4,8	8,38	1,34	9,33	6,79
SiO ₂	37,3	38,64	35,68	36,16	41,74
H ₂ O	—	1,78	2,24	3,20	3,00
	100,0	101,02	100,00	100,53	99,60

1. Von St. Marcel, Piemont; anal. H. Ste. Claire Deville, Ann. chim. phys. **43**, 13.
2. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Monatsber. Berliner Ak. 1873, 437.
3. Von ebenda; anal. A. Laspeyres, Z. Kryst, **3**, 564 (1879).
4. Von Otakisan, Insel Shikoku (Japan); anal. J. Takayama bei B. Koto, Journ. Univ. Tokyo 1887, I, 393; Quart. Journ. Geol. Soc. **43**, 474 (1887).
5. Von Jack's Mountain (Penns.); anal. J. S. Eyerman, Miner. Pennsylv. II (1911); nach Z. Kryst. **54**, 98 (1915).

Dieser Piemontit ist ein Mittelglied zwischen dem eigentlichen Piemontit und den manganhaltigen Epidoten (vgl. S. 818).

Piemontit mit seltenen Erden.

	6.	7.
Na ₂ O	0,27	0,23
K ₂ O	0,81	0,68
MgO	0,30	0,25
CaO	18,825	15,82
MnO	2,285	1,92
CuO	0,13	0,11
PbO	0,17	0,14
Al ₂ O ₃	22,07	18,55
Fe ₂ O ₃	4,778	4,02
Mn ₂ O ₃	8,15	6,85
Ce ₂ O ₃	0,89	0,75
R ₂ O ₃	1,52 ³⁾	1,28
SiO ₂	37,37	47,37
H ₂ O	2,48	2,08
	100,05	100,05

¹⁾ Unter Manganepidot versteht man richtiger jene Epidote, welche einen geringen Gehalt an Manganoxyden enthalten, während der Name Piemontit nur für solche gilt, welche mehr Mangan als Eisen enthalten.

²⁾ Oxydationsstufe des Mangans unsicher.

³⁾ Unter R₂O₃ werden die übrigen seltenen Erden einbezogen.

6. Aus dem Rhyolith von South Mountain, Pa.; anal. W. F. Hillebrand bei G. H. Williams, Am. Journ. **46**, 59 (1893).

7. Aus Rhyolith von Pine Mountain bei Monterey Station (Maryland); anal. W. F. Hillebrand bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419 272 (1910).

Chemische und physikalische Eigenschaften. Dichte 3,4. Spaltbar nach (100). Härte über 6.

Glasglanz; wenig durchsichtig, rötlichschwarz, braunrot bis kirschrot, Strich kirschrot.

Sehr stark pleochroitisch.

Winkel der optischen Achsen nach A. Des Cloizeaux¹⁾ $2H_a = 82-90^\circ$, $2H_b = 121-126^\circ$.

Vor dem Lötrohre unter Anschwellen leicht schmelzbar. Mit Borax Manganreaktion. Von Säuren wird er nicht angegriffen. Nach dem Glühen ist er durch Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzbar.

Bezüglich Genesis siehe bei Epidot (S. 849). Der Piemontit kommt hauptsächlich auf Manganerzlagern vor.

Analysenmethode des Orthits.

Von R. J. Meyer (Berlin).

1. Abscheidung und Bestimmung der Kieselsäure. Da der Orthit zu den durch Chlorwasserstoffsäure leicht zersetzbaren wasserhaltigen Silicaten gehört, so wird die Kieselsäure in der Bd. I, S. 565 f. beschriebenen Weise durch mehrfaches Eindampfen des feinen Mineralpulvers mit Chlorwasserstoffsäure abgeschieden, ausgewaschen, geglüht und gewogen. Durch Abdampfen mit Flußsäure, unter Zusatz von Schwefelsäure ist die Kieselsäure auf Reinheit zu prüfen und ein verbleibender Rückstand (Aluminium, Eisen, seltene Erden) dem Filtrat von der Kieselsäure zuzufügen.

2. Bestimmung der Basen. (Seltene Erden, Aluminium, Eisen, Mangan, Calcium, Magnesium, Alkalimetalle.) Das salzsaure Filtrat von der Kieselsäure wird in der Siedehitze mit Ammoniak gefällt, wobei die Hydroxyde der seltenen Erden, des Aluminiums und des Eisens ausfallen.

Der Niederschlag wird in Chlorwasserstoffsäure gelöst, und in der schwach salzsauren Lösung werden die Oxalate der seltenen Erden nach der in Bd. III, 2, S. 192 angegebenen Methode abgeschieden, dann verglüht und gewogen (Ceriterden, Yttererden, Thorium). Da in den Orthiten Yttererden nur in sehr geringem Betrage vorkommen, so wird man im allgemeinen auf eine analytische Trennung derselben von den Ceriterden verzichten (vgl. Bd. III, 2, S. 204). Der Cergehalt kann in dem abgeschiedenen und gewogenen Erdgemische durch Titration mit Wasserstoffsperoxyd nach v. Knorre oder mit Kaliumpermanganat nach R. J. Meyer u. A. Schweizer bestimmt werden (s. Bd. III, 2, S. 195 u. 196).

3. Bestimmung des Thoriums und Scandiums. Diese beiden Nebenbestandteile, von denen Thorium in kleinem Betrage regelmäßig, Scandium ausnahmsweise in den Orthiten vorzukommen scheint, werden zweckmäßig in einer

¹⁾ A. Des Cloizeaux, Bull. Soc. Min. **6**, 25 (1883).

größeren Menge des abgeschiedenen Erdgemisches bestimmt. Man benutzt hierzu die Erden aus etwa 10 g des Minerals. Die Erden werden in Salzsäure gelöst, die Lösung wird auf dem Wasserbade vollständig eingedampft, der Rückstand mit Wasser aufgenommen und die Lösung mit Natriumthiosulfat siedend gefällt. Der Niederschlag, bestehend aus Thorium- und Scandiumthiosulfat, wird ausgewaschen und durch Kochen mit Salpetersäure zersetzt. Die vom Schwefel abfiltrierte Lösung wird zur Trockene eingedampft, der Rückstand mit 100 ccm Wasser aufgenommen und dann in der Kälte tropfenweise eine konzentrierte Lösung von Kaliumjodat in Salpetersäure (Jodsäurelösung I)¹⁾ zugesetzt, solange noch etwas ausfällt. Dann werden 150 ccm einer verdünnten Kaliumjodat-Salpetersäurelösung zugegeben (Jodsäurelösung II)¹⁾, das Gemisch einmal aufgekocht und 12 Stunden stehen gelassen. Hierbei scheidet sich Thoriumjodat aus, während Scandiumjodat in Lösung bleibt. Der Niederschlag wird mit Jodsäurelösung II, dann mit Wasser ausgewaschen, vom Filter abgespritzt und mit einem Gemisch von Chlorwasserstoffsäure und schwefliger Säure reduziert und gelöst. Die Lösung wird siedend mit Ammoniak gefällt, das Thoriumhydroxyd völlig jodfrei gewaschen, in Salpetersäure gelöst, und die Lösung mit Oxalsäure gefällt. Das Oxalat wird verglüht und Thoriumoxyd gewogen. Das Filtrat vom Thoriumjodat wird vollständig eingedampft, der Rückstand wird mit Chlorwasserstoffsäure und schwefliger Säure reduziert, die Lösung mit Ammoniak neutralisiert und mit Oxalsäure Scandiumoxalat ausgefällt. Dieses wird verglüht und als Scandiumoxyd Sc_2O_3 gewogen.

Bestimmung von Aluminium, Eisen, Mangan, Calcium und Alkalimetallen. Diese Bestimmungen werden nach bekannten Methoden ausgeführt.

4. Bestimmung des gebundenen Wassers. Durch Glühen des Mineralpulvers im Rohr und Auffangen des Wassers im gewogenen Chlorcalciumapparat (vgl. Bd. I, S. 589 f.).

5. Bestimmung der Kohlensäure. Durch Zersetzen der Substanz mit verdünnter Schwefelsäure und Auffangen der freigemachten Kohlensäure im gewogenen Kaliapparat, nach Rose-Finkener oder Fresenius-Classen (vgl. Bd. I, S. 588).

6. Bestimmung des Zersetzungsgrades der Orthite. Für mehr oder weniger zersetzte Orthite ist es charakteristisch, daß sie mit konz. Chlorwasserstoffsäure Chlor entwickeln. Durch oxydierende Einflüsse scheidet sich nämlich im Mineral, besonders an seiner Oberfläche, Cerhydroxyd aus, das aus Salzsäure Chlor frei macht. Zur Bestimmung des Zersetzungsgrades kann man daher das Mineralpulver im Bunsenschen Destillationskölbchen mit konz. Chlorwasserstoffsäure übergießen, das Chlor in die mit einer Jodkaliumlösung gefüllte Vorlage überdestillieren und das ausgeschiedene Jod mit Natriumthiosulfat titrieren.

¹⁾ Jodsäurelösung I enthält: 15 g KJO_3 , 50 ccm konz. Salpetersäure und 100 ccm Wasser. Jodsäurelösung II enthält: 4 g KJO_3 , 100 ccm verd. Salpetersäure und 400 ccm Wasser. Die oben wiedergegebene Methode der Trennung von Thorium und Scandium ist eine verbesserte Ausführungsform des früher veröffentlichten Verfahrens [vgl. R. J. Meyer, Z. anorg. Chem. **71**, 65 (1911)]. Die Fällung des Thoriums mit Natriumsubphosphat (vgl. Bd. III, 2, S. 221) läßt sich bei Gegenwart von Scandium nicht anwenden, da letzteres mitausfällt.

Orthit.

Von **C. Doelter** (Wien).

Monoklin, isomorph mit Epidot (vgl. S. 790).

$a:b:c = 2,8473:1:1,7684$; $\beta = 90^\circ 14'$.

Synonyma: Allanit, Cerin, Uralorthit.

Varietäten: Pyrothit, Xanthorthit, Bagrationit, Bodenit, Muromontit, Tantholit, Bucklandit zum Teil.

Einteilung der Orthite.

Eine chemische Einteilung der Orthite ist recht schwierig. Die Unterschiede der verschiedenen Analysen liegen zum Teil im Eisengehalt. Rechnet man Eisenoxyd zum Eisenoxydul, so ergeben die meisten Analysen ungefähr 12%, andere wieder gegen 16%. Viele Analysen weisen keine Trennung des Eisenoxyds vom Oxydul auf, so daß es auch schwer ist, nach dem Eisenoxydulgehalt allein eine Einteilung zu treffen. Ebenso läßt sich eine Trennung nach dem etwa vorhandenen Gehalt an Yttererde oder Thorium nicht durchführen, da die Unterschiede nicht groß genug sind; übrigens weisen manche Analysen keine Bestimmung dieser Bestandteile auf. Verbliebe noch die Möglichkeit, nach dem Kalkgehalt eine Einteilung zu versuchen; viele der Analysen zeigen einen nicht sehr abweichenden Kalkgehalt. Einige Analysen zeigen einen niederen Gehalt an diesem Bestandteil, aber es sind dies fast nur alte, wenig genaue Analysen, während die neueren darin keine sehr großen Schwankungen aufweisen. Es wurden daher nur ganz wenig Analysen mit auffallend hohem Kalkgehalt und einige mit ganz hohem, oder auch ganz niederm Kalkgehalt besonders behandelt, sonst aber die Anordnung der übrigen Analysen nach den Analytikern vorgenommen, wodurch die neueren besseren Analysen zusammenkommen.

Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.
δ	3,69–3,71	3,491	3,825	3,535
Na ₂ O	—	1,00	0,41	0,09
K ₂ O	—	0,18	1,33	0,14
MgO	1,25	0,84	1,23	1,77
CaO	7,85	9,14	11,28	7,12
MnO	—	0,51	—	0,25
FeO	15,82	10,55	7,20	9,02
Al ₂ O ₃	14,73	12,00	14,34	12,49
Fe ₂ O ₃	—	6,34	10,83	7,33
Y ₂ O ₃	1,32	—	—	—
La ₂ O ₃	—	8,84	2,70	10,10
Ce ₂ O ₃	21,94	15,37	13,42	15,68
SiO ₂	33,31	32,19	33,31	32,89
H ₂ O	1,49	1,19	3,01	2,49
	97,71	98,15	99,06	99,37

1. Von Swampscot (Massas.); anal. Balch, Am. Journ. **33**, 348 (1862). Nach C. Hintze, II, 273.
 2. Pechschwarz, von Orange Co. (N.-York); anal. F. A. Genth u. Kayser, ebenda **19**, 20 (1855).
 3. Braunschwarz, von Bethlehem (Penns.); anal. wie oben.
 4. Von Berks Co. (Penns.); anal. wie oben.

	5.	6.	7.	8.	9.
δ	3,77	3,55–3,65	3,408	3,535	3,983
MgO	—	0,95	—	1,67	2,70
CaO	19,25	9,28	12,12	10,15	11,46
MnO	—	—	—	—	0,40
FeO	16,30	7,90	13,63	12,26	17,95
Al ₂ O ₃	22,82	16,86	14,03	16,87	13,66
Fe ₂ O ₃	—	7,35	6,36	3,58	—
La ₂ O ₃ , Di ₂ O ₃	—	—	5,67	2,40	—
Ce ₂ O ₃	1,16	21,38	12,63	21,27	20,89
SiO ₂	39,53	34,08	33,78	31,86	31,83
H ₂ O	1,29	1,32	1,78	1,11	—
	100,35	99,12	100,00	101,17	98,89

5. Derb, von Wexiö (Schweden); anal. A. E. Nordenskjöld in G. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 598. Auffallend wenig Ceroyd.
 6. Von Miasec (Ural); anal. derselbe, ebenda 176.
 7. Schwarz, von Frederickshaab (Grönland); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 64 (1872).
 8. Schwarz, von Chester Co. (Pennsylv.); anal. derselbe, Pogg. Ann. **80**, 285 (1850).
 9. Von Laach, aus einem Auswürfling; anal. G. vom Rath, ebenda, **119**, 169 (1863).

Neuere Analysen.

	10.	11.	12.	13.	14.	15.
δ	—	4,15		3,54	3,503	3,47
Na ₂ O	—	—		0,04	—	0,60
K ₂ O	0,12	—	—	0,25	0,54	0,23
MgO	0,17	1,36	1,12	0,74	0,49	0,23
CaO	16,21	9,08	9,74	13,17	10,47	10,55
MnO	1,56	Spur	Spur	—	1,21	0,95
FeO	7,08	12,69	12,29	9,37	7,85	10,82
Al ₂ O ₃	18,79	9,10	8,73	17,80	13,91	14,76
Fe ₂ O ₃	3,11	8,71	9,02	2,52	8,37	5,95
La ₂ O ₃ , Di ₂ O ₃	9,77	16,08	14,46	19,43	12,30	14,91
Ce ₂ O ₃	1,34	11,35	12,90	—	7,47	6,35
Y ₂ O ₃	—	—	—	—	1,11	1,86
SiO ₂	34,52	30,99	31,12	31,72	32,08	32,32
ThO ₂	3,48	—	—	—	0,95	—
H ₂ O	3,15	0,33	0,48	3,30	2,74	1,64
	99,30	99,69	99,86	98,34	99,49	101,17

10. Schwarzgrüner, von Tunaberg; anal. P. T. Cleve bei Nils Engström, Inaug.-Diss. (Upsala 1877); Z. Kryst. **3**, 196 (1877).
 11. Schwarz, von Bastnäs; anal. wie oben.
 12. Von ebenda; anal. wie oben.
 13. Blätterig, von Kragerö; anal. wie oben.
 14. Schwarz, glänzend, von Hitterö; anal. wie oben.
 15. Von Neskilen, schwarz, glänzend; anal. wie oben.

	16.	17.	18.	19.	20.	21.
δ	3,465	3,37	3,37	3,041	3,33	3,333
K_2O	—	0,24	0,17	0,40	0,23	0,69
Na_2O	0,56	—	—	—	—	—
MgO	0,13	0,09	0,16	0,11	0,32	0,38
CaO	11,15	9,76	12,40	12,78	7,30	9,38
MnO	0,48	2,02	0,90	0,64	2,17	0,31
FeO	6,99	13,09	9,52	7,01	12,02	11,70
Al_2O_3	14,08	14,88	16,10	17,63	17,12	15,24
Fe_2O_3	6,14	2,47	4,65	5,26	3,97	3,06
Y_2O_3	—	1,88	—	2,92	4,20	1,93
La_2O_3, Di_2O_3 }	20,97	10,84	10,65	7,68	12,78	8,31
Ce_2O_3	—	7,64	9,66	2,84	5,61	12,54
SiO_2	33,22	31,86	32,97	33,03	31,44	30,77
ThO_2	— ¹⁾	1,51	0,33	1,12	1,63	— ¹⁾
H_2O	5,93	3,90	1,96	9,37	2,15	4,60
	99,65	100,18	99,47	100,79	100,94	98,91

- 16. Von Buö, Arendal, schwarz; anal. wie oben.
- 17. Schwarz, glänzend von Körsbärhagen, Stockholm; anal. wie oben.
- 18. Allanit, ebenso, von Grönland; anal. wie oben.
- 19. Derb, grünschwarz, von Ytterby; anal. wie oben.
- 20. Lange, dünne Strahlen, von ebenda; anal. wie oben.
- 21. Von Kartagobacke, bei Stockholm, schwarz; anal. wie oben.

	22.	23.	24.	25.	26.	27.
δ	3,52	3,67	3,48	3,38	3,39	3,57
K_2O	0,28	0,53	0,37	0,64	0,29	0,27
MgO	0,08	0,13	—	1,63	0,45	0,14
CaO	10,48	10,43	9,35	7,38	6,75	11,09
MnO	1,66	2,25	1,15	1,48	2,34	0,51
FeO	7,86	8,14	9,08	8,85	11,89	8,08
Al_2O_3	13,21	16,25	16,77	12,79	16,52	19,28
Fe_2O_3	8,39	6,29	5,74	6,63	2,53	4,07
Y_2O_3	0,87	1,24	1,65	1,52	2,74	—
La_2O_3	5,46	6,35	} 2,71	6,37	5,16	4,85
Di_2O_3	5,60	3,43		5,33	7,57	5,58
Ce_2O_3	8,67	10,13	18,15	10,49	5,90	9,24
Er_2O_3	0,52	—	—	—	2,00	—
SiO_2	31,63	30,81	31,56	29,31	32,07	32,85
ThO_2	0,87	—	0,31	0,18	Spur	—
H_2O	3,49	2,79	2,25	6,64	3,23	3,72
	99,07	98,77	99,09	99,24	99,44	99,68

- 22. Schwarz, glänzend von Hitterö; anal. Nils Engström, Inaug.-Diss. (Upsala 1877); Z. Kryst. 3, 193 (1879).
- 23. Ebenso, vom Ural; anal. wie oben.
- 24. Ebenso, von Chester Co. (Penns.); anal. wie oben.
- 25. Ebenso, von Slättakra; anal. wie oben.
- 26. Schwarz, stengelig, von Ytterby; anal. wie oben.
- 27. Schwarz, blätterig, von Kragerö (Norwegen); anal. wie oben.

¹⁾ Th nicht bestimmt.

	28.	29.	30.	31.	32.
δ	3,39	3,32	3,33	3,28	3,22
Na ₂ O	0,28	0,37	—	—	—
K ₂ O	0,18	1,27	0,15	0,79	0,27
MgO	0,40	0,40	—	0,11	0,10
CaO	7,09	11,04	12,03	10,90	9,57
MnO	2,09	—	0,47	—	0,94
FeO	10,42	10,67	9,92	7,21	8,67
Al ₂ O ₃	13,67	19,35	17,54	17,65	17,19
Fe ₂ O ₃	6,76	3,31	5,20	4,94	3,67
Y ₂ O ₃	1,92	—	1,38	1,49	0,78
La ₂ O ₃	8,10	1,04	0,24	3,15	6,17
Di ₂ O ₃	3,95	6,97	10,78	7,09	5,97
Ce ₂ O ₃	8,08	9,26	6,21	9,40	10,57
Er ₂ O ₃	—	—	1,53	—	—
SiO ₂	30,54	33,29	32,01	32,08	30,05
ThO ₂	2,49	1,17	1,14	—	1,06
H ₂ O	4,44	1,54	1,79	6,44	5,53
	100,41	99,68	100,39	101,25	100,54

28. Schwarz, glänzend, von Alvö bei Arendal (Norwegen); anal. Nils Engström, Inaug.-Diss. (Upsala 1877); Z. Kryst. **3**, 194 (1879).

29. Schwarz, glänzend, von Egedes Minde (Grönland); anal. wie oben.

30. Schwarz, glänzend, von Näskilen bei Arendal (Norwegen); anal. wie oben.

31. Schwarz, glänzend, von Blakstadbros (Norwegen); anal. wie oben.

32. Grün-schwarz, stengelig, von Stockholm; anal. wie oben.

	33.	34.	35.	36.	37.
δ	4,32	3,15	3,005	—	—
Na ₂ O	0,49	—	0,54	—	—
K ₂ O	0,55	—	0,20	—	—
BeO	0,52	—	—	—	—
MgO	0,54	4,29	1,28	0,15	0,46
CaO	2,80	17,47	9,43	9,13	9,10
MnO	Spur	—	1,99	—	—
FeO	4,76	5,22	—	1,94	2,38
Al ₂ O ₃	6,34	14,33	22,93	20,27	17,01
Fe ₂ O ₃	3,21	7,10	11,04	11,17	11,37
Y ₂ O ₃	—	8,20	0,85	0,96	1,10
La ₂ O ₃	1,03	} —	14,81	10,04	{ 13,56
Di ₂ O ₃	16,34				
Ce ₂ O ₃	33,76				
SiO ₂	26,70	39,03	32,05	31,00	31,87
H ₂ O	1,99	2,78	3,64 ¹⁾	3,65	3,56
	99,03	99,95	98,76	100,27	100,67

33. Allanit, derb, schwarz, von Norfolk (Virginia); anal. W. T. Page bei J. W. Mallet, Chem. News, **46**, 195 (1882); Z. Kryst. **9**, 627 (1884)

34. Orthit von der Wiseman Mica Mine, Mitchell Co. (N.-Carolina); anal. W. H. Seamon bei J. W. Mallet, wie oben.

35. Hellbraun, harzglänzend, von Alexander Co. (N.-Carolina); anal. F. A. Genth, Am. Philos. Soc. 1882, 12. Aug.; Z. Kryst. **9**, 87 (1884).

¹⁾ Glühverlust.

36. Von Slättakra (Smaland); anal. E. V. Cedervall u. B. Jönsson bei C. W. Blomstrand, Denkr. k. phys. Ges. Lund, 1878; Z. Kryst. 4, 521 (1880).

37. Von ebenda; anal. wie oben.

	38.	39.	40.	41.
δ	—	3,63	—	3,52
Na ₂ O	1,26	0,21	0,28	0,56
K ₂ O	Spur	Spur	0,02	Spur
MgO	—	0,54	1,11	0,16
CaO	6,84	10,79	13,02	9,44
MnO	—	1,03	Spur	0,61
FeO	—	10,11	9,89	13,59
Al ₂ O ₃	10,24	17,33	16,10	11,44
Fe ₂ O ₃	24,46	7,05	5,06	6,24
BeO				0,27
Y ₂ O ₃	—	1,12	—	
Er ₂ O ₃				
La ₂ O ₃	9,57	18,99 ¹⁾	4,11 } 5,39 }	10,98
Di ₂ O ₃				
Ce ₂ O ₃	8,66	—	11,61	12,50
SiO ₂	37,20	31,68	30,04	31,13
SnO ₂	—	—	0,17	—
H ₂ O	1,74	1,46	2,56	2,78
CO ₂	—	—	—	0,21
	99,97	100,31	99,36	99,91 ²⁾

38. Von Topsham (Maine), rostbraun aus Granit; anal. J. Torrey bei F. C. Robinson, Am. Journ. [3] 27, 412; Z. Kryst. 10, 315 (1885). Unvollständige Analyse von F. W. Clarke siehe dort, 316.

39. Allanit, pechglänzend, von Staatesville (N.-Carolina); anal. H. F. Keller bei F. A. Genth, Am. Philos. Soc. 1887, 18. März; Z. Kryst. 14, 295 (1888).

40. Allanit von Lowesville, Nelson Co. (Virginia); anal. G. C. Memminger bei W. G. Brown, Am. Chem. Journ. 6, 172 (1885).

41. Von Devils Head Mountains, Douglas Co. (Colorado); anal. L. G. Eakins, Proc. Colorado sc. Soc. II, 1, 32.; Z. Kryst. 12, 493 (1887).

	42.	43.
δ	3,546	3,491
MgO	2,08	1,47
CaO	9,37	11,34
MnO	2,52	0,37
FeO	10,89	7,52
Al ₂ O ₃	12,20	14,02
Fe ₂ O ₃	4,42	7,17
Y ₂ O ₃	0,36	0,33
Ce ₂ O ₃	—	10,24
La ₂ O ₃ , Di ₂ O ₃	23,98	12,91
SiO ₂	31,67	32,04
TiO ₂	—	0,12
ThO ₂	0,33	—
Glühverlust	2,25	2,63
	100,07	100,16

1) Inkl. Ce₂O₃.

2) Spur Phosphorsäure.

42. Allanit, sammelschwarz, Fundort nicht angegeben; anal. F. A. Genth, Am. Journ. **40**, 114 (1890); Z. Kryst. **20**, 474 (1892).

43. Allanit, tiefbraunschwarz; anal. wie oben.

	44.	45.	46.
δ	3,323	3,368	—
Na ₂ O, K ₂ O	0,46	—	2,18
MgO	—	—	4,25
CaO	11,47	11,32	7,75
MnO	1,12	1,00	—
FeO	10,48	10,04	9,51
Al ₂ O ₃	16,42	17,80	21,42
Fe ₂ O ₃	4,49	1,20	
La ₂ O ₃	3,47	14,20	24,72
Di ₂ O ₃	6,91		
Ce ₂ O ₃	11,14	—	
CeO ₂	—	8,00	—
SiO ₂	32,35	32,90	29,60
UO ₂	—	Spur	—
H ₂ O	2,31	3,20	0,67
	100,62	99,66	100,10

	47.	48.	49.
δ	3,302	3,518	—
Na ₂ O	0,08	Spur	—
K ₂ O	0,12	0,15	—
BeO	Spur	—	—
MgO	0,10	0,90	0,04
CaO	15,94	7,30	19,54
MnO	1,20	2,17	0,13
FeO	1,23	10,63	0,06
Al ₂ O ₃	12,80	11,46	17,80
Fe ₂ O ₃	2,60	8,50	2,79
Y ₂ O ₃	10,01	9,99	0,65
La ₂ O ₃	3,24	1,10	5,66
Pr ₂ O ₃	6,6	2,3	5,70
Nd ₂ O ₃	6,7	4,6	2,90
Ce ₂ O ₃	6,6	5,66	8,59
SiO ₂	29,23	22,50	31,71
ZrO ₂	—	—	0,22
TiO ₂	—	10,41	—
SnO ₂	—	0,12	—
ThO ₂	—	0,27	0,22
Nb ₂ O ₅	—	—	1,15
Ta ₂ O ₅	—	—	0,40
H ₂ O	2,94	1,49	1,57
	99,39	99,55	99,13

44. Von Amelia Co., von der Mica Mine bei Amelia Court House (Virginia); anal. F. P. Dunnington, Am. Chem. Journ. **4**, 138 (1882); Z. Kryst. **7**, 424 (1883).

45. Amelia Court House, Amelia Co. (Virginia); anal. G. A. König, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad. 1882, 15; Z. Kryst. 7, 424 (1883).

46. Allanit von Gyttop (Schweden); anal. G. Nordenström, Geol. För. Förh. 21, 540 (1890); Z. Kryst. 20, 386 (1892).

Glühverlust und Alkalien aus der Differenz bestimmt.

47. Aus Granit der Umgegend von Fahlun, eingewachsene Körner; anal. G. Tschernik, Verh. d. kais. russ. min. Ges. 45, 321 (1907); Z. Kryst. 47, 292 (1910).

48. Aus demselben Gestein, säulenförmige Kristalle; anal. wie oben.

49. Mit Tantalit, Thorit und Zirkon gemengter Orthit, welcher mit Gadolinit und Yttrotantalit zusammen vorkommt, Fundort wahrscheinlich Ytterby; anal. G. Tschernik, ebenda 293.

Sehr merkwürdig ist der Unterschied der Orthite 47 u. 48, trotzdem sie im gleichen Gestein vorkommen; während die Körner sehr viel Eisenoxydul und auch Eisenoxyd enthalten, zeigen die Kristalle nur sehr wenig von diesen, auch der Kaligehalt zeigt große Unterschiede. Sehr eisenarm ist auch der Orthit von Ytterby.

	50.	51.	52.
Na ₂ O	—	—	1,36
K ₂ O	—	—	1,19
BeO	—	—	0,42
MgO	0,88	3,69	0,31
CaO	10,21	—	8,88
MnO	—	—	Spur
FeO	—	—	11,67
Al ₂ O ₃	15,69	12,20	14,18
Fe ₂ O ₃	15,32	30,33	5,35
Y ₂ O ₃	—	—	0,21
La ₂ O ₃	7,81	—	—
Ce ₂ O ₃	8,32	17,99	11,23
Nd ₂ O ₃	3,41	4,76	10,73 ¹⁾
Pr ₂ O ₃	1,81	2,31	
SiO ₂	34,46	29,21	31,90
H ₂ O	1,09	—	2,87
	99,00	100,49	100,30

50. Orthit von Miasc; anal. W. Muthmann u. L. Stützel, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 32, 2675 (1899).

51. Von Llano Co. (Texas); anal. wie oben.

Diese Analyse zeigt eine ganz abnorme Zusammensetzung, indem kein Kalk darin angegeben ist. Leider fehlt hier, wie bei der früheren Analyse, die Trennung der Oxydationsstufen des Eisens, man kann vermuten, daß der Kalk durch Eisenoxydul vertreten ist.

52. Radautal (Harz); anal. J. Fromme, Tsch. min. Mit. 28, 323 (1909).

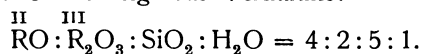
¹⁾ In dieser Zahl ist auch La₂O₃ enthalten.

	53.	54.	55.
δ	3,76	—	—
Na ₂ O	0,06	0,17	—
K ₂ O	0,09	0,19	—
MgO	2,07	1,68	—
CaO	10,06	9,03	15,58
MnO	0,07	1,03	0,54
FeO	12,82	14,46	11,60
Al ₂ O ₃	10,48	14,04	12,40
Fe ₂ O ₃	8,18	12,47	4,50
Y ₂ O ₃	0,47	0,06	0,40 ¹⁾
(La, Di) ₂ O ₃	—	—	7,38
Ce ₂ O ₃	16,82	15,48	9,08
SiO ₂	30,91	26,37	32,00
TiO ₂	—	1,20	—
ThO ₂	0,38	2,17	5,60
U ₃ O ₈	4,81	—	—
H ₂ O	1,85	1,45	1,24
Quarz	0,17	—	—
	99,24	99,80	100,32

53. In Geröllen (Kies) der Provinz Sabaragamuwa (Ceylon); anal. G. Tschernik, Bull. Ac. St. Pétersbourg 1913; nach Ref. N. JB. Min. etc. 1915, I, 37.

54. Orthit aus dem Granit von Denegama bei Belihul Oya, Balangoda Distrikt (Ceylon) Administrativ Report, Ceylon, Mineral Survey 1904 05, 17. Siehe dasselbe Referat.

Der erstgenannte Orthit zeigt das Verhältnis:



55. Von Ambatofotsi Kely (Madagaskar); anal. F. Pisani bei A. Lacroix, Bull. Soc. min. 35, 232 (1912). Summe im Original irrtümlich 100,82.

Scandiumhaltiger Orthit.

	56.	57.
K ₂ O	0,22	0,51
MgO	3,80	4,39
CaO	10,25	4,72
MnO	Spur	Spur
FeO	6,02	—
Al ₂ O ₃	12,88	15,21
Fe ₂ O ₃	10,01	12,05
Sc ₂ O ₃	0,80	1,00
Ce ₂ O ₃ ²⁾	16,45	16,80
SiO ₂	30,52	23,53
ThO ₂	1,32	1,10
CO ₂	0,90	6,90
H ₂ O	7,34	14,01
	100,51	100,22

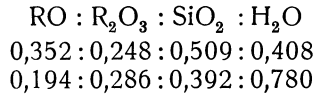
56. Orthit von Finnland; anal. R. J. Meyer, Sitzber. Berliner Ak. 1911, 379.

57. Verwitterungsprodukt des vorigen; anal. wie oben.

¹⁾ Mit Er₂O₃ zusammen bestimmt.

²⁾ Ceroxyd mit den anderen Oxyden der seltenen Erden.

Das Molekularverhältnis ist für diese Analysen:



Daher die Formeln: I. $3,5 \text{ RO} \cdot 2,5 \text{ R}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ SiO}_2 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$,
 II. $2 \text{ RO} \cdot 3 \text{ R}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{ SiO}_2 \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}$.

Verwitterte kalkarme und eisenarme Orthite.

	58.	59.
δ	2,74	2,872
Na_2O	0,14	0,38
K_2O	0,36	0,28
MgO	0,94	1,84
CaO	3,34	6,99
MnO	1,14	0,44
FeO	1,21	5,45
Al_2O_3	13,84	15,80
Fe_2O_3	3,65	2,17
Y_2O_3	1,28	1,36
$\text{La}_2\text{O}_3, \text{Di}_2\text{O}_3$	11,42	10,17
Ce_2O_3	6,59	6,55
SiO_2	31,54	32,02
ThO_2	1,34	1,50
H_2O	21,11 ¹⁾	12,25 ²⁾
CO_2	1,49	2,93
	99,39	100,13

58. Schmutzig gelb, verwittert, von Eriksberg bei Stockholm; anal. P. T. Cleve bei Nils Engström, Inaug.-Diss. (Upsala 1877); Z. Kryst. 3, 197 (1879).
 59. Schwarz, verwittert, von ebenda; anal. wie oben.

Verwitterte Orthite mit hohem Wassergehalt.

	60.	61.
δ	2,92	3,07
Na_2O	—	0,66
K_2O	0,35	0,58
CaO	10,99	4,97
FeO	6,42	5,13
Al_2O_3	18,06	22,17
Fe_2O_3	5,10	5,47
Y_2O_3	2,77	2,08
La_2O_3	4,01	6,67
Di_2O_3	3,76	2,88
Ce_2O_3	3,75	4,35
Er_2O_3	0,78	—
SiO_2	33,48	30,89
ThO_2	Spur	—
H_2O	9,72	14,63
	99,19	100,48

¹⁾ Davon entwichen 7,22% bei 100°.

²⁾ Davon entwichen 1,20% bei 100°.

60. Verwittert, grauschwarz, von Ytterby; anal. Nils Engström, wie Anal. Nr. 58.
61. Von Karlsberg, schwarzgrau, rotfleckig, verwittert; anal. wie oben.

Vasit.

Der Vasit Bahrs¹⁾ und Nils Engströms ist ein zersetzter Orthit.

Analysen.

	1.	2.
CaO	7,95	3,60
Al ₂ O ₃	11,45	15,65
Fe ₂ O ₃	17,21	10,97
Y ₂ O ₃	3,77	3,52
La ₂ O ₃	4,64	3,50
Di ₂ O ₃	3,46	4,42
Ce ₂ O ₃	3,64	4,19
Er ₂ O ₃	2,22	1,93
SiO ₂	32,75	38,40
ThO ₂	0,98	0,94
H ₂ O	11,95	13,97
	100,02	101,19

1. u. 2. Von Rönsholm (Schweden); anal. Nils Engström, Inaug.-Diss. (Upsala 1877); Z. Kryst. **3**, 199 (1899).

Eigenschaften. Schwarzbraun glänzend, mit einem roten Mineral, in welches er übergeht, verwachsen; in dünnen Splintern durchscheinend. Strich des roten Minerals hell, gelbbraun, der des schwarzbraunen rotbraun. In Salzsäure leicht zersetzbar.

Vorkommen anderer Stoffe im Orthit. H. Erdmann²⁾ fand in Orthit von Arendal (wie auch in Gadolinit, Euxenit, Fergusonit, Äschinit u. a.) Stickstoff. Die gefundene Menge betrug 0,014%; er sprach im Gegensatz zu W. A. Tilden,³⁾ welcher der Ansicht ist, daß Helium in Mineralien adsorbiert ist, die Meinung aus, daß Stickstoff in jenen Mineralien, ebenso wie Helium in Verbindung mit einem Metalle vorhanden sei, welches durch feuchte Luft unter Bildung von Ammoniak zersetzt wird. Vgl. auch S. 861 bei R. J. Meyer.

Wassergehalt des Orthits. F. Zambonini⁴⁾ bespricht die Formel dieses Minerals und prüft die Frage, ob die für manche Orthite angenommene Formel H₂R₄R₆Si₆O₂₆ von der Zersetzung herrührt.

Er untersuchte die Dehydration eines Orthits von Arendal, dessen Totalgehalt an Wasser 5,75% ist.

Schwefelsäure von der Dichte 1,835 entzieht ihm sehr wenig Wasser, nämlich:

Nach 3 Stunden:	0,09%
„ 25 „	0,16
„ 97 „	0,22

¹⁾ Bahr, Pogg. Ann. **119**, 572.

²⁾ H. Erdmann, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **29**, 1710 (1896); Z. Kryst. **30**, 645 (1899).

³⁾ W. A. Tilden, Proc. Roy. Soc. **59**, 218 (1895); Z. Kryst. **30**, 87 (1899).

⁴⁾ F. Zambonini, Atti R. Acc. sc. Napoli **14**, 77 (1908).

Bei Erhitzung in einem feuchten Luftstrom ergaben sich folgende Resultate:

Temperatur	Gewichtsverlust
120°	0,36%
210	1,27
265	1,68
305	1,95
348—350	2,18
400	2,55
445	3,07

Daraus schließt F. Zambonini, daß ein beträchtlicher Teil des Wassers nicht an der Zusammensetzung des Minerals teilnimmt, sondern als gelöstes Wasser zu betrachten ist. Da der untersuchte Orthit amorph war, so kann vielleicht das gesamte Wasser als gelöstes vorhanden sein.

Alle Orthite, welche mehr Wasser enthalten, als es die Formel $H_2R_4R_6Si_6O_{26}$ verlangt, sind zersetzt.

Formel.

Überblickt man die Analysen, so findet man ziemlich häufig Unterschiede, sowohl im Eisengehalt, als auch bezüglich der einzelnen seltenen Erden. Was letztere anbelangt, so muß immerhin auf die verschieden genaue Bestimmung derselben bei verschiedenen Analytikern Rücksicht genommen werden. Insbesondere sind ältere Analysen wegen der damals noch wenig gut entwickelten analytischen Methoden nicht mit neueren vergleichbar und so führen Analysen von demselben Fundort bei verschiedenen Analytikern oft zu ganz abweichenden Resultaten. Ganz auffallend ist jedoch auch bei einem und demselben Analytiker der Unterschied in den Resultaten bei Analysen von demselben Fundort. So ergeben zwei Analysen von G. Tschernik¹⁾ bei zwei Orthiten aus demselben Gestein ganz abweichende Resultate, wobei namentlich der große Unterschied im Eisengehalt auffällt (vgl. S. 868). Der neulich von G. Tschermak²⁾ betonte Unterschied der Resultate mehrerer Analysen desselben Fundorts kann also auch darin liegen, daß die Vorkommen von demselben Fundort untereinander abweichen; insbesondere wird dies zutreffen, wo Kristalle und Gesteinseinsprenglinge vorliegen.

C. F. Rammelsberg³⁾ hat einige Analysen berechnet, er hat jedoch die seltenen Erden mit der Tonerde vereinigt, wodurch kein ganz klares Bild sich ergibt.

Fundort	I H:R	III :R:Si	I R:Si	II H:R	II R:Si	Analytiker
Miasc	0,5:1	:2:2,1	4,2:1	1:2	1:2	C.F.Rammelsberg,
Grönland	0,8:1,7	:2:2,36	4,3:1	1:2	1:1,4	C.F.Rammelsberg,
East Bradford	0,5:1,5	:2:2	4,6:1	1:3	1:1,4	C.F.Rammelsberg,
Bethlehem	1,5:1,3	:2:2,1	4,7:1	1:1	1:1,4	F. A. Genth,
Amelia Co.	1,4:1,4	:2:2,1	5 :1	1:1	1:1,5	P. Dunnington,
Amelia Co.	1,5:1,4	:2:2,2	4,7:1	1:1	1:1,5	G. A. König,
Colorado	1,5:1,7	:2:2,3	4,7:1	1:1	1:1,4	L. G. Eakins,
Alexander Co.	1,2:0,6	:2:1,6	5,3:1	1:0,5	1:2,6	F. A. Genth,

¹⁾ G. Tschernik, l. c. vgl. S. 868.

²⁾ G. Tschermak, ZB. Min. etc. 1916, 2.

³⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 255 (1895).

Fundort	I		II		Analytiker
	H:R	:R:Si	R:Si	H:R	
Staatesville	0,6:1,35	:2:1,9	5:1	1:2	1:1,4 Keller,
Nelson Co.	1,1:1,5	:2:2	5,1:1	1:1,3	1:1,3 Memminger,
Orange Co.	0,6:0,9	:2:1,5	5,6:1	1:1,5	1:1,7 F. A. Genth,
Banks Co.	0,7:0,8	:2:1,4	6:1	1:1	1:1,7 F. A. Genth,
Banks Co., schwarz	0,7:1,1	:2:1,5	6:1	1:1,6	1:1,3 F. A. Genth,
Banks Co., braun	0,6:0,7	:2:1,14	6,9:1	1:1	1:1,6 F. A. Genth,
Bastnäsgrube	0,1:0,9	:2:1,2	6,6:1	1:9	1:1,3 P. T. Cleve.

Die Epidotformel verlangt nach C. F. Rammelsberg $H:R = 1:2$, $R:R = 1,33:1$, $R:Si = 1:1,5$ und $R:Si = 1:2$.

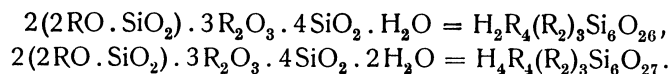
Wegen der Unsicherheit der Wasserbestimmung wird das Verhältnis 1:2 häufig nicht vorhanden sein.

Nach C. F. Rammelsberg gibt es Orthite, welche der Epidotformel entsprechen, während andere abweichend zusammengesetzt sind. Es wird dies durch die häufige Umwandlung, wobei amorphe Substanz entsteht, erklärlich.

Nils Engström hat seine und P. T. Cleves Analysen berechnet. Er berechnet die Sauerstoffproportionen der Bestandteile RO , R_2O_3 , SiO_2 u. H_2O .

Fundort	$RO:R_2O_3:SiO_2:H_2O$
Hitterö	1:2,27:3,25:0,797
Ural	1:2,32:3,01:0,456
Chester Co.	1:2,52:3,32:0,394
Slättakra	1:2,21:3,03:0,645
Ytterby	1:2,24:3,21:0,557
Kragerö	1:2,51:3,33:0,635
Allvö	1:2,32:3,20:0,797
Egedes Minde	1:2,03:2,86:0,227
Näskilen	1:2,29:2,96:0,277
Blakstadbö	1:2,64:3,50:1,180
Stockholm	1:2,53:3,23:0,998
Ytterby	1:2,68:3,85:1,87
Karlberg	1:5,13:5,82:4,59 (?)
Tunaberg	1:1,70:2,77:0,423
Bastnäs	1:1,82:2,78:0,049
Kragerö	1:1,80:2,78:0,072
Hitterö	1:1,92:2,74:0,474
Näskilen	1:2,29:3,24:0,462
Buö	1:2,07:2,97:0,250
Körsbärhagen	1:2,27:3,51:0,040
Grönland	1:1,71:2,74:0,560
Ytterby, grünschwarz	1:2,00:2,96:0,292
Ytterby, lange Strahlen	1:2,16:3,22:1,49
Kartagobacke	1:2,19:3,09:0,356
Eriksberg	1:2,03:2,92:0,71

Nils Engström kommt zu folgenden Formeln:



In diesen Formeln ist

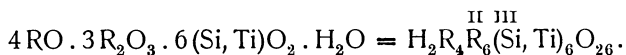
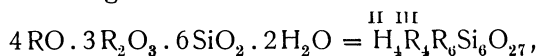
$R_2 = 2/15 \text{ Fe}_2, 8/15 \text{ Al}_2, 5/15 \text{ Ce}_2$ bzw. La, Di, Y, Er; $R = 2/5 \text{ Fe}, 3/5 \text{ Ca}$.

Die erste Formel dürfte für den frischen Orthit gelten.

P. Groth gibt die Formel:



G. Tschernik gibt für die beiden von ihm ausgeführten Analysen des Orthits von Fahlun folgende Formeln:



Siehe auch S. 870 und 871 die Berechnungen von J. Fromme und von R. J. Meyer.

Umwandlung des Orthits.

Wir haben oben einige Analysen zersetzter Orthite gesehen. Aus denselben geht hervor, daß diese, welche überdies in amorphe Substanz umgewandelt sind, durch höheren Wassergehalt sich auszeichnen. Im Gegensatz zu solchen, welche ganz oder fast zur Gänze aus kristallinem Material bestehen, zeichnen sich die amorphen Orthite durch höheren Gehalt an Wasser aus (siehe die Arbeit von F. Zambonini, S. 872).

Die Rückbildung des amorphen in kristallinischen Orthit hat Th. Liebisch untersucht (vgl. S. 876).

Bei weitergehender Zersetzung, wie sie manche Analysen zeigen, steigt der Wassergehalt und vermindert sich der Kieselsäuregehalt. Bei den von Nils Engström analysierten (Nr. 28 bis Nr. 32) tritt Kohlensäure auf, wobei sich auch der Kalk- und Eisengehalt verringert. Dabei steigt der Wassergehalt sehr stark.

Die Vasis genannte zersetzte Varietät des Orthits zeigt ebenfalls viel Wasser und wenig Kalkerde.

Bei der Zersetzung des scandiumhaltigen Orthits von Finnland, welchen R. J. Meyer analysierte (vgl. S. 870) tritt ein beträchtlicher Kohlensäuregehalt auf, nebst einem erheblichen Wassergehalt.

Neben dieser allgemein beobachteten Zunahme des Wassergehalts kann aber auch, wie bei den zersetzten Orthiten von Amherst Co. und Nelson Co. (siehe S. 876) eine große Verminderung des Kieselsäuregehalts eintreten, der Wassergehalt aber auch umgekehrt wie in einem vorhin angegebenen Falle stark vermehrt werden, und der Gehalt an Ceroyd beträchtlich sinken.

K. v. Fritsch¹⁾ gibt eine Umwandlung des Orthits von Ilmenau in roten Ton an und J. Roth²⁾ erwähnt nach R. Blum²⁾ eine Umwandlung in Glimmer.

¹⁾ K. v. Fritsch, Z. Dtsch. geol. Ges. **12**, 105.

²⁾ R. Blum, Pseudomorphosen III, 104; siehe auch J. Roth, Chem. Geol. I, 385 (1879).

Zersetzungsprodukte des Orthits.

	1.	2.	3.	4.
δ	—	—	—	2,606
Na_2O	—	—	—	0,43
K_2O	—	—	—	0,20
BeO	0,24	1,95	0,94	—
MgO	0,22	—	—	0,29
CaO	8,69	—	—	—
FeO	13,67	—	—	—
Al_2O_3	16,45	20,66	16,83	23,28
Fe_2O_3	3,49	12,24	37,14	34,48
Y_2O_3	1,65	—	—	—
La_2O_3	9,90	—	—	3,27
Di_2O_3				0,65
Ce_2O_3	11,24	21,90	7,13	1,30
SiO_2	31,23	21,37	8,05	18,66
H_2O	2,28	21,37	29,55	17,16
	99,06	99,49	99,64	99,72

1. Unzersetzter Allanit von Amherst Co.; anal. J. W. Mallet, Ch. N. **38**, 94 (1878); Z. Kryst. **6**, 96 (1883).

2. Äußere Schicht, Zersetzungsprodukt desselben Kristalls; anal. wie oben.

3. Innere Schicht desselben Kristalls; anal. wie oben.

4. Erdig, bräunlichgelb, von Lowesville, Nelson Co.; anal. E. P. Valentin bei W. G. Brown, Am. Journ. Chem. Soc. **6**, 172 (1885).

Auffallend ist ein Berylliumgehalt, welcher sich sonst in sehr wenig Analysen vorfindet.

Bei Orthit tritt, wie bei anderen ähnlichen Mineralien, z. B. Gadolinit, eine allmähliche Umwandlung des kristallisierten Zustandes in den amorphen ein. Nur an den pyrognomischen Mineralien ist eine derartige Umwandlung und damit verbundene Erhöhung des Energiezustandes beobachtet worden, welche nicht auf Schmelzvorgang beruht. Der Energieverlust bei der durch Glühen erzeugten Rückbildung des kristallisierten Zustandes entspricht der Energieabgabe bei der Entglasung unterkühlter und amorph erstarrter Schmelzen.

Auf die Volumveränderung bei der Zustandsänderung hat schon Th. Scheerer¹⁾ aufmerksam gemacht. Ferner hat H. Rose²⁾ sich damit befaßt. Hier einige Zahlen nach der Zusammenstellung von Th. Liebisch.³⁾

Zunahme der Dichte durch Glühen.

Fundort	Dichte		Beobachter
	Vor dem Glühen	Nach dem Glühen	
Orthit, Hitterö	3,50	3,60	Th. Scheerer 1842
" "	3,450–3,456	3,505	H. Rose 1843
" "	3,496	3,598	Th. Scheerer 1844
" "	3,485	3,617	" 1844

¹⁾ Th. Scheerer, Pogg. Ann. **51**, 493 (1840); **56**, 485 (1842); **61**, 636 (1844).

²⁾ H. Rose, Pogg. Ann. **52**, 591 (1841); **59**, 102, 481 (1843); **72**, 469 (1847).

³⁾ Th. Liebisch, Monatsber. Berliner Ak. 1910, 358.

Fundort	Dichte		Beobachter	
	Vor dem Glühen	Nach dem Glühen		
Orthit, Hitterö	3,470	3,523	Th. Scheerer	1844
" "	3,452	3,580	"	1844
" "	3,432	3,507	"	1844
" Jotun-Fjeld	3,54	3,76	"	1840

Es tritt demnach beim Glühen eine Zunahme der Dichte ein.

Chemische und physikalische Eigenschaften.

Spaltbar nach (001); spurenweise nach (100). Dichte 3,5—4,2. Farbe schwarz, oft rötlichbraune Zersetzungsrinde. Wenig durchscheinend, im Dünnschliff durchsichtig mit grauen, graugrünen, bräunlich grünen oder rötlichbraunen Farbentönen. Glasglanz, fettartig oder auch halbmatt. Pleochroismus deutlich.

Härte 5,5—6.

Brechungsquotient $N_{\beta} = 1,682$ am Orthit von Näskilen, nach A. Michel-Lévy u. A. Lacroix; $N_{\gamma} > 1,78$ am Orthit von Edenville. Doppelbrechung $N_{\gamma} - N_{\alpha} = 0,032$ nach A. Michel-Lévy u. A. Lacroix. Viele Orthite erscheinen entweder vollkommen isotrop, oder als Gemenge von isotroper und nicht isotroper Substanz.

Die Ebene der optischen Achsen liegt in der Symmetrieebene. Winkel $2V = 65-70^{\circ}$.

Th. Liebisch hat Untersuchungen über die Rückbildung des kristallinen Zustandes aus dem amorphen beim Erhitzen, wie schon früher bei Gadolinit (vgl. Bd. II, Abt. 1 S. 172) erwähnt, ausgeführt. Zu den pyrognomischen Mineralien gehört auch der Orthit. Versuche an einem Vorkommen von Ytterby zeigten keine Lichterscheinung; die Erhitzungskurve zeigt nur ein allmähliches Ansteigen. Hier die Resultate:

Dauer der Erhitzung in Sekunden	Temperatur	
	Im Ofen	Im Tiegel
0	202 ^o	98 ^o
500	722	600
550	751	642
600	777	671
700	826	750
800	878	857
900	912	912
1000	939	939

Radioaktivität. V. M. Goldschmidt¹⁾ fand am Orthit von Aavitsland, Evje (Norwegen) nur ganz geringe Radioaktivität. Orthit von Flekkefjord (Norwegen) ist nach dem Genannten ebenfalls schwach radioaktiv.

E. T. Wherry²⁾ konstatierte ebenfalls die Radioaktivität an pennsylvanischem Allanit. Auch E. P. Bellmer³⁾ fand radioaktive Orthite, deren Aktivität er durch Thoriumgehalt erklärt. Radium konnte nicht konstatiert werden.

¹⁾ V. M. Goldschmidt, Z. Kryst. **45**, 494 (1908).

²⁾ E. T. Wherry, Mineral Collector, **14**, 17 (1907); Z. Kryst. **46**, 391 (1909).

³⁾ E. P. Bellmer, N. J. B. Min. etc. 1913, I, 184.

Heliumgehalt ist konstatiert.

Vor dem Lötrohre schäumt Orthit und bläht sich auf und schmilzt leicht zu schwarzem magnetischem Glas. In der Borax-Bleioxydperle gibt Orthit nach W. Florence¹⁾ die Cerreaktion.

Zersetzbarkeit. Die meisten Varietäten von Orthit sind durch Salzsäure zersetzbar, unter Gallertabscheidung; nach dem Glühen sind sie dann nicht mehr zersetzbar, während einige Varietäten gerade das umgekehrte Verhalten zeigen. Möglicherweise hängt dies mit der Umwandlung des kristallisierten Orthits in amorphe Substanz zusammen, welche, wie wir sahen, durch Glühen wieder aufgehoben wird.

Vorkommen und Genesis.

Der Orthit kommt sowohl in Tiefengesteinen, als auch in Gneisen, Amphiboliten (vereinzelt im Glimmerschiefer), dann in Pegmatiten vor. Die erwähnten Gesteine der Schieferformation können wir wohl als umgewandelte Eruptivgesteine auffassen, so daß man sagen kann, es komme der Orthit als Nebengemengteil der Tiefengesteine vor. Diese sind besonders Granite, Syenite, Eläolithsyenite und Diorite. Auch in Auswürflingen kommt er vor.

Der Orthit fehlt dagegen, wie es scheint, in den aus trockenem Schmelzfluß gebildeten Gesteinen und kommt in solchen vor, welche sich aus einem Schmelzfluß, welcher vielleicht Wasser, dann auch Kristallisatoren enthielt, bildeten.

Bemerkenswert ist auch das Vorkommen in einem Magneteisenlager bei Moriah und als Kontaktprodukt.

Aus dem Vorkommen kann man schließen, daß Orthit, welcher ja wasserhaltig ist, sich nicht aus reinem Schmelzfluß, sondern entweder aus einem solchen, wie wir ihn in Graniten vermuten, dann auch unter Verhältnissen, wie sie bei der Entstehung der Pegmatite herrschen und als Kontaktprodukt bildet. Auch die als Auswürflinge vorkommenden dürften sich zwar bei hoher Temperatur, aber doch unter Mitwirkung von Kristallisatoren gebildet haben. Dagegen scheint eine reine Bildung aus wäßrigen Lösungen, wie wir es für den Epidot von der Knappenwand vermuten, oder für pseudomorphe Epidote für Orthit nicht zuzutreffen.

Leider fehlen Versuche über den totalen Wasserverlust und auch Synthesen, so daß Genaueres über die Bildungsweise von Orthit nicht angegeben werden kann.

Granatgruppe.

Von C. Doelter (Wien).

Diese Gruppe umfaßt eine Anzahl regulär kristallisierender Mineralien, in welchen folgende Silicate enthalten sind: Magnesiumaluminiumorthosilicat (Pyrop, siehe S. 602), Calciumaluminiumorthosilicat, Calciumeisenoxyd-orthosilicat, Calciumchromoxyd-orthosilicat, Eisenoxyduloxydorthosilicat, Eisenoxydulaluminiumorthosilicat, Magnesiumferrialuminiumorthosilicat, Manganaluminiumorthosilicat. Endlich kommen noch manganoxydulhaltige Granate hinzu, welche jedoch niemals vorwiegend das Manganoxydul enthalten, daher sie nur als Unter-

¹⁾ W. Florence, N. JB. Min. etc. 1898, II, 142.

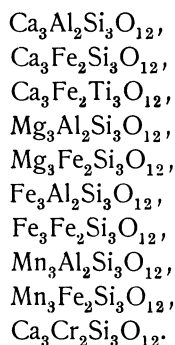
abteilungen der genannten Silicate erscheinen. Unter den Kalktongranaten und Calciumferriorthosilicaten gibt es solche mit größerem Gehalt an Titanoxyd, welche bei diesen Abteilungen als Unterabteilungen erscheinen.

Die chemische Einteilung deckt sich nicht ganz mit der mineralogischen, aber doch zum Teil. Es enthält eine chemisch charakterisierte Abteilung mehrere mineralogisch mit verschiedenen Namen behaftete Varietäten.

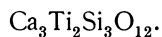
Von diesen Granatmineralien haben wir das eine, den Magnesiumaluminiumgranat oder Pyrop, bereits bei den Magnesiumsilicaten behandelt. Die nur wenig Magnesium oder Calcium enthaltenden Granate, Almandin und Spessartin, enthalten vorwiegend Ferroaluminiumorthosilicat, bzw. Manganaluminiumorthosilicat; wir bringen sie daher bei den Eisenoxydul und Manganoxydul enthaltenden Silicaten im weiteren Verlaufe. Daher haben wir hier zu behandeln: Den Calciumaluminiumgranat, den Calciumferrigranat, den Kalkchromgranat. Die titanhaltigen kann man bei den erstgenannten Granaten besonders abtrennen.

Die Anordnung der Analysen wird man bei den zwei erstgenannten am besten nach abnehmendem Aluminium und wachsendem Eisenoxydgehalt durchführen, da diese beiden isomorphe Mischungen von Calciumaluminiumorthosilicat und Calciumferriorthosilicat sind.

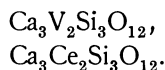
Die konstituierenden Komponenten der Granatgruppe sind:



Dazu käme noch die wahrscheinliche Verbindung:



Dann die jedenfalls nur in kleinsten Mengen vorkommenden Verbindungen:



Die von J. Morozewicz dargestellte Verbindung $\text{Na}_6\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ (vgl. S. 261) kommt in der Natur nicht vor; es läßt sich aber der in Granaten mitunter beobachtete kleine Natrongehalt durch isomorphe Beimengung dieses Silicats erklären.

W. C. Brögger¹⁾ rechnet zur Granatgruppe auch die Mineralien Sodalith, Hauyn, Lasurstein, sowie Helvin.

Isomorphe Mischungen in der Granatgruppe. H. E. Boeke²⁾ hat die Mischbarkeit der Granate, welche in der Natur vorkommen, durch eine statistische

¹⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst **18**, 211 (1891).

²⁾ H. E. Boeke, Z. Kryst. **53**, 149 (1914).

Zusammenstellung klargelegt und die vorhandenen Mischungen in einer Dreiecksprojektion, wobei die Hauptkomponenten Magnesia, Eisenoxydul und Manganoxydul angenommen wurden, versinnlicht. Dabei konnten aber nur die kalkarmen Granate berücksichtigt werden, daher sich die Betrachtung auf die kalkreichen nicht erstreckt.

Vorher hatte E. Weinschenk¹⁾ eine Systematik der Granatgruppe gegeben, wobei er hervorhob, daß den Kalkgranaten eine zweite Gruppe gegenübersteht, nämlich die der Eisenoxydul-, Magnesia- und Manganoxydulgranate. Diese letzteren zeigen eine vollständige Mischungsreihe. Auch die Kalkgranate zeigen unter sich eine vollständige Mischungsreihe, von tonerdehaltigen und eisenoxydhaltigen. In beiden Reihen stehen sich Kalk- und Mangangranate am nächsten. Mischungen beider sind nach ihm nicht häufig. In Kalkgranaten beobachtet man selten eine Beimengung von mehr als einigen Prozenten Eisenoxydulgranat. Eine Beimengung von Magnesiagranat fehlt häufig sogar in Spuren. Dagegen führt der Eisenoxydulgranat fast stets, der Magnesiagranat konstant einen bedeutenden Gehalt an Kalkgranat.

H. E. Boeke kommt bei seiner Zusammenstellung zu folgenden Schlüssen:

Zwischen Eisentongranat und Magnesiagranat besteht eine lückenlose Mischungsreihe, dasselbe gilt für Eisentongranat und Mangantongranat. Dagegen ist zwischen Magnesiagranat und Mangantongranat eine ausgedehnte Mischungslücke vorhanden. Die Mischbarkeit zwischen Magnesiagranat zu Eisentongranat-Mangantongranat scheint größer zu sein als die von Mangantongranat zu Eisentongranat-Magnesiagranat.

Zwischen Kalktongranat einerseits, Magnesia-, Eisenoxydul- und Manganoxydulgranat andererseits, besteht eine Mischungslücke von etwa 20–75% MO(MgO + FeO + MnO), berechnet auf CaO + MO = 100.

Zwischen Kalkeisengranat und Kalktongranat existiert eine lückenlose Mischungsreihe. Die Aufnahmefähigkeit für MO nimmt mit steigendem Eisenoxydgehalt in der genannten Reihe wahrscheinlich erst ab, dann aber deutlich zu, insbesondere was MnO betrifft.

Im Magnesiagranat, Eisentongranat und Mangantongranat kann Tonerde bis etwa 45% (berechnet auf $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 100$) durch Eisenoxyd isomorph ersetzt werden. Die drei Granate verhalten sich darin nicht verschieden.

In den genannten drei Granaten verringert die Zunahme von Eisenoxyd die Aufnahmefähigkeit von Calciumoxyd. Kalktongranat kann die drei oben genannten Granate in ungefähr gleichem Maße aufnehmen, dagegen hat Mangantongranat eine geringere Lösungsfähigkeit für Kalktongranat als Magnesiagranat und Eisentongranat. Der Mangantongranat nimmt daher keine Sonderstellung in der unterbrochenen Reihe der Tongranate als vermittelndes Glied zwischen Kalkgranat und den MO-Granaten ein.

H. E. Boeke hat die graphische Darstellung dadurch gegeben, daß er außer der erwähnten Dreiecksprojektion noch eine zweite gibt, bei welcher auf der Abszisse Al_2O_3 und Fe_2O_3 aufgetragen werden, während auf der Ordinate der MO-Gehalt eingetragen ist. Daraus geht die erwähnte Lücke deutlich hervor, während zwischen Grossular und Andradit eine solche nicht vorkommt.

¹⁾ E. Weinschenk, Z. Kryst. **25**, 366 (1896); vgl. auch J. Uhlig, Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westf. **67**, 307 (1910).

Färbemittel. Über das Färbemittel der Granate wurden verschiedene Ansichten geäußert. E. Weinschenk¹⁾ hat mit Recht behauptet, daß die Hauptbestandteile: Kalk, Eisenoxyd, Tonerde und Kieselsäure die Färbung nicht verursachen können; da auch der Mangantongranat in reinem Zustande ungefärbt ist, so läßt sich die Farbe auf dieses Element, nämlich Mangan, nicht zurückführen. Er weist auf den unaufgeklärten Glühverlust hin, welcher vielleicht die Farbe der Kalkgranate verursacht; er vermutet eine durch die Analyse noch nicht aufgefundene anorganische Substanz als Färbemittel.

J. Uhlig²⁾ kommt auf diese Ansicht zurück und glaubt, da er in Kalkgranaten Vanadinsesquioxid nachgewiesen hat (vgl. S. 902), so die tieferen Färbungen, wie sie bei Melanit vom Perlerkopf und von Laacher Apлом auf den Gehalt an dieser Substanz zurückzuführen. Die schwächer gefärbten wären durch geringeren Gehalt an Vanadinoxid gefärbt.

Diese Ansicht dürfte nicht unwahrscheinlich sein; indessen ist es meiner Ansicht nach wohl nicht ein Stoff, sondern ein Gemenge mehrerer, welche die Färbungen hervorbringen, und dürfte auch das Titanoxyd, vielleicht in Verbindung mit Eisenoxyd als Mitursache gelten können. Immerhin möchte ich gerade bei schwarzen Kalkgranaten den Einfluß des Eisenoxyds nicht ganz ausschalten.

Ein dilutes Färbemittel dürfte nicht vorliegen, sondern die färbenden Substanzen dürften in fester Lösung vorkommen. Versuche mit Radiumstrahlen wurden von mir³⁾ am Uwarowit ausgeführt, wobei sich weniger wie bei Pyrop eine Veränderung ergab.

Analysenmethode des Granats.

Was die gewöhnlichen Bestandteile der Granate anbelangt, nämlich: CaO, MgO, MnO, FeO, Al₂O₃, Fe₂O₃ und SiO₂, so ist der Gang der Analyse der gewöhnliche Gang der Silicatanalyse und verweise ich auf den Aufsatz von M. Dittrich, Bd. I.

Außerdem kommen jedoch in Granaten noch vor: NiO, Cr₂O₃, Ti₂O₃, V₂O₃, Ce₂O₃, ZrO₂ und TiO₂, welche besondere Vorsichtsmaßregeln erheischen. M. Dittrich gibt im folgenden die Bestimmung von Cr₂O₃.

J. Uhlig⁴⁾ hat sich besonders mit den seltneren Bestandteilen, TiO₂ und Ti₂O₃, dann V₂O₃ und Ce₂O₃ beschäftigt.

Er teilt die verfügbare Substanz in vier Teile. In der ersten wurden SiO₂, TiO₂, Fe₂O₃ bestimmt. In dem zweiten Anteil wird außer dem Wasser auf BaO, ZrO₂, seltene Erden Cr₂O₃, V₂O₃ gesucht. In einer dritten Portion wird FeO bestimmt. In der vierten wurden die Alkalien bestimmt. Abweichend ist die Trennung der Bestandteile Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂. Das Mangan erheischt besondere Vorsichtsmaßregeln, da es an drei Stellen gefunden wurde, nämlich zusammen mit Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂ als Mn₂O₃; weiter ist CaO und MnO mit MgO als Pyrophosphat bestimmt worden.

Die Bestimmung der seltenen Bestandteile V₂O₃ namentlich erfolgte im allgemeinen nach dem Verfahren von W. Hillebrand.

¹⁾ E. Weinschenk, Z. Kryst. **26**, 462 (1896).

²⁾ J. Uhlig, Verh. nat. Ver. f. Rheinl. u. Westf. **67**, 307 (1910); Z. Kryst. **53**, 203 (1914).

³⁾ C. Doelter, Das Radium und die Farben (Dresden 1910), 22.

⁴⁾ J. Uhlig, Verh. naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westf. **67**, 319 (1910).

Alkalien. Ihre Bestimmung erfolgt durch Aufschluß nach L. Smith, Bd. I, S. 572, speziell des Lithiums S. 583.

Chrom.¹⁾ Die Bestimmung der gewöhnlich sehr kleinen Mengen von Chrom erfolgt wie im Smaragd kolorimetrisch in einem besonderen Aufschluß. Man schmilzt zu diesem Zweck 1—2 g des Minerals mit etwa 6 g trockenem Natriumcarbonat unter Zusatz von $\frac{1}{2}$ g Salpeter, laugt die erhaltene Schmelze mit heißem Wasser aus, filtriert von dem feinpulverigen, unlöslichen Teile ab und wäscht diesen gut aus. Wenn die Farbe des Filtrats nur schwach gelb ist, so konzentriert man die Lösung in einer Platinschale und bringt sie dann, je nach der Intensität ihrer Farbe, auf ein bestimmtes Volumen, 25, 50 oder 100 ccm, ähnlich wie dies bei Titan, Bd. I, S. 576 beschrieben ist.

Diese Lösung, welche nun alles Chrom als Monochromat enthält, vergleicht man gegen eine Lösung von Kaliummonochromat von bekanntem Gehalt, welche man durch Lösen von 0,25525 g Kaliumchromat (K_2CrO_4) unter Zufügen von etwas Natriumcarbonat erhält. Man füllt zu diesem Zweck den einen Kolorimeterzylinder mit der zu untersuchenden Lösung, gibt in den anderen, je nach der Stärke, 5 oder 10 ccm der Vergleichslösung und läßt nun aus einer Bürette so viel Wasser zufließen, bis Farbgleichheit erreicht ist. Die Berechnung erfolgt wie bei Titan angegeben.

Calcium - Aluminium - Granat.

Synonyma: Kalktongranat, Grossular, weißer Granat.

Varietäten: Hessonit, Kanelstein. Die letzteren Varietäten sind durch Eisenoxyd gelb oder hyazinthrot gefärbt.

Bernsteingelber Kalktongranat wurde Succinit, ein honiggelber Romanzowit genannt; beide Namen sind überflüssig.

Analyseneinteilung. Die Anordnung erfolgt derart, daß zuerst die eisenfreien, dann die mit sehr wenig Eisenoxyden angesetzt wurden, die weitere Reihenfolge ist die mit zunehmendem Eisengehalt.

Analysen.

	A. Eisenfreie.			
	1.	2.	3.	4.
δ	—	—	3,502	—
MgO	0,6	—	3,15	—
CaO	37,1	37,15	31,90	35,85
MnO	—	—	—	1,58
Al ₂ O ₃	21,2	24,19	23,73	22,73
SiO ₂	41,1	36,86	39,56	39,12
Glühverl.	—	—	—	0,16
	100,0	98,20	98,34	99,44

1. Von Cziklova (Banat); anal. A. Beudant, *Traité de Miner.* **2**, 46.
2. Berg Schischim (Ural); anal. Croft bei G. Rose, *Reise nach den Ural* **2**, 133.
3. Aus Gabbro, Dun Mountains (N. Seeland); anal. P. Marshall, *Tr. N. Zealand Inst.* **40**, 320 (1907); *Z. Kryst.* **50**, 277 (1912).

¹⁾ Nach M. Dittrich.

4. Von Kadebek im Kaukasus, gelb; anal. Fährer nach C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 1896, 203.

Daraus geht hervor, daß es wirklich eisenfreie Grossulare gibt. Die folgenden Analysen sind praktisch auch eisenfreie.

Grossulare mit ganz unbedeutenden Mengen von Eisenoxyden.

	5.	6.	7.	8.	9.
δ	3,506	—	—	—	—
Na ₂ O	—	—	—	—	0,13
MgO	0,30	0,48	0,75	0,64	0,44
CaO	35,52	35,73	35,38	35,97	36,66
MnO	1,18	0,95	Spur	0,10	—
FeO	0,43	0,43	—	0,36	0,26
BaO	—	—	Spur	—	—
Al ₂ O ₃	21,62	21,78	21,48	22,24	22,84
Fe ₂ O ₃	0,21	0,15	1,57	0,45	0,79
SiO ₂	40,75	40,82	40,64	38,59	37,54
TiO ₂	—	—	—	—	Spur
H ₂ O	0,41 ¹⁾	0,40	—	1,11 ²⁾	1,74
F	—	—	—	0,17	—
CO ₂	—	—	—	0,39	—
	100,42	100,74	99,99 ³⁾	100,02	100,40

5. u. 6. Beide von Xalostoc im Staate Morelos (Mexico); anal. M. Seebach, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1906); Z. Kryst. **46**, 313 (1909).

7. Von ebenda; anal. C. F. de Landero, Am. Journ. **41**, 321 (1891); Z. Kryst. **22**, 410 (1894).

8. Weißer Grossular von Selma, Fresno Co. (Calif.); anal. G. Steiger bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 269 (1910).

9. Blaßgrün, kompakt, Eltoro, südl. von Lós Angeles (Calif.); anal. G. Steiger wie oben; siehe auch F. W. Clarke, Am. Journ. [3] **50**, 76.

Kalktongranate mit geringerem Eisengehalt.

	10.	11.	12.	13.	14.
δ	3,57	3,522–3,536	3,47	—	—
Na ₂ O	—	—	0,42	0,33	—
MgO	0,67	0,68	0,82	0,97	2,03
CaO	35,75	35,00	33,48	35,42	34,46
MnO	0,96	0,30 ⁵⁾	0,18	0,46	—
FeO	—	—	2,01	1,21	—
Al ₂ O ₃	21,69	22,66	20,91	20,16	21,14
Fe ₂ O ₃	1,36	1,75	—	1,03	2,37
SiO ₂	39,46	38,80	41,80	39,83	40,03
H ₂ O	0,40 ⁴⁾	—	—	1,04 ⁵⁾	0,53
	100,29	99,19	99,62	100,45	100,56

1) Glühverlust.

2) Davon entweichen 0,31% bei 105°.

3) Unzers. Rückstand 0,17%.

4) Glühverlust.

5) Mn₂O₃.

10. Rancho de S. Juan (Mexico); anal. A. Damour, C. R. **73**, 1041.
 11. Wakefield, nördl. von Hull (Canada); anal. Bullmann bei G. Kunze, Am. Journ. [3] **27**, 306.
 12. Auerbach a. d. Bergstraße; anal. P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1883, I, 110.
 13. Vom Vesuv, gelb; anal. wie oben.
 14. Von La Topa (Columbia); anal. W. Russ u. A. Stübel, Geol. Stud. in der Republik Columbia (Berlin 1899); nach Z. Kryst. **35**, 300 (1902).

	15.	16.	17.	18.	19.
δ	3,609	—	—	3,59	3,571
Na ₂ O	—	—	—	—	0,61
MgO	2,88	1,72	—	0,13	0,56
CaO	31,28	33,88	34,86	35,01	35,48
MnO	0,45	—	—	0,20	0,13
FeO	4,19	—	—	5,06	5,14
NiO	0,28	—	0,48	—	—
Al ₂ O ₃	21,13	20,15	20,10	17,76	19,23
Fe ₂ O ₃	—	4,94	5,00	—	—
SiO ₂	37,88	39,53	40,55	42,01	39,74
H ₂ O	1,08	—	—	—	0,53
	99,17	100,22	100,99	100,17	101,42

15. Von Jordansmühl, wasserhell; anal. M. Websky, Z. Dtsch. geol. Ges. **21**, 733 (1869).
 16. Wachsgelb, vom Monzoni; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 249 (1872).
 17. Von Wilui; anal. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ac. Stockholm 1823, 142.
 18. Von Santa Clara (Calif.); anal. L. Smith, C. R. **79**, 813.
 19. Von Cziklova (Banat); anal. P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1883, I, 135.

	20.	21.
δ	3,638	—
Na ₂ O	0,19	—
MgO	—	3,48
CaO	37,77	35,57
MnO	1,05	—
Al ₂ O ₃	18,70	18,67
Fe ₂ O ₃	2,99	4,33
SiO ₂	38,74	36,58
Glühverl.	0,59	0,75
	100,03	99,38

	22.	23.	24.	25.	26.
δ	3,623	3,637	—	3,610	3,48
MgO	1,51	Spur	—	—	3,07
CaO	37,41	34,00	33,94	24,76	32,88
MnO	0,50	1,80	0,39 ¹⁾	0,92 ¹⁾	0,23
FeO	0,56	0,72	—	—	0,54
Al ₂ O ₃	20,53	21,16	20,57	24,08	22,27
Fe ₂ O ₃	2,38	3,14	3,93	7,02	2,06
SiO ₂	36,80	39,80	41,87	41,24	38,38
TiO ₂	—	—	—	—	0,40
H ₂ O	0,07	—	—	0,91	1,08
	99,76	100,62	100,70	98,93	100,91 ²⁾

¹⁾ MnO + MgO.

²⁾ Spuren von Li₂O, Na₂O, K₂O.

20. Von Leiperville Delaware Co. (Penns.); anal. J. Eyerman, Miner. Pennsylvaniens 1911; Z. Kryst. **54**, 97 (1915).
 21. Pseudomorphose nach Vesuvian, grün, vom Flusse Borsowka bei Kyschtym (Ural); anal. P. Nikolajew bei P. v. Jeremejeff, Verh. k. russ. min. Ges. Ser. II, **35**, 11 (1897); Z. Kryst. **31**, 505 (1899).
 22. Township Lichfield (Pontiac Co., Quebec); anal. F. G. Wait bei G. Chr. Hofmann, Ann. Rep. Geol. Surv. Canada 1892/93, 6, 9; Z. Kryst. **25**, 278 (1896) und **28**, 323 (1897).
 23. Bernsteingelb von Leiperville, Delaware Co. (Penns.); anal. G. A. König, Z. Kryst. **2**, 301 (1878).
 24. Hellhyazintrot, von Malsjö, Wermland, aus kristallinem Kalk; anal. Arfvedson, Vet. Ac. Stockholm 1822, 87.
 25. Romanzowit von Kulla (Finnl.); anal. N. v. Nordenskjöld, Miner. Finnl. Stockholm 1820, 19.
 26. Aus Granat-Vesuvianfels von Paringu (Rumänien); anal. G. Munteanu-Murgoci, Boll. Soc. Sci. Bucarest **9**, 568 (1900); Z. Kryst. **36**, 653 (1902).

	27.	28.	29.	30.	31.
δ	—	—	—	3,603	3,575
MgO	5,72	4,15	0,60	1,62	0,81
CaO	31,52	31,35	31,88	36,93	35,77
MnO	—	0,15	0,33	0,78	0,37
FeO	1,13	—	3,93	—	—
Al ₂ O ₃	16,47	19,70	21,98	15,11	19,19
Fe ₂ O ₃	4,62	5,95	1,49	6,30	5,21
SiO ₂	39,64	37,82	39,27	38,94	39,20
H ₂ O	1,04 ¹⁾	—	0,18	0,35 ¹⁾	—
	100,14	99,12	99,66	100,03	100,55

27. Umgewandelter Grossular in Pseudomorphosen nach Gehlenit als Umwandlungsprodukt. Vom Monzoni; anal. A. Cathrein, Tsch. min. Mit. **8**, 413.
 28. Alpe Lolen (Schweiz); anal. A. Karsten, Arch. f. Min. **4**, 387.
 29. Im Kalkbruch von Dalnabo, Glen Glairn (Aberdeensh., Schottl.); anal. F. Heddle, Tr. R. Soc. Edinburgh, **28**, 299 (1878).
 30. Von White Horse, Yukongebiet, derb; anal. G. C. Hoffmann, Ann. Rep. Geol. Surv. Canada **12**, 11 (1899); Z. Kryst. **39**, 175 (1903).
 31. Blaßgrün, vom Wiluiflusse; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **115**, I, 217 (1905).

Kalktongranate mit hohem Eisengehalt.

	32.	33.	34.
MgO	0,04	1,00	—
CaO	35,7	36,04	35,51
MnO	Spur	—	—
FeO	—	—	1,25
Al ₂ O ₃	16,2	16,11	15,32
Fe ₂ O ₃	8,5	8,65	6,33
SiO ₂	39,1	39,38	39,74
TiO ₂	—	—	0,38
H ₂ O	—	0,31	1,56
	99,5	101,49	100,09

32. Elba, weiß, sog. oktaedrischer Granat; anal. M. Reuter, N. JB. Min. etc. 1862, 867.
 33. Von ebenda, dasselbe Vorkommen; anal. F. Pisani, C. R. **55**, 216.
 34. Vom Berg Maschuk bei Pjatigorsk; anal. N. A. Orlow nach Mitteilg. von P. Tschirwinsky.

¹⁾ Glühverlust.

	35.	36.	37.	38.	39.
Na ₂ O	—	—	0,42	0,34	0,68
K ₂ O	—	—	—	—	0,25
MgO	2,76	—	0,02	0,37	1,43
CaO	32,70	31,25	35,40	34,76	30,81
MnO	—	—	0,13	0,56	0,53
Al ₂ O ₃	17,98	21,20	18,35	17,42	17,77
Fe ₂ O ₃	6,45	6,50	7,17	7,62	6,13
SiO ₂	39,99	38,80	38,12	38,94	41,05
Glühverlust	—	—	0,74	0,51	1,11
	99,88	97,75	100,35	100,52	99,76

35. Von Traversella; anal. F. Richter, Ber. sächs. Ges. Wissensch. 1858, 99.

36. Von Ceylon; anal. M. Klaproth, Beitr. chem. Kenntnis d. Min. 5, 142 (1810).

37. Braunrot, Ala, Musatal (Piemont); anal. P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1883, I, 135.

38. Alatal, Mussalp; anal. P. Jannasch, wie oben.

39. Von Tokura (Japan); anal. bei T. Wada, Mineralien Japans (Tokio 1904); Z. Kryst. 43, 291 (1907).

Manganreiche Grossulare.

	40.	41.	42.
MgO	—	—	Spur
CaO	32,30	32,24	28,50
MnO	3,15	3,70	7,60
FeO	—	3,16	0,86
Al ₂ O ₃	21,20	19,91	23,26
Fe ₂ O ₃	2,00	0,29	0,80
SiO ₂	39,60	40,52	39,08
Glühverl.	—	—	0,32
CO ₂	—	0,25	—
	98,25	100,07	100,42

40. Von Tellemarken; anal. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ac. Stockholm 1831, 155.

41. Von Mudgee, N. S. Wales; anal. A. Liversidge, Miner. of N. S. Wales, Sydney 1882.

42. Grün von Leiperville (Penns.); anal. R. B. Chipman bei G. A. König, Z. Kryst. 2, 301 (1878).

Die nachfolgende Analyse bezieht sich auf einen Granat, der sowohl Magnesia als auch Kalk enthält:

	43.
MgO	16,51
CaO	5,33
MnO	Spur
FeO	10,31
Al ₂ O ₃	24,71
Fe ₂ O ₃	1,37
SiO ₂	41,43
	99,66

43. Von Ruwenzori; anal. L. Colomba, Il Ruwenzori etc. 65; nach N. JB. Min. etc. 1910, II, 41.

Einen chromhaltigen Grossular von Wakefield erwähnt L. Colomba ohne weitere Angabe:

	44.
MgO	0,52
CaO	30,23
Al ₂ O ₃	18,65
Fe ₂ O ₃	1,07
Cr ₂ O ₃	4,95
SiO ₂	37,50
Glühverl.	0,48

44. Anal. L. Colomba, R. Acc. d. Linc. **19**, 140 (1910); N. JB. Min. etc. 1911, II, 341.

Formel. C. F. Rammelsberg¹⁾ hat einige Analysen berechnet. Er findet für R:Al:Si, dann für Al:Fe und endlich für Ca(Mg):(Fe, Mg) folgende Zahlen:

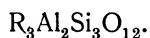
A. Nahezu eisenfreie.

Fundort	Analytiker	R:Si:Al	Al:Fe	(Ca, Mg):Fe, Mg)
Schischimer Berg	C. F. Rammelsberg	2,8 : 3 : 2		
Issets	P. D. Nikolajew	3 : 3 : 2		
Orford	Sterry Hunt	3 : 3 : 2		
Wakefield	Bullmann	3,1 : 3 : 2,2		
Kadebek	Fahrer	3 : 3 : 2		
Leiperville	R. B. Chipman	2,9 : 3 : 2		
Xalostoc	C. F. de Landero	3 : 3 : 1,8		

B. Eisenhaltige.

Mudgee	A. Liversidge	3 : 3 : 1,8	98 : 1	6,7 : 1
Auerbach	P. Jannasch	2,7 : 3 : 1,8	34,5 : 1	29 : 1
Rancho S. Juan	A. Damour	3 : 3 : 2	27 : 1	
Wakefield	Kunze	3 : 3 : 2,2	20 : 1	
Glen Glairn	F. Heddle	3 : 3 : 2	24 : 1	10 : 1
Jordansmühl	M. Websky	3 : 3 : 2	15 : 1	7 : 1
Vesuv, gelb	P. Jannasch	3 : 3 : 2	11,8 : 1	
Leiperville	G. A. König	2,9 : 3 : 2	10,3 : 1	17 : 1
Monzoni	J. Lemberg	2,9 : 3 : 2	6,7 : 1	
Cziklova, gelb	P. Jannasch	3 : 3 : 2	6,3 : 1	23,3 : 1
Traversella	F. Richter	2,9 : 3 : 2	4,4 : 1	
Orford	B. J. Harrington	3,5 : 3 : 2,2	4 : 1	
Ala	P. Jannasch	3 : 3 : 2	4 : 1	
Ala	P. Jannasch	2,9 : 3 : 2	3,6 : 1	
Elba	F. Richter	3 : 3 : 2	3 : 1	
Elba	F. Pisani	3 : 3 : 2	3 : 1	
Elba	G. vom Rath	3 : 3 : 2	2,5 : 1	

Daraus geht mit Sicherheit die Formel hervor:



¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 203 (1895).

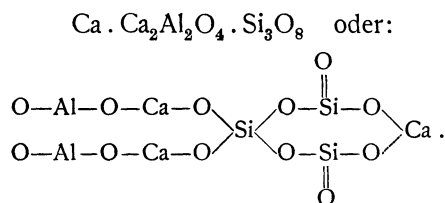
In dieser ist $R = \text{Ca}$ mit nur sehr wenig Mg , Fe . Nur ausnahmsweise ist Mn in nennenswerter Menge vorhanden wie bei unseren Analysen Nr. 40 und Nr. 42.

Aluminium wird nur in wenig Fällen durch größere Mengen von Ferri-eisen vertreten.

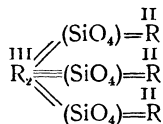
Konstitution.

G. Tschermak¹⁾ isolierte die Kieselsäure des Grossulars (Wiluifluß, vgl. Analyse Nr. 31) und fand deren Zusammensetzung $\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_8$.

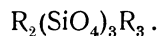
Die Dichte dieser Säure ist 1,91. Auf Grund dieser Annahme ergibt sich die Konstitutionsformel des Granats:



Auch W. C. Brögger u. Hj. Bäckström²⁾ haben eine Konstitutionsformel des Kalkgranats gegeben. P. Groth³⁾ gibt für die Granate eine allgemeine Konstitutionsformel, welche in ihrer Anwendung auf Calcium-Aluminiumgranat lautet:



F. W. Clarke⁴⁾ schreibt die Formel des Granats, welchen er, wie dies ziemlich allgemein der Fall ist, als Orthosilicat auffaßt, als Derivat von der Orthokieselsäure, in welcher zwei Aluminiumatome ersetzt sind, wie folgt:



Siehe auch F. W. Clarke,⁵⁾ *Constit. of the natur. Silicates.*

Chemische und physikalische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre schwer schmelzbar. Schmelzpunkt⁶⁾ für Grossular vom Monzoni 1140—1155; von Auerbach 1125—1140.

In Säuren unlöslich; nach dem Glühen jedoch zersetzbar. Kalktongranat zeigt nach A. Kenngott⁷⁾ alkalische Reaktion. Dichte 3,4—3,6. Härte 6,5—7. Die Dichte verringert sich beim Schmelzen. M. Seebach⁸⁾ erhielt für den von ihm analysierten Grossular die Dichte mit 3,506, während sie dann 2,866 war, dies entspricht einer Verringerung von 12,5—20%.

¹⁾ G. Tschermak, *Sitzber. Wiener Ak.* **115**, I, 217 (1906); *Z. Kryst.* **45**, 599 (1908).

²⁾ W. C. Brögger u. Hj. Bäckström, *Z. Kryst.* **18**, 209 (1891).

³⁾ P. Groth, l. c. 127.

⁴⁾ F. W. Clarke, *Bull. geol. Surv. U.S.* Nr. 125, 1 (1895); *Z. Kryst.* **28**, 327 (1897).

⁵⁾ Derselbe, ebenda Nr. 588 (1914).

⁶⁾ C. Doelter, *Tsch. min. Mit.* **22**, 304 (1903).

⁷⁾ A. Kenngott, *N. JB. Min. etc.* 1862, 312.

⁸⁾ M. Seebach, *Inaug.-Diss.* (Heidelberg 1906); *Z. Kryst.* **46**, 315 (1909).

Die Farbe ist weiß, gelblich, bräunlich, hyazinthrot, bernsteingelb. Brechungsquotienten. Nach F. Tschihatscheff¹⁾ sind diese für das Vorkommen von Auerbach für rotes Licht:

$N = 1,7714$ (Na-Licht); $N = 1,7445$ (Li-Licht); $N = 1,7796$ (Tl-Licht).

E. A. Wülfing²⁾ hat folgende Daten eruiert:

Fundort	Farbe	Li-Licht	Na-Licht		Tl-Licht
Wakefield	farblos	1,7394	1,7438	1,7480	0,0086
Auerbach	Stich ins Rötliche	1,7399	1,7441	1,7482	0,0083
Cziklova	schwachgelblich	1,7520	1,7569	1,7617	0,0097
Ala	braun	1,7575	1,7626	1,7676	0,0101

M. Seebach³⁾ fand für Grossular von Xalostoc die Brechungsquotienten für Li-Licht mit 1,7320, für Na-Licht mit 1,7365—1,7363, für Tl-Licht mit 1,7417—1,7405.

Nach dem Schmelzen waren diese Brechungsquotienten bedeutend kleiner.

Umwandlung der Kalkton- und Kalkeisen-Granate.

Tongranate können durch Magnesiazufuhr in Chlorit umgewandelt werden; auch Glimmer können sich so bilden. Eine Umänderung in Epidot beruht auf Abscheidung von Kalk und besonders Kieselsäure. Kalkeisengranat von Beaujeux ist nach L. Ebelmen in Mangansuperoxydhydrat umgewandelt worden.

Ein Granat von Miasc, wahrscheinlich Demantoid, zeigte eine Veränderung seiner Farbe in Ziegelrot. Die Analyse ergab:

	1.
CaO	20,33
MgO	7,36
Al ₂ O ₃	12,09
Fe ₂ O ₃	13,19
SiO ₂	46,11
	99,08

1. Westl. von Miasc; anal. Sthamer bei G. Rose, Reisen nach dem Ural II, 88.

Grossular wandelt sich in eine erdige Substanz um, Achtaragdit.⁴⁾

	2.
CaO	14,41
MgO	20,07
FeO	0,42
Al ₂ O ₃	13,06
Fe ₂ O ₃	14,07
SiO ₂	28,27
CO ₂	1,00
H ₂ O	8,64
	99,94

¹⁾ F. Tschihatscheff bei E. A. Wülfing in H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Physiogr. Stuttgart 1905, I, 18.

²⁾ E. A. Wülfing, ebenda, 18.

³⁾ M. Seebach, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1906); Z. Kryst. 46, 315 (1909).

⁴⁾ J. Roth, Chem. Geol. I, 354 (1878), Berlin.

2. Achtagdrit an der Achtagda bei Wilui; anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **104**, 182 (1868).

Wasser und Magnesia sind zugeführt, Kalk weggeführt.

Andradit wandelt sich auch in Eisenoxydhydrat um.

Schwarzgrüner Granat (wohl Andradit) von Schwarzenstein wandelt sich in ein Gemenge von Magneteisen und Serpentin um.

3.	
Na ₂ O	0,35
MgO	33,37
CaO	Spur
Fe ₂ O ₃	3,40
Mn ₂ O ₃	0,41
SiO ₂	34,33
Wasser mit Bitumen	10,64
	82,50

3. Gemenge von 17,5% Magneteisen mit dem analysierten serpentinartigen Mineral von Schwarzenberg (Sachsen); anal. C. Kersten, Journ. prakt. Chem. **37**, 264 (1846).

Ein apfelgrüner Andradit von Zermatt ergab:

	4.	5.
MgO	0,90	27,89
CaO	32,10	7,50
FeO	1,04	1,30
Al ₂ O ₃	0,85	0,40
Fe ₂ O ₃	29,50	18,26
SiO ₂	35,80	36,10
H ₂ O	0,52	9,40
Magneteisen	—	1,00
	100,71	101,85

4. Apfelgrüner Kalkeisengranat von Zermatt.

5. Weiße filzige Substanz, „Granatfilz“ in diesem Granat.

Beide anal. R. v. Fellenberg, N. JB. Min. etc. 1868, 745.

Es wurde Kalk gegen Magnesia ausgetauscht, Eisenoxyd wurde entfernt, Wasser aufgenommen.

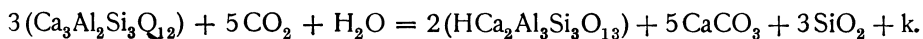
Granat von Auerbach wandelt sich in Epidot um, auch solcher von Arendal.¹⁾

R. van Hise²⁾ erklärt Pseudomorphosen von Meionit nach Grossular durch folgende Reaktionsgleichung:



Die Volumvermehrung ist 54,62%.

Die Umwandlung in Epidot stellt er folgendermaßen dar:

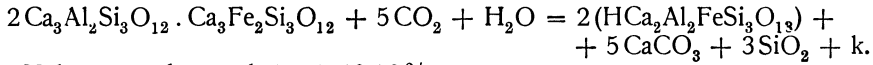


Die Volumvermehrung beträgt 40,49%.

¹⁾ R. Blum, Pseud. II, 11; siehe auch J. Roth, l. c. I, 362.

²⁾ R. van Hise, Metamorph. 303.

Die Umwandlung von Grossular oder Melanit in Epidot stellt sich durch folgende Reaktion dar:



Die Volumvermehrung beträgt 40,88%.

Eine Umwandlung von Granat in Wollastonit beschreibt E. Millosevich,¹⁾ zusammen mit Granat und Wollastonit kommt Magneteisen vor. Der Granat ist eine isomorphe Mischung von Calciumaluminium- und Calciumeisengranat.

Künstliche Umwandlung.

J. Lemberg²⁾ hat geschmolzenen Grossular vom Monzoni einen Monat lang mit Chlormagnesiumlösung behandelt.

	1.	2.
MgO	1,72	16,33
CaO	33,88	11,34
Al ₂ O ₃	20,25	19,04
Fe ₂ O ₃	4,84	5,04
SiO ₂	39,53	36,42
H ₂ O	—	11,65
	100,22	99,82

1. Analyse des Grossulars.
2. Analyse des bei 130° getrockneten Umwandlungsprodukts.

Für Kalk ist Magnesia aufgenommen worden und Wasser hinzugetreten. Künstliche Umwandlung in Epidot.³⁾ Geschmolzener Granat (Grossular von Wilui) wurde gepulvert und mit einer Lösung von essigsaurer Tonerde und essigsauerm Eisenoxyd unter Einleiten von Kohlensäure digeriert. Dabei zersetzte sich der Grossular, ohne Epidot zu bilden.

Ein weiterer Versuch mit Aplom ergab dagegen einen lichtgelben Niederschlag. Nach der vorgenommenen Untersuchung der Härte, Lichtbrechung und dem Verhalten gegen Salzsäure liegt wahrscheinlich Epidot vor.

Auf Grund dieser Versuche, aus welchen jedoch die Bildung von Epidot nicht mit Sicherheit geschlossen werden kann, stellt E. v. Fedorow eine Theorie über Konstitution von Granat und Epidot auf (vgl. S. 850).

Synthese.

Aus seiner Schmelze kristallisierte der Granat nicht, sondern zersetzt sich (siehe bei Kalkeisengranat). A. Gorgeu⁴⁾ ist es gelungen, den Kalktongranat, wie auch Manganganat darzustellen.

Er stellte ein Gemenge von der Zusammensetzung Al₂O₃ · 3SiO₂ her und schmolz dieses Gemenge mit einem großen Überschuß von Chlorcalcium in einem Ofen unter Einleitung von Wasserstoff, wodurch das Chlor gebunden wurde.

¹⁾ E. Millosevich, Boll. Soc. geol. ital. **23**, 277 (1904).
²⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. Geol. Ges. **24**, 250 (1872).
³⁾ E. v. Fedorow, Ann. géol. et min. de la Russie **8**, 33 (1905); Z. Kryst. **44**, 91 (1908).
⁴⁾ A. Gorgeu, Bull. Soc. min. **6**, 283 (1883).

Es bildeten sich Rhombendodekaeder von Grossular; ich habe diesen Versuch wiederholt und analoge Resultate erhalten. Daneben kann sich auch Anorthit bilden.

Diese Synthese ist auch geeignet, die natürliche Bildung des Grossulars zu erklären.

Vorkommen und Genesis des Grossulars. Dieses Mineral kommt im körnigen Kalk der kristallinen Schiefer, im Granatfels und den Paragneisen vor. Auch in den Kalksilicathornfelsen der Kontakte bei Tiefengesteinen. Sowohl im Marmor, als im Granatfels, wie auch in den Hornfelsen liegen Kontaktprodukte vor, welche ihre Bildung bei höherer Temperatur, aber nicht im Schmelzflusse hatten. Wir können uns noch keine richtige Vorstellung von den betreffenden Vorgängen machen, aber es ist anzunehmen, daß die Umwandlung durch die Hitze der betreffenden, am Kontakt auftretenden Eruptivgesteine eingetreten ist. Aus direktem Schmelzfluß kann sich Grossular nicht gebildet haben, weil ja, wie wir S. 891 gesehen haben, sich Grossular im Schmelzfluß umwandelt. Aus einem an Kristallisatoren reichen Schmelzfluß, der eine Temperatur von zirka 800—900⁰ haben konnte, ist die Grossularbildung wohl denkbar.

Aus rein wässerigen Lösungen dürfte sich, auch dem Vorkommen nach Grossular nicht bilden.

Calcium - Ferrigranat.

Synonym: Kalktoneisengranat.

Varietäten: Allochroit, Andradit, Aplom, Bredbergit, Calderit, Demantoid (sibirischer Chrysolith), Jelletit, Kolophonit, Melanit, Pechgranat, Polyadelphit, Pyrenaetit, Rothoffit, Schorlomit, schwarzer Granat z. T., Topazolith, Yttergranat z. T.

Anordnung der Analysen. Die Zusammensetzung des Calcium-Ferrigranats wechselt mit dem Tonerdegehalt. Wir unterscheiden tonerdefreie, solche mit geringem Tonerdegehalt und solche mit beträchtlichem Tonerdegehalt. Endlich sind vereinzelt hierher gehörige Granate mit höherem Magnesiumgehalt und solche mit sehr viel Titan besonders zu stellen. Auch einer mit hohem Yttriumgehalt ist hervorzuheben.

Analysen.

A. Tonerdefreie Calcium-Ferrigranate.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	30,71	—	3,81	—	—
K ₂ O	2,35	—	—	—	—
MgO	3,02	—	—	2,05	—
CaO	29,21	31,45	32,18	30,10	32,26
MnO	—	—	—	1,20	—
FeO	—	—	1,19	—	—
Al ₂ O ₃	—	—	Spur	—	—
Fe ₂ O ₃	30,00	32,26	31,69	30,29	32,35
SiO ₂	35,64	36,69	34,91	34,04	34,53
Glühverl. . . .	—	—	—	1,63	—
	100,22	100,40	99,97	99,31	99,14

1. Von Altenau, gelbbraun, aus der Eisensteingrube des Spitzenberges (Harz); anal. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Stockholm 1823, 120.
2. Smaragdgrün, von Dobschau (Ungarn); anal. Treumann in C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 477.
3. Gelbgrün, von Val Malenco, Prov. Sondrio (Veltlin); anal. A. Cossa, Gazz. chim. it. **10**, 469 (1880).
4. Grüngelb mit Hausmannit und Manganspat, von Nordmarken (Schweden); anal. Hj. Sjögren, Geol. För. Förh. **4**, Nr. 5, 156.
5. Schwarz, von Stansvik (Finnl.); anal. Pelkonen bei F. J. Wiik, Finsk. Vet. Soc. **22** (1880); Z. Kryst. **7**, 110 (1883).

	6.	7.	8.	9.	10.
δ	—	3,798	—	—	3,753
Na ₂ O	—	—	—	—	0,47
MgO	Spur	0,20	—	Spur	—
CaO	30,96	32,85	32,00	30,80	32,59
MnO	Spur	—	—	—	0,94
FeO	—	—	—	0,92	0,25
Al ₂ O ₃	Spur	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	34,11	32,85	28,15	32,17	29,58
SiO ₂	35,21	35,44	38,85	35,25	35,67
	100,28	101,34	99,00	99,14	99,50

6. Vom Schischimer Berg (Ural), dunkelschwärzlichgrün; anal. L. Iwanoff, Russ. Bergjourn. 1881, II, 376.
7. Dorf Poldnewaja, Syssters (Ural); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **29**, 819 (1877).
8. Schwarz, von Franconia, N. Hampshire; anal. Henry Fisher, Am. Journ. **9**, 84, (1850).
9. Gelb, Lehigh Co. (Penns.); anal. E. F. Smith, Am. chem. Soc. **5**, 272 (1883).
10. Von den Gruben am Konnerudkollen (Norw.); anal. M. Dittrich bei V.M. Goldschmidt, Kontaktmet. im Christianiagebiet 1911, 395.

	11.	12.	13.
K ₂ O	—	—	Spur
MgO	0,24	0,80	—
CaO	32,80	32,49	31,40 ¹⁾
MnO	—	—	0,90
FeO	2,85	—	0,36
Al ₂ O ₃	—	—	Spur
Fe ₂ O ₃	29,15	31,42	31,67
SiO ₂	35,09	35,29	35,67
Glühverl.	0,35	0,21	—
	100,48	100,21 ²⁾	100,00

11. Von Newhaven (Connect.); anal. E. Dana, Am. Journ. **14**, 216 (1877).
12. Topazolith von der Mussaalpe (Piemont); anal. M. Piners, Z. Kryst. **22**, 485 (1894).
13. Gjellebäk-Kjennä, Liertal (Norw.); anal. V. M. Goldschmidt, Kontaktmet. im Christianiagebiet (Christiania 1911), 378.

¹⁾ CaO aus der Differenz.
²⁾ Eisenoxydul fehlt, ebenso Titan.

B. Calcium-Ferrigranate mit geringem Al₂O₃-Gehalt (bis 2^o/o).

	14.	15.	16.	17.	18.
δ	—	3,85	—	3,797	—
MgO	0,88	0,54	0,35	0,90	0,18
CaO	28,85	32,14	32,38	32,10	32,91
MnO	0,24	—	—	—	0,08
FeO	—	—	—	1,04	—
Al ₂ O ₃	1,23	1,24	0,56	0,85	0,45
Fe ₂ O ₃	31,25	30,05	30,53	29,50	31,19
SiO ₂	37,11	36,03	36,24	35,80	35,40
Glühverl.	—	—	—	0,52	0,24 ¹⁾
Hygroskop. Wasser	—	—	—	—	0,03
	99,56	100,00	100,06	100,71	100,48

14. Grünlichschwarz, von dem Flusse Slijüdjanka (Transbaikalien) nach N. v. Kokscharow, Min. Rußl. **3**, 37.

15. Flaschengrün, vom Findelengletscher bei Zermatt; anal. A. Damour, L'Instiut **24**, 441 (1856); nach C. Hintze, Min. II, 73.

16. Vom Findelengletscher bei Zermatt; anal. V. Merz, Naturw. Ges. Zürich **6**, 1851, Heft 4.

17. Von ebenda; anal. R. Fellenberg N. JB. Min. etc. 1886, 745.

18. In Asbest vom Binnental; anal. L. Hezner, ZB. Min. etc. 1914, 325.

	19.	20.	21.	22.	23.	24.
δ	—	—	—	3,838		—
Na ₂ O	—	—	0,63	—	—	—
K ₂ O	—	—	0,25	—	—	—
MgO	0,91	0,54	0,08	0,16	0,21	0,54
CaO	28,11	32,50	32,33	33,05	32,90	33,96
MnO	5,84	0,29	—	—	—	—
FeO	—	—	1,25	0,64	—	—
Al ₂ O ₃	0,26	0,53	0,19	0,57	0,70	1,01
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	Spur	—
Fe ₂ O ₃	28,61	31,49	29,96	30,80	31,51	32,82
SiO ₂	35,51	35,37	35,69	35,56	35,50	36,55
	99,24	100,72	100,38	100,78	100,82	104,88

19. Rotbraun, von Schmiedefeld bei Suhl (Thüringer Wald); anal. Pützer bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 477.

20. Derb, gelblichbraun, von der Turjinschen Kupfergrube Bogoslowk (Ural); anal. Karawejew bei N. v. Kokscharow, Min. Rußl. **3**, 34.

21. Von Syssterts (vgl. Analyse Nr. 29 u. 30); anal. Waller, Geol. För. Förh. **4**, Nr. 6, 184.

22. Von ebenda, grasgrün; anal. A. Löscher, N. JB. Min. etc. 1879, 785.

23. Von ebenda, smaragdgrün; anal. wie oben.

24. Von ebenda; anal. L. Church, Min. Mag. **2**, 191 (1878).

Die Analysen von Sysstert beziehen sich auf den sog. Demantoid.

¹⁾ Wasser über 110°.

	25.	26.	27.	28.
δ	—	—	—	3,825
Na ₂ O	—	—	—	0,38
K ₂ O	—	—	—	0,08
MgO	—	1,86	2,12	—
CaO	32,22	31,83	31,94	32,62
MnO	—	—	—	0,48
FeO	0,80	—	—	0,41
Al ₂ O ₃	1,32	1,57	1,63	1,26
Fe ₂ O ₃	29,23	28,54	28,33	29,18
SiO ₂	35,32	35,03	35,56	35,44
Glühverl.	0,46	0,38	0,40	—
	99,35	99,68 ¹⁾	100,50 ²⁾	99,94

25. Von Rezbanya (Ungarn); anal. N. J. Cohen, J. k. k. geol. R.A. **16**, 92.³⁾
 26. u. 27. Beide von Wurlitz (Fichtelgeb.), auf Serpentin Klüften; anal. M. Piners, Z. Kryst. **22**, 486 (1894). (Mit etwas Serpentin gemengt.)
 28. Von Grua in Hadeland (Norw.); anal. M. Dittrich bei V. M. Goldschmidt, Kontaktmetamorphose im Christianiagebiet (Christiania 1911). Enthält auch 0,09% CO₂.

	29.	30.	31.	32.
δ	3,801		—	3,660
MgO	0,16	0,25	0,69	0,85
CaO	32,18	32,34	31,41	31,38
MnO	0,29	0,38	0,29	0,23
FeO	0,52	0,52	0,69	0,69
Al ₂ O ₃	1,63	1,45	1,51	1,27
Cr ₂ O ₃	1,36	1,29	—	—
Fe ₂ O ₃	28,80	28,98	29,19	29,41
SiO ₂	35,44	35,30	36,74	36,84
	100,38	100,51	100,52	100,67

29. u. 30. Demantoid von Polewskoi (Zawod) (Ural); anal. M. Seebach, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1906); Z. Kryst. **46**, 313 (1909).
 31. u. 32. Andradit, grün bis gelblichgrün, von Dognaczka (Banat); anal. M. Seebach, wie oben.

	33.	34.	35.	36.
δ	—	—	3,811	—
MgO	0,24	0,15	Spur	Spur
CaO	33,06	28,06	32,93	31,47
MnO	—	—	0,46	0,48
Al ₂ O ₃	1,03	1,38	0,40	2,15
Fe ₂ O ₃	30,23	27,75	30,31	30,41
SiO ₂	34,01	32,89	35,28	35,00
TiO ₂	1,50	0,34	—	—
H ₂ O	—	—	0,68	1,36
	100,07	98,35 ⁴⁾	100,34 [*]	100,87

1) Dazu Wasser direkt bestimmt 0,47 %.
 2) Dazu Wasser direkt bestimmt 0,52 %.
 3) Zitiert nach C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 209 (1895). Die Analyse ist jedoch an der Stelle nicht auffindbar.
 4) Außerdem 7,78% in HCl unlöslicher Rest.

33. Aus der Kontaktzone des Granitmassivs von Cintra (Portugal); anal. Lepierre bei A. Bensaude, Z. Kryst. **27**, 521 (1897).

34. Aus dem Ägirinnephelingneis von Cevadaes (Portugal); anal. M. Dittrich bei A. Osann, N. JB. Min. etc. 1907, II, 119.

35. u. 36. Beide aus der Eisenlagerstätte des Magnetberges im südlichen Ural; anal. J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **23**, 141 (1904). *) FeO 0,28%.

C. Kalkeisengranate mit 2—5% Al_2O_3 .

	37.	38.	39.	40.	41.	42.
δ	—	3,847	—	—	—	—
Na ₂ O	—	—	—	—	0,19	—
K ₂ O	—	—	—	—	0,34	—
MgO	0,06	Spur	—	2,13	—	0,12
CaO	30,76	31,52	30,74	26,74	28,30	32,90
MnO	0,28	—	1,62	—	0,55	0,35
FeO	—	0,27	—	5,41	0,93	0,19
Al ₂ O ₃	2,06	2,22	2,71	3,10	3,25	2,19
Fe ₂ O ₃	29,48	30,44	28,53	28,55	29,44	29,03
SiO ₂	36,45	35,33	37,99	35,47	34,17	34,85
H ₂ O	—	—	—	—	1,98 ¹⁾	0,16
Glühverl. . .	0,96	—	—	—	0,85	—
	100,05	99,78	101,59	101,40	100,00	99,79

37. Aus Gneis vom Beaujeu (Haute Saône); anal. L. Ebelmen, Ann. mines **4**, 7.

38. Demantoid, vom Teljanskij Kljutsch bei Nischne Tagilsk; anal. P. D. Nikolajew, Russ. Bergjournal 1881, II, 376.

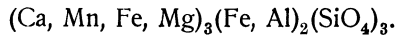
39. Braun, von Hesselkula (Schweden); anal. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Stockholm, 1823, 120.

40. Polyadelphit (vgl. Analyse Nr. 105); von Franklin (N. Jersey); anal. Baumann bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875.

41. Braun, von Wallerawang (N. S. Wales); anal. A. Liversidge, Min. N. S. Wales (Sydney 1882).

42. Von el Carmen bei Concepcion del Oro, Zacatecas (Mexico); anal. M. Dittrich bei A. Bergeat, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **28**, 534 (1909).

Die Formel ist



	43.	44.	45.	46.	47.	48.	49.
δ	3,68—3,72	—	—	3,6	—	—	3,65
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	0,58
MgO	—	4,00	0,88	0,63	—	Spur	—
CaO	26,8	22,88	31,07	30,71	34,06	28,29	32,34
MnO	—	—	0,61	0,20	0,55	—	Spur
FeO	—	9,68	1,17	—	3,33	—	—
Al ₂ O ₃	3,8	3,40	4,55	5,53	3,32	2,61	2,80
Fe ₂ O ₃	31,3	25,47	24,31	29,35	23,77	28,62	26,93
SiO ₂	37,3	35,55	36,73	33,88	34,98	40,26	37,17
TiO ₂	—	—	Spur	—	—	—	—
Glühverl. . .	—	—	—	—	—	0,94	0,65
	99,2	100,98	99,32	100,30	100,01	100,72	100,47

¹⁾ Ist Kohlensäure.

43. Cap Calamita, Elba, mit Kalkstein; anal. G. Stagi bei A. d'Achiardi, Boll. com. geol. it. **2**, 177 (1872).

44. Ladogasee; anal. Frank L. Hess bei N. v. Kokscharow, Min. Rußl. **3**, 33. Umrechnung von C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 480.

45. Aus Monazitsand, N.-Carolina; anal. G. Tschernik, Bull. Ac. St. Pétersbourg, 1908, 243; N. JB. Min. etc. 1910, I, 193.

46. Vom Black River, Reynolds Co. (Missouri); anal. E. Haworth, Proc. Kansas Acad. Sc. 1891; nach Z. Kryst. **22**, 428 (1892).

47. Aus dem Bogoslow-Distrikt; anal. E. D. Stratonowitsch bei E. v. Fedorow, Ann. de l'Institut. des mines, St. Pétersbourg 1909, II, 66. Nach Mitteilung von Prof. P. v. Tschirwinsky.

48. Aus Sand vom Yong Choon Distrikt, Provinz Kwang-Tung (China); anal. J. B. Scrivenor, Min. Mag. **17**, 51 (1913).

In Salzsäure leicht löslich.

49. Aus dem Granit von Dartmoor Forest (Devonshire); anal. K. Busz, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **13**, 90 (1900).

Der Granat entspricht einer Mischung:

$$9\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$$

$$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$$

	50.	51.	52.	53.	54.
δ	—	3,7	—	—	—
Na ₂ O	0,22	—	—	—	—
K ₂ O	0,18	0,45	—	—	—
MgO	1,43	0,60	Spur	—	—
CaO	31,20	32,04	32,98	34,06	31,80
MnO	0,22	0,71	—	—	—
FeO	—	0,32	0,82	3,33	1,96
Al ₂ O ₃	3,45	3,30	3,50	3,32	2,11
Mn ₂ O ₃	—	—	—	1,22	0,58
Fe ₂ O ₃	26,09	26,89	26,89	23,77	25,62
SiO ₂	35,70	34,77	36,25	34,98	38,22
H ₂ O	1,65	1,30	—	—	—
		100,38	100,44		

D. Kalkeisengranat mit 5—10% Tonerde.

	55.	56.	57.	58.	59.
δ	—	—	—	3,6	—
Na ₂ O	0,38	0,29	—	—	—
MgO	0,96	0,84	0,09	0,57	0,07
CaO	31,65	31,02	33,36	31,23	31,43
MnO	—	—	—	0,08	0,60
FeO	2,21	2,17	0,40	0,37	6,24
Al ₂ O ₃	5,23	5,46	5,15	5,82	6,36
Fe ₂ O ₃	21,10	21,13	25,05	26,82	19,99
SiO ₂	36,74	37,88	35,18	34,98	34,38
TiO ₂	1,04	0,96	—	—	—
CO ₂	—	—	—	—	0,005
H ₂ O	0,10	0,08	0,42	—	0,61
	99,41	99,83	99,65	99,87	99,685

50. Aus Kontaktgestein von Shimohokogi (Japan); anal. bei T. Wada, Mineralien Japans (Tokyo 1894); Z. Kryst. **43**, 291 (1907).

51. Von Cortejana, Prov. Huelva (Spanien); anal. F. Moldenhauer, Z. Kryst. **37**, 272 (1903).

52. Colophonit von Williamsbury, N. York; anal. C. v. John, J. k. k. geol. R.A. **42**, 43 (1892).

53. Braun, von Solotoj Kamen aus Augit-Granatgestein; anal. E. v. Fedorow u. W. Nikitin, Ann. géol. et min. Russie, Nowo-Alexandria **3**, 91 (1899); Z. Kryst. **34**, 698 (1901).

54. Grün, von ebenda; anal. wie oben.

55. u. 56. Beide aus Sanden von Tavolato bei Rom; anal. G. Strovich, R. Acc. d. Linc. **21**, 631 (1912).

57. Aus den Erzlagern von Ketchikan (Alaska); anal. W. T. Schaller bei F. E. Wright u. C. W. Wright, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 347 (1908); Z. Kryst. **48**, 119 (1911).

58. Von Berks Co. (Penns.); anal. E. F. Smith, Proc. Acad. nat. sc. Philadelphia **62**, 538; Z. Kryst. **52**, 80 (1914).

59. Brauner Kalkeisengranat von Kamiashi (Japan); anal. T. Wada, Min. Japans 1907, 75; N. JB. Min. etc. 1909, I, 34. Dazu 0,005% Phosphor.

	60.	61.	62.	63.	64.
δ	3,71–3,74	—	—	3,665	—
MgO	—	—	0,49	—	—
CaO	28,1	29,00	31,07	29,48	31,65
MnO	—	—	Spur	4,00	3,30
Al ₂ O ₃	5,8	6,00	6,04	6,95	7,32
Fe ₂ O ₃	29,2	28,06	24,81	20,50	19,42
SiO ₂	37,7	38,00	37,22	40,20	38,13
Glühverl.	—	0,33	—	—	—
	100,8	101,39	99,63	101,13	99,82

60. Schmutziggrün, Punta di Fetovaja, bei S. Piero in Campo (Elba); anal. G. Stagi bei A. d'Achiardi, Boll. com. geol. **2**, 174 (1871).

61. Im Gneis von Wilsboro, Essex Co. (N. York); anal. A. Seybert, Am. Journ. **5**, 118.

62. Von der Achmatowskischen Grube bei Slatoust (Ural); anal. P. D. Nikolajew, wie oben Analyse Nr. 38.

63. Von Arendal (Norw.); anal. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Stockholm 1823, 120.

64. Hesselkulla, grün; anal. wie oben (siehe auch Analyse Nr. 39).

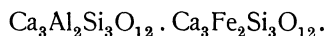
	65.	66.	67.	68.
K ₂ O	Spur	Spur	—	0,14
MgO	1,66	1,49	0,98	1,78
CaO	32,01	32,83	32,93	32,54
MnO	0,66	0,56	0,60	0,78
FeO	1,99	1,99	1,99	1,99
Al ₂ O ₃	5,56	5,29	5,74	5,17
Fe ₂ O ₃	21,31	22,36	21,90	22,22
SiO ₂	34,47	34,98	34,21	35,29
TiO ₂	2,63	1,47	2,04	—
	100,29	100,97	100,39	99,91

65. bis 68. Alle von Frascati; anal. M. Seebach, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1906), ZB. Min. etc. 1906, 774.

	69.	70.	71.	72.	73.
δ	3,896	—	—	—	—
MgO	—	—	0,96	0,76	—
CaO	35,06	35,20	29,75	29,12	32,45
MnO	0,09	—	0,10	—	0,06
FeO	0,10	—	1,38	1,92	0,29
Al ₂ O ₃	8,85	8,81	6,55	6,56	7,32
Fe ₂ O ₃	15,94	16,02	21,09	20,04	22,66
SiO ₂	39,07	39,25	36,88	39,78	37,17
TiO ₂	0,74	0,70	3,43	1,02	—
H ₂ O	0,24	0,20	—	—	0,65
			100,14	99,20	100,60

69. u. 70. Aus Granatvesuvianfels, vom Kadebek, Gouvernement Elisawetpol (Kaukasus); anal. N. A. Orlow, nach Mitteilung von Prof. P. v. Tschirwinsky.

Daraus berechnet sich die Formel:



71. Nach Berechnung von P. v. Tschirwinsky, Mittel aus fünf Analysen von Granaten aus Eruptivgesteinen.

72. Aus kohlereichem Schiefer von der Granatgrube am Hohen Fels bei Pottiga-Sparnberg; anal. H. Theobald, Chem. der Erde 1, 320 (1915).

73. Aus Granathornfels von Achtala (Tiflis); anal. N. A. Orlow, nach Mitteilung von P. v. Tschirwinsky.

	74.	75.	76.	77.
δ	—	3,545	—	3,790
MgO	1,95	1,01	—	—
CaO	31,80	33,56	33,67	29,60
MnO	—	0,35	Spur	1,14
FeO	—	0,11	0,84	—
Al ₂ O ₃	7,53	9,74	6,05	7,50
Fe ₂ O ₃	22,18	15,07	25,10	26,04
SiO ₂	36,62	39,83	34,53	35,46
Glühverl.	—	0,05	—	—
	100,08	99,72	100,19	99,74

	78.	79.	80.	81.
δ	3,813	3,739	—	3,682
MgO	0,35	1,384	1,76	Spur
CaO	29,64	29,306	32,56	32,98
MnO	0,81	1,301	—	0,87
FeO	3,65	3,852	—	1,48
Al ₂ O ₃	5,88	9,771	7,79	18,39
Fe ₂ O ₃	23,70	15,996	20,65	21,09
SiO ₂	35,67	36,604	36,93	35,08
TiO ₂	—	1,078	—	—
H ₂ O	0,28	0,285	0,80 ¹⁾	0,69
	99,98	99,577	100,49	100,58

¹⁾ Glühverlust.

74. Bredbergit von Sala (Schweden); anal. Bredberg, Vet. Ak. Stockholm 1822, I, 65.

75. Im Kalkstein von Craig Moor bei Balmoral (Schottl.); anal. F. Heddle, Tr. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 299 (1878); Z. Kryst. **4**, 301 (1880).

76. Von Fluminimaggiore (Sardinien), im Bleiglanz eingeschlossen, honiggelb; anal. A. Serra, Rendic. R. Acc. Napoli 1910, 222.

77. Andradit von St. Peters Dom (Penns.); anal. J. Eyeran, Min. Pennsylvaniens, nach Z. Kryst. **54**, 97 (1915).

78. Schwarzer Andradit von Lutherworth, Ontario; anal. B. J. Harrington, Canad. Rep. of sc. **6**, 479 (1894); Z. Kryst. **31**, 292 (1899).

79. Brauner Andradit aus dem Nephelinsyenit von Dungannon; anal. wie oben.

Dieser Granat gehört bereits fast zu den isomorphen Mischungen von Calciumaluminium- und Calciumferrigranat, welche unten erwähnt sind.

80. Vom Cipital bei Ratzes (Tirol); anal. M. Piners, Z. Kryst. **22**, 489 (1894).

81. Vom Magnetberg im südlichen Ural; anal. J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **23**, 113 u. 225 (1904).

Kalksengranat mit über 10% Tonerde.

	82.	83.	84.	85.	86.	87.
δ	—	3,57	3,33	—	3,63	3,721
MgO	Spur	1,6	1,2	—	Spur	0,43
CaO	30,28	27,7	33,3	30,78	30,3	34,85
MnO	0,13	—	—	0,83	—	—
FeO	4,97	—	—	6,00	—	—
Al ₂ O ₃	11,18	12,1	12,2	12,39	13,1	10,34
Fe ₂ O ₃	15,66	19,8	16,8	14,77	17,2	17,51
SiO ₂	37,80	38,9	35,6	37,79	39,7	36,88
H ₂ O	—	—	—	—	—	0,21
	100,02	100,1	99,1	102,56	100,3	100,22

82. Vom Gustafsberg (Schweden); anal. Bahr, Journ. prakt. Chem. **53**, 312.

83. Gelb von Sorano (Toscana); anal. G. Stagi bei A. d'Achiardi, Boll. com. geol. it. **2**, 178 (1871).

84. Aus Auswürfling von Santorin; anal. F. Fouqué, C. R. **80**, 634 (1875).

85. Derb, bräunlichgrün, von Pitkaränta (Finnland); anal. Granquist bei N. v. Kokscharow, Min. Rußl. **3**, 36; Umrechnung von C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 480.

86. Gelb, von S. Piero in Campo (Elba); anal. G. Stagi bei A. d'Achiardi, Boll. com. geol. it. **2**, 174 (1881).

87. Von Italian Peek, Gunnison Co. (Color.); anal. L. G. Eakins, Bull. geol. Surv. U.S. N. **113**, 109 (1893); Z. Kryst. **25**, 285 (1895).

Mischungen von Calciumferrigranat mit viel Calciumaluminiumgranat.

	88.	89.	90.
δ	—	3,427	—
MgO	5,85	0,98	—
CaO	29,23	32,94	31,66
MnO	—	—	1,40
FeO	—	—	1,79
Al ₂ O ₃	16,16	14,90	13,45
Fe ₂ O ₃	10,05	10,94	12,16
SiO ₂	39,29	40,99	39,93
Glühverl.	0,64	—	—
	101,22	100,75	100,39

88. Derby, Elba; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **22**, 639 (1870).
 89. Vom Flusse Slüdianka (Ostsib.); anal. L. Iwanoff bei N. v. Kokscharow, Min. RuBl. **3**, 80 (1858) und Russ. Bergjourn. 1853, I, 107.
 90. Vom Vesuv; anal. Trolle-Wachtmeister nach C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft II, 1896, 204.

Die nachstehenden Analysen beziehen sich auf Granate, welche zwischen Grossular und Eisenkalkgranat stehen.

	91.	92.	93.	94.
MgO	2,24	0,51	0,37	0,52
CaO	30,36	32,77	32,57	36,34
MnO	1,18	—	0,31	0,22
FeO	1,90	0,68	1,31	1,01
Al ₂ O ₃	13,77	17,42	11,97	13,57
Fe ₂ O ₃	11,90	10,81	15,77	9,78
SiO ₂	35,44	37,07	37,79	38,89
Glühverl.	2,46	0,53	—	0,65
	99,25	99,79	100,09	100,98

91. Aus der Magnetitlagerstätte des Wyssokajaberges (Ural); anal. A. S. Ginsberg bei F. Löwinson-Lessing, Bull. Polyt. Inst. St. Petersburg **5**, 219 (1906); Z. Kryst. **46**, 295 (1911).
 92. u. 93. Granatfels am Kontakt von Kalkstein und Quarzporphyr aus dem White-Knob-Kupferlager von Mackay (Idaho); anal. J. F. Kemp u. C. G. Gunther, Tr. amer. Inst. Min. Eng. **38**, 269 (1907); Z. Kryst. **46**, 389 (1909).
 94. Hessonit aus Granat-Vesuvianfels von Paringu (Rumänien); anal. G. Munteanu-Murgoci, Boll. soc. sc. Bucarest; Z. Kryst. **36**, 653 (1902).

In diesen dominiert manchmal die Tonerde, und wurden einige dieser bereits bei Grossular (siehe S. 882) gebracht. Andere zeigen vorwiegend Eisenoxyd. Meistens kommen sowohl Tonerde, wie auch Eisenoxyd in ziemlich gleichen Mengen vor. Es gibt aber Vorkommen von demselben Fundort, bei welchem bald das eine, bald das andere sich konstatieren läßt.

	95.	96.	97.	98.
δ	3,89	—	—	—
MgO	0,40	—	—	—
CaO	33,33	32,73	32,75	34,01
MnO	—	Spur	Spur	0,54
FeO	—	2,54	2,17	1,71
Al ₂ O ₃	12,37	14,03	6,90	13,29
Fe ₂ O ₃	19,43	13,73	21,38	13,01
SiO ₂	36,35	37,18	36,75	37,52
	101,88	100,21	99,95	100,08

95. Gemenge von grünem und braunem Granat aus dem Wollastonitgestein der Santa Fé-Mine im Staate Chiapas (Mexico); anal. H. F. Collins, Min. Mag. **13**, 356 (1903); Z. Kryst. **41**, 425 (1906).
 96. Vom Rotenkopf (Zillertal), lichterot; anal. H. Schnerr, Inaug.-Diss. (München 1894); Z. Kryst. **27**, 431 (1897).
 97. Von ebenda, kirschrot; anal. wie oben. (Im Referat Summe 100,10.)
 98. Von ebenda, dunkelbraun; anal. wie oben. (Im Referat Summe 100,08.)

	99.	100.
δ	3,69	—
MgO	0,94	0,11
CaO	34,46	28,90
MnO	0,48	—
FeO	3,30	—
Al ₂ O ₃	12,69	11,99
Fe ₂ O ₃	12,33	22,47
SiO ₂	36,09	35,54
H ₂ O bei 100°	0,04	—
	100,33	99,01

99. Andradit von Township von Caawood, Pontiac Co. (Quebec); anal. G. C. Hoffmann, Geol. Surv. of Canada **6**, 1892/93; Z. Kryst. **25**, 278 (1895).

100. Aus der Serpentin-Asbestlagerstätte von Beresowskaja (Ural); anal. W. J. Kryschanowsky, Tr. Musée géol. Pierre le Grand, St. Pétersbourg 1907, I, 57; Z. Kryst. **45**, 288 (1910).

Folgende Analyse aus neuester Zeit ist wegen der selteneren Elemente bemerkenswert:

	101.
δ	3,581
Na ₂ O	0,87
K ₂ O	0,30
MgO	0,44
CaO	30,15
MnO	1,99
NiO	Spur
FeO	1,16
Al ₂ O ₃	11,01
Fe ₂ O ₃	15,66
Ce ₂ O ₃	0,09
V ₂ O ₃	0,09
SiO ₂	36,64
TiO ₂	0,56
H ₂ O über 125°	0,87
Feuchtigkeit	0,32
	100,15

101. Kalktoneisengranat vom Laacher See, Auswürfling, braun; anal. J. Uhlig, Verh. naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westf. Bonn **67**, 343 (1910).

Kalkeisengranate mit hohem Mangengehalt.

	102.	103.	104.	105.
δ	3,965	—	—	—
K ₂ O	0,98	—	0,7	—
MgO	—	—	0,3	1,42
CaO	26,91	19,80	25,1	14,05
MnO	7,08	13,00	8,4	8,82
Al ₂ O ₃	—	8,20	—	1,12
Fe ₂ O ₃	29,10	21,90	29,1	28,73
SiO ₂	35,10	38,63	37,4	34,83
	99,17	101,53	101,0	98,97

102. Auf den Eisengruben von Langbanshytta (Schweden); anal. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Stockholm 1823, 124.

103. Von Stålmalsgrube bei Langban (Schweden); anal. L. J. Igelström, ebenda 1883, 791.

104. Von Franklin (N. Jersey); anal. Thomson, Ann. Lyc. 3, 9 (1829).

105. Polyadelphit, bräunlichgelb, von N. Jersey, Franklin Co.; anal. Weber bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 477.

Eine besondere Stellung nimmt folgender Granat ein, da er sowohl viel Eisenoxyd enthält, daher eine isomorphe Mischung zwischen Kalktongranat und Kalkeisengranat einnimmt, andererseits aber viel Manganoxydul aufweist.

	106.
Na ₂ O	0,86
K ₂ O	0,59
MgO	0,75
CaO	28,76
MnO	8,71
Al ₂ O ₃	17,12
Fe ₂ O ₃	7,41
SiO ₂	35,96
	100,16

106. Von Kurodake (Japan); anal. bei T. Wada, Mineralien Japans (Tokyo 1904); Z. Kryst. 43, 201 (1907).

Granatfels.

	107.	108.
Na ₂ O	0,44	0,41
K ₂ O	0,54	—
MgO	0,05	0,09
CaO	33,43	33,84
MnO	Spur	0,11
FeO	1,77	1,49
Al ₂ O ₃	6,03	4,86
Fe ₂ O ₃	22,17	23,38
SiO ₂	35,26	35,78
TiO ₂	0,28	Spur
P ₂ O ₅	0,17	0,26
H ₂ O	0,25	0,20
	100,39	100,42

107. Brauner grober Granatfels in der Granatgrube von Hohen Fels Pottiga-Sparnberg an der Saale; anal. H. Theobald, Chemie der Erde 1, 311 (1915).

108. Zeisiggrüner grober Granatfels von ebenda; anal. wie oben. (Im Original Summe 99,42.)

Schorlomit (Titanhaltiger Kalkeisengranat).

	109.	110.	111.	112.	113.	114.
δ	3,738	—	—	—	—	—
K ₂ O mit Na ₂ O	—	—	—	—	—	4,22
MgO	0,17	1,71	2,70	1,61	0,47	1,22
CaO	31,90	29,50	27,47	26,93	32,61	25,13
MnO	—	—	0,25	0,27	—	—
FeO	1,88	2,55	2,84	2,26	1,80	—
Al ₂ O ₃	4,43	5,41	5,43	5,42	8,80	—
Fe ₂ O ₃	20,51	20,14	17,08	19,65	19,27	18,05
SiO ₂	35,56	35,82	36,33	36,59	35,09	29,55
TiO ₂	4,58	4,95	7,05	7,10	3,02	21,18
	99,58 ¹⁾	100,08	99,15	99,83	101,06	99,35

109. Von der Jones-Grube, Green River, Henderson Co. (N.-Carol.); anal. F. A. Genth, Am. Journ. **40**, 114 (1890); Z. Kryst. **20**, 473 (1892).

110. u. 111. Schorlomit von Oberbergen (Kaiserstuhl), Melanit nach A. Knop; anal. A. Knop, Z. Kryst. **1**, 63 (1877).

112. Ebenso von Oberschaffhausen (Kaiserstuhl); anal. A. Claus, Ann. d. Chem. u. Pharm. **129**, 213 (1864).

113. Von Frascati, Melanit; anal. A. Knop, wie oben. (Im Original 101,06.)

114. Melanit aus Einschlüssen von Oberschaffhausen (Kaiserstuhl); anal. A. Claus, Ann. d. Chem. u. Pharm. **129**, 213 (1864).

	115.	116.	117.	118.	119.
MgO	0,98	—	1,36	1,25	1,47
CaO	29,40	29,78	29,38	30,72	29,35
MnO	—	—	—	Spur	—
FeO	—	—	1,57	—	—
Al ₂ O ₃	6,50	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	21,92	21,58	20,11	22,00	21,95
SiO ₂	29,15	25,66	26,09	26,36	26,10
TiO ₂	10,84	22,10	21,34	21,56	20,52
	98,79	99,12	99,85	101,89	99,39

115. Von Oberwiesental (Sachsen); anal. A. Sauer, Erl. Spezialkarte Sachsens Bltt. Oberwiesental 1884, 51.

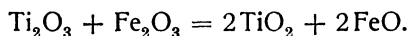
116. Von Magnet Cove (Schorlomit); anal. M. R. Whitney, J. Nat. Hist. Boston **6**, 46 (1849).

117. Dasselbe Vorkommen; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 672.

118. Dasselbe Vorkommen; anal. Crossley bei J. D. Dana, Min., 3. Aufl. 692.

119. Dasselbe Vorkommen; anal. A. Knop, Z. Kryst. **1**, 59 (1877).

Bei den folgenden Analysen wurde das Titan zwar als Titanoxyd bestimmt, aber angenommen, daß das Titan sowohl als Dioxyd, als auch als Sesquioxyd vorhanden ist und daß das letztere sich durch Eisenoxyd in Titan-dioxyd umwandelt nach der Formel:



Wenn man beim Titrieren mit Chameleon die Menge des entstandenen Eisenoxyduls bestimmt, findet man den Gehalt an Titansesquioxyd.

¹⁾ Dazu 0,55% Glühverlust.

	120.	121.	122.
MgO	0,39	0,75	0,63
CaO	33,19	32,26	32,80
MnO	0,27	0,63	0,27
FeO	2,64	1,88	3,33
Al ₂ O ₃	5,95	5,01	4,52
Fe ₂ O ₃	17,20	19,83	18,16
SiO ₂	34,94	34,41	34,73
TiO ₂	5,23	4,77	5,99
Glühverl.	0,23	0,39	0,26
	100,04	99,93	

120. Von der Burgumer Alpe (Pfitschtal); anal. M. Piners, Z. Kryst. **22**, 490 (1892).

121. Vom Südabhange der Malgola bei Predazzo, anal. wie oben S. 491.

122. Von Zermatt; anal. wie oben S. 493.

Die Umrechnung dieser drei Analysen, welche als Mittel von je zwei Analysen gezogen wurde, ergab die unter 120*a*, 121*a* u. 122*a* stehenden Zahlen und die beigefügten Zahlen 120*b*, 121*b*, 122*b* sind auf 100,00 berechnete.

	120a.	120b.	121a.	121b.	122a.	122b.
MgO	0,39	0,39	0,75	0,75	0,63	0,63
CaO	33,19	33,58	32,26	32,39	32,80	32,68
MnO	0,27	0,27	0,63	0,63	0,43	0,43
Al ₂ O ₃	5,95	6,00	5,01	5,08	4,52	4,47
Fe ₂ O ₃	20,13	20,34	21,92	22,24	21,86	21,61
Ti ₂ O ₃	2,64	2,05	1,88	1,89	3,33	3,29
SiO ₂	34,94	35,07	34,41	34,35	34,73	34,61
TiO ₂	2,30	2,30	2,68	2,67	2,29	2,28
Glühverlust.	0,23	—	0,39	—	0,26	—
	100,04	100,00	99,93	100,00	100,85	100,00

	123.	124.	125.	126.
Na ₂ O, K ₂ O	1,65	—	—	—
MgO	2,28	1,04	—	1,04
CaO	30,19	30,76	31,12	30,94
FeO	3,84	3,12	3,67	3,32
Al ₂ O ₃	3,13	2,53	2,42	2,48
Fe ₂ O ₃	15,21	18,22	18,57	18,40
Mn ₂ O ₃	0,28	0,32	0,22	0,27
SiO ₂	30,48	28,61	28,37	28,49
TiO ₂	11,01	15,17	15,92	15,55
ZrO ₂	1,28	—	—	—
Glühverl.	0,19	—	—	—
	99,54		100,49	

123. Melanit vom Kaiserstuhl; anal. Soltmann bei A. Knop, Z. Kryst. **18**, 628 (1891).

124. u. 125. Beide von ebenda; anal. M. Piners, ebenda **22**, 481 (1892).

126. Mittel aus diesen beiden Analysen.

	127.	128.
δ	3,692	—
MgO	1,33	1,33
CaO	29,25	29,25
MnO	0,52	0,52
FeO	3,36	—
NiO	Spur	—
Al ₂ O ₃	5,72	5,72
Ti ₂ O ₃	—	3,36
Cr ₂ O ₃	Spur	—
Fe ₂ O ₃	17,91	21,65
V ₂ O ₃	0,24	0,24
SiO ₂	32,71	32,71
TiO ₂	8,30	4,57
H ₂ O über 125°	0,32	0,51
Feuchtigkeit	0,19	—
	99,85	99,86

127. Kalkeisengranat (Melanit) vom Perlerkopf (Laacher See); anal. J. Uhlig, Verh. naturh. Ver. Rheinlande u. Westf. **67**, 335 (1910).

128. Diese Zahlen beziehen sich auf eine Korrektion, unter der Annahme, daß ein Teil des Titans als Sesquioxyd vorhanden ist, und zwar soll nach dem Analytiker Ti₂O₃ sowohl wie FeO vorhanden sein und wird daher aus FeO der Sesquioxydgehalt berechnet. Auch die Zahl für Fe₂O₃ wird durch Zuschlag von FeO korrigiert.

	129.	130.	131.	132.	133.
δ	—	—	3,689	—	3,802
Na ₂ O	—	—	—	0,68	1,22
MgO	1,22	0,46	0,30	—	—
CaO	31,40	33,30	32,41	33,44	31,76
MnO	0,46	—	—	0,58	0,76
FeO	—	—	—	Spur	Spur
Al ₂ O ₃	1,00	—	2,26	3,14	3,21
Ti ₂ O ₃	4,44	—	3,29	—	8,23
Fe ₂ O ₃	23,20	31,80	22,67	23,83	18,59
SiO ₂	25,80	31,25	30,71	31,15	25,77
TiO ₂	12,46	3,19	4,47	6,73	10,83
CaCO ₃	—	—	3,36	—	—
	99,98	100,00	99,47	99,55 ¹⁾	100,37

129. Von Magnet Cove (Schorlomit); anal. G. A. König, Ac. Soc. Phil. 1886, 355.

130. Von ebenda; anal. F. Stromeyer bei Guthe, Ber. Nat. Ges. Hannover **13**, 23.

131. Schwarz von Californien; anal. G. A. König, Nat. Ac. Sc. Philad. 1866, 355.

132. Von Alnö; anal. N. Sahlbohm bei A. G. Högbom, Geol. För. Förh. **17**, 100 (1895); Z. Kryst. **28**, 506 (1897).

133. Schorlomit vom Ice River; anal. F. G. Wait bei G. C. Hoffmann, Am. Rep. Geol. Surv. Canada **12**, 11 (1899); Z. Kryst. **39**, 175 (1903).

¹⁾ Im Referat unrichtige Summe.

Formel.

C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnet 1895 eine Anzahl von Analysen.

A. Tonerdefreie.

Fundort	Analytiker	R : Fe : Si
Altenau	Trolle-Wachtmeister	3 : 1,8 : 3
Dobschau	Treumann	2,8 : 2 : 3
Val Malenco	A. Cossa	3 : 2 : 3
Nordmarken	Hj. Sjögren	3,2 : 2 : 3
Schischimser Berg	L. Iwanoff	2,8 : 2,2 : 3
Sisserts	C. F. Rammelsberg	3 : 2 : 3
Newhaven	E. Dana	3,2 : 1,8 : 3
Lehigh Valley	Henry Fisher	2,9 : 2 : 3
Copiapo	Schwarzenberg	2,8 : 1,8 : 3
Mussaalpe	M. Piners	3 : 2 : 3
Williamsberg	N. J. Cohen	3 : 2 : 3
Rezbanya	N. J. Cohen	3 : 2 : 3

B. Tonerdehaltige.

		R : R : Si	Al : Fe
Schmiedefeld bei Suhl	Pützer	3,1 : 1,8 : 3	1 : 58
Sisserts	Waller	3 : 1,8 : 3	1 : 74
Zermatt	Lösch	3,1 : 2 : 3	1 : 95
Zermatt	Lösch	3 : 2 : 3	1 : 27
Zermatt	A. H. Church	3 : 2 : 3	1 : 20
Zermatt	V. Merz	2,9 : 2 : 3	1 : 38
Zermatt	R. Fellenberg	3 : 2 : 3	1 : 22
Zermatt	A. Damour	2,9 : 2 : 3	1 : 38
Wurlitz	M. Piners	3,1 : 2 : 3	1 : 12

C. Titanhaltiger Granat.

C. F. Rammelsberg rechnet zu diesem auch die einen kleinen Titan-gehalt führenden Granate, welche man aber nicht als solche bezeichnet.

Titanarme.

Fundort	Analytiker	III		Al : Fe
		R : R : Si, Ti	Ti ₂ O ₃ : TiO ₂	
Frascati	A. Damour	3 : 2 : 3		1 : 2,4
Frascati	A. Knop	3 : 2,2 : 3	1 : 1,4	1 : 1,4
Jonasgrube	F. A. Genth	3 : 1,8 : 3	1 : 1,4	1 : 3
Californien	G. A. König	3,2 : 1,8 : 3		1 : 6,4
Burgumer Alp	M. Piners	3 : 1,8 : 3	1 : 1	1 : 2
Zermatt	M. Piners	3,1 : 1,9 : 3	2 : 1	1 : 3
Malgola, Predazzo	M. Piners	3,1 : 2 : 3	2,2 : 1	1 : 2

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 209 (1895).

Titanreiche.

Oberschaffhausen im Kaiserstuhl	A. Knop	2,5 : 1,8 : 3	1 : 2	1 : 2,3
Oberschaffhausen aus Hauynphonolith	A. Knop	3 : 2 : 3	1 : 0,8	1 : 2,3
Oberbergen	A. Knop	2,7 : 1,8 : 3	1 : 1	1 : 2
Oberwiesental	A. Sauer	3,2 : 2 : 3	1 : 1,6	1 : 3,4
Oberrotweil	Soltmann	3 : 2 : 3	2,2 : 1	1 : 3
Oberschaffhausen Kaiserstuhl	C. Claus M. Piners	2,6 : 1,8 : 3 3,5 : 2 : 3	2 : 1 1 : 3	1 : 5
Magnet Cove	M. R. Whitney	2,8 : 2 : 3	1 : 1	
Magnet Cove	C. F. Rammelsberg	2,9 : 2 : 3	1 : 1	
Magnet Cove	A. Knop	3,1 : 2,2 : 3	1 : 1	
Magnet Cove	G. A. König	3,1 : 2 : 3	1 : 2	

A. Knop berechnet aus seinen Analysen:

	Fundort	RO : R ₂ O ₃ : RO ₂
Aus Einschlüssen von	Oberschaffhausen	8,50 : 8,43 : 22,26
	Horberig	9,61 : 7,65 : 22,10
Aus Hauynphonolith	Oberbergen	9,69 : 8,56 : 21,01
	Frascati	9,92 : 9,88 : 19,87

M. Piners berechnet folgende Molekularquotienten:

Fundort	Analytiker	RO : R ₂ O ₃ : RO
Oberrotweil	Soltmann	0,649 : 0,127 : 0,656
Oberrotweil	M. Piners	0,624 : 0,141 : 0,668
Mussaalpe	M. Piners	0,6002 : 0,1963 : 0,5882
Wurlitz	M. Piners	0,6148 : 0,1937 : 0,5830
Wurlitz	M. Piners	0,6233 : 0,1929 : 0,5926
Cipittal	M. Piners	0,6254 : 0,2053 : 0,6155
Burgumer Alp	M. Piners	0,6061 : 0,2024 : 0,6110
Zermatt	M. Piners	0,6075 : 0,2040 : 0,6074
Malgola	M. Piners	0,6036 : 0,1991 : 0,6070

M. Seebach berechnete für Melanit von Frascati folgende Zahlen:

	Mg	Mn	Fe	Ca	Al	Fe	Si, Ti	
Anal. Nr. 65	0,0410	0,0078	0,0276	0,5715	0,1089	0,2666	0,6145	
" "	66	0,0365	0,0078	0,0276	0,5862	0,1038	0,2795	0,6037
" "	67	0,0242	0,0085	0,0276	0,5880	0,1123	0,2738	0,6044
" "	68	0,0443	0,0109	0,0276	0,5811	0,1012	0,2777	0,5843

Daraus ergibt sich für diese vier Analysen ein Verhältnis:

	II	III	
R :	R	: Si, Ti	: O
	3,45	: 1,00	: 3,27 : 13,03
	3,43	: 1,00	: 3,15 : 12,74
	3,36	: 1,00	: 3,13 : 12,58
	3,52	: 1,00	: 3,08 : 12,68

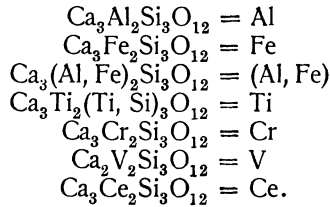
Für den Demantoid vom Ural, Analyse Nr. 29, ergibt sich:

$$2,90 : 1,00 : 2,86 \quad : 11,58.$$

Für den Andradit von Dognacka ergibt sich:

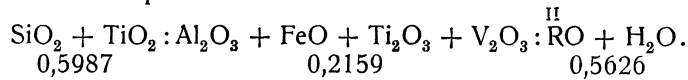
$$3,014 : 1,00 : 3,096 \quad : 12,203.$$

J. Uhlig¹⁾ berechnet seine Analysen folgendermaßen.
Er stellt für die Kalkgranate folgende Silicate auf:

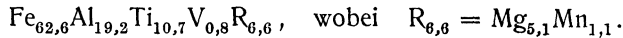


Daraus werden berechnet:

Melanit vom Perlerkopf:



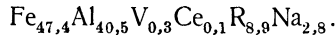
Daraus ergibt sich das Verhältnis:



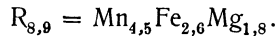
Kalkeisengranat von Laach: Das Verhältnis ist

$$0,6136 : 0,2065 : 0,6106 \quad \text{oder} \quad 2,97 : 1 : 2,96.$$

Die Formel wäre nach der oben genannten Bezeichnung:



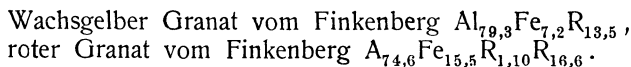
Hier ist



Für den Granat vom Perlerkopf ist aber das genannte Molekularverhältnis aus der korrigierten Analyse berechnet, bei welcher ein Teil des beträchtlichen Titangehaltes als Ti_2O_3 aus dem gefundenen FeO-Gehalt berechnet wird und das Eisenoxydul zum Eisenoxyd geschlagen wird; sonst ergibt sich aus den direkten Zahlen ein Verhältnis:

$$\text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{RO}_2 = 3,59 : 1 : 3,81,$$

welches nicht der Granatformel entspricht.



Er schließt daraus, daß die unter R zusammengefaßten Beimengungen, welche aus Eisen-, Magnesia- und Mangangranat bestehen, abnehmen, je mehr der Gehalt an Kalkeisengranat auf Kosten des Kalktongranats zunimmt. Die ersteren Beimengungen sind mit dem Kalktongranat besser als mit dem Kalkeisengranat mischbar. In den Kalkgranaten ist die Beimengung der ihnen

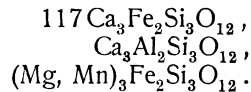
¹⁾ J. Uhlig, Inaug.-Diss. Bonn, Verh. naturhist. Verh. f. d. pr. Rheinl. u. Westf. (Bonn 1910), 67—307.

fremdartig gegenüberstehenden übrigen Granatsilicate je nach der Beimengung von Kalkeisengranat nur bis zu einem gewissen Grenzwert möglich.

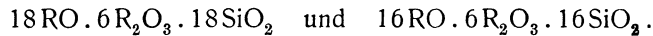
L. Hezner berechnet ihre Analyse und findet folgende Mol-Proportionen.

$\text{MgO} : \text{CaO} : \text{MnO} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 0,004 : 0,588 : 0,01 : 0,005 : 0,195 : 0,587.$

Daraus ergibt sich die Formel:

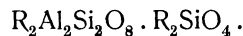


W. Asch u. D. Asch¹⁾ schließen aus den Analysen von K. H. Schnerr (S. 901) auf zwei Verbindungen:



Sie glauben, daß im Granat ein Drittel des Aluminiums sich anders verhält, wie der Rest. Die Granate sind im Gegensatz zu den Epidoten, welche saure Salze sind, als basische zu betrachten.

Über die Konstitution der Granate hat sich auch W. Vernadsky geäußert.²⁾ Er teilt bekanntlich die Alumosilicate in solche mit Chloritkern und solche mit Glimmerkern ein. Zu den letzteren gehören die Granate. Granat läßt sich schreiben:



Als Beweis für diese Struktur dient der Zerfall des Granats beim Schmelzen (siehe S. 911), die Umwandlung in Glimmer und Ton, ferner die Umwandlung in Mineralien der Nephelingsgruppe. Auch kann nach W. Vernadsky Granat durch Einwirkung von Orthosilicat auf Alumosilicat, z. B. Anorthit erhalten werden (siehe auch dessen Konstitutionsformel).

Eigenschaften.

Dichte 3,3—4,1. Härte 7 und etwas darunter. Durch den Schmelzprozeß vermindert sich die Dichte um etwa 13%.

Brechungsquotienten:

Fundort	(Li-Licht)	Na-Licht	Tl-Licht	Dispersion	Beobachter
Frascati, schwarz	1,8467	1,8566	1,8659	0,0183	E. A. Wülfing. ³⁾
Sysserts, Demantoid	1,8780	1,8893	1,9005	0,0225	A. Osann. ⁴⁾

Glasglanz; Farbe schwarz, braun, dunkelbraun, kolophoniumbraun, braungelb, grünlichgelb. Die verschiedenen Varietäten, welche man hierher stellt, sind besonders durch folgende Farben gekennzeichnet: Melanit schwarz, Allochroit grüngelb, Aplom dunkelbraun, Demantoid (sibirischer Chrysolith der Edelsteinhändler) grün, Kolophonit kolophoniumbraun, Topazolith grüngelb.

Schmelzpunkt. Ein eigentlicher Schmelzpunkt ist insofern schwer festzustellen, da wahrscheinlich schon etwas vor dem Schmelzpunkt die Zersetzung des Granats eintritt. Der Schmelzpunkt hängt von dem Eisengehalt ab. Für Melanit von Frascati fand ich 925—950°.

¹⁾ W. Asch u. D. Asch, Die Silicate (Berlin 1911), 57 u. 313.

²⁾ W. Vernadsky, Z. Kryst. **34**, 62 (1901).

³⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikr. Physiogr. (Stuttgart 1905), I, 2, 18.

⁴⁾ A. Osann, Z. Dtsch. geol. Ges. **40**, 694 (1888).

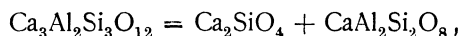
V. Schumoff-Deleano und E. Dittler¹⁾ fanden für den Melanit vom Vesuv 950—1160°.

Vor dem Lötrohre zu einer schwarzen, magnetischen Kugel schmelzend.

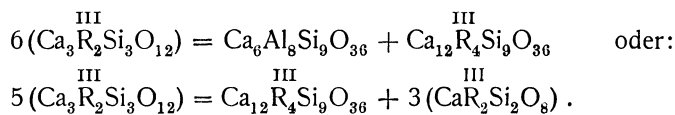
Verhalten beim Schmelzen. Ich habe durch Versuche festgestellt, daß in Melanit von Frascati, wenn er nahe dem Schmelzpunkt durch lange Zeit erhitzt wird, ohne daß Schmelzung erreicht wird, sich Neubildungen von Kristallen zeigen, also eine Art von Sammelkristallisation²⁾ (vgl. Bd. I, S. 679).

Wenn jedoch Melanit geschmolzen und langsam abgekühlt wird, so erhält man keinen Granat, sondern es zeigen sich Neubildungen, welche zum Teil dem Anorthit, zum Teil dem Kalkolivin entsprechen, und noch ein drittes Produkt wird beobachtet, welches der Meionitgruppe nahesteht.³⁾

Dieses Verhalten zeigen nicht nur Melanit, sondern auch Grossular, sowie andere Granate. Durch den Eisengehalt wird die Reaktion komplizierter, da sich auch Eisenglanz bildet und ein Teil des Eisenoxyds von den Silicaten aufgenommen wird. Am einfachsten läßt sich die Umwandlung bei Grossular erklären, wo sich Kalkolivin und Anorthit bildet. Die Formel ist:



es können sich jedoch, namentlich bei eisenhaltigen Granaten Melilith und Meionit bilden, wie folgende Gleichungen zeigen:



Ein Teil des Kalks kann durch Magnesia und Eisenoxydul ersetzt werden, welche in das Melilithsilicat eingehen.

Verhalten gegen Salzsäure. F. v. Kobell⁴⁾ sowie G. Magnus⁵⁾ stellten durch Versuche fest, daß Granat, welcher von Salzsäure nicht angegriffen wird, nach dem Schmelzen desselben mit Salzsäure gelatiniert und daß das spezifische Gewicht sich um ungefähr ein Fünftel verringert. Eine Ausnahme fanden sie bei Pyrop. P. Jannasch⁶⁾ fand jedoch, daß auch manche andere Granate durch das Schmelzen nicht völlig in dieser Säure löslich werden, sondern daß sie zum Teil unlöslich in Salzsäure bleiben. M. Seebach hat einige Kalk-eisengranate in dieser Hinsicht untersucht und fand ebenfalls, daß eine vollständige Lösung durch Behandlung mit Salzsäure nicht stattfindet. Bei Melanit von Frascati war der in Salzsäure unlösliche Rückstand 37,45%.

Außer der Dichteabnahme konstatierte M. Seebach⁷⁾ auch eine nicht unbedeutende Abnahme des Brechungsquotienten. Die Abnahme beträgt etwa 4,2%.

Die verschiedenen Kalkeisengranate scheinen sich bezüglich der Löslichkeit in Salzsäure verschieden zu verhalten, denn M. Seebach fand für Demantoid aus dem Ural einen Rückstand von nur 0,94%. Der Andradit von Dognaczka (Banat) ist dagegen ganz in Salzsäure löslich.

Umwandlung des Melanits siehe bei Kalktongranat S. 889.

¹⁾ V. Schumoff-Deleano u. E. Dittler, ZB. Min. etc. 1911, 757.

²⁾ Unver. Beob.

³⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1884, I, 161.

⁴⁾ F. v. Kobell, Kastners Archiv 10, 15 (1827).

⁵⁾ G. Magnus, Pogg. Ann. 24, 115 (1832).

⁶⁾ P. Jannasch, Ges. chem. Forschungen I, 219.

⁷⁾ M. Seebach, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1906).

Synthese.

Es ist mehrfach behauptet worden, daß Melanit auf künstlichem Wege erzeugt worden ist. So soll er nach M. Klaproth¹⁾ und nach F. v. Kobell²⁾ beim Schmelzen von Vesuvian entstehen. Ich habe jedoch bei der Umschmelzung von Idokras keinen Melanit erhalten, sondern verschiedene andere Silicate (vgl. unten bei Vesuvian).

Es wurde bereits erwähnt, daß der Melanit sich beim Schmelzen zersetzt und andere Silicate sich aus ihm bilden.

Auch B. Studer und E. Mitscherlich wollen in ähnlicher Weise, wie F. v. Kobell Melanit künstlich erzeugt haben.

Dagegen sprechen nicht nur meine Versuche, sondern auch solche von A. Des Cloizeaux³⁾ und die von L. Bourgeois.

Dagegen haben F. Fouqué und A. Michel-Lévy⁴⁾ ihren Angaben zufolge Melanit erhalten, als sie den Nephelin künstlich darstellten. Daneben bildete sich Nephelin. Es wurde dabei die Schmelze durch zwei Tage bei einer etwas unter dem Schmelzpunkt liegenden Temperatur erhalten. Dieser Versuch würde auch einem, von mir ausgeführten entsprechen,⁵⁾ bei welchem Melanit nicht ganz zum Schmelzen gebracht wurde, sondern unter dem Schmelzpunkt durch längere Zeit gesintert wurde (vgl. S. 911).

L. Michel⁶⁾ stellte eine Mischung von 10 Teilen Titaneisen, 8 Teilen Schwefelcalcium, 8 Teilen SiO₂ und 2 Teilen Kohle dar und schmolz sie in einem Graphittiegel bei etwa 1200° und kühlte langsam ab. In den Hohlräumen dieser Schmelze hatten sich Melanitkristalle gebildet (richtiger Schorlomit). Dichte 3,8.

Die Zusammensetzung derselben ist:

SiO ₂	. . . . .	36,45
Fe ₂ O ₃	. . . . .	29,80
CaO	. . . . .	32,65
		98,90

Vorkommen und Genesis des Melanits und Andradits. Die betreffenden Mineralien kommen in manchen Eruptivgesteinen als akzessorische Gemengteile vor, so in Eläolithsyeniten und ähnlich zusammengesetzten Porphyrgesteinen, dann in Ergußgesteinen, wie Phonolith, Nephelinit, Leucitophyr und Tephrit. Hier würde demnach eine Bildung aus Schmelzfluß vorliegen. Wir haben jedoch gesehen, daß auch der Melanit, wie auch der Grossular sich beim Schmelzen zersetzt; dagegen wurde oben bemerkt, daß bei einer Temperatur etwas unter dem Schmelzpunkt, etwa 900°, sich Melanit bilden kann. Es ist daher wahrscheinlich, daß dieser Gemengteil sich als erstes Abscheidungsprodukt nicht aus der Schmelze selbst, sondern bereits früher unter Mitwirkung von Kristallisatoren bei nicht sehr hoher Temperatur im Vulkanherde gebildet hat. Im vulkanischen Peperintuff wird, wie in Frascati auch der Melanit beobachtet und dürfte er daher dieselbe Bildungsart besitzen. Nach H. Rosen-

¹⁾ M. Klaproth, Gehlens Journ. 1808, 203.

²⁾ Fr. v. Kobell, Archiv Naturw. von A. Kastner 5, 313 (1828).

³⁾ A. Des Cloizeaux, Man. d. Min. Paris 1862, 277 u. 543.

⁴⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, C. R. 87, 961 (1878).

⁵⁾ Vgl. auch C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1884, I, 161.

⁶⁾ L. Michel, Bull. Soc. min. 15, 254 (1892).

busch und E. A. Wülfing hat der titanreiche Melanit oder Schorlomit eine Entstehung als älteste Ausscheidung, wie der Olivin.

Demnach würde dieser eine analoge Bildungsweise haben, wie wir sie oben gegeben haben. Schorlomit kommt auch in Nephelingesteinen vor.

Ferner ist in Santorin¹⁾ der Melanit als vulkanische Kontaktbildung bekannt, er dürfte daher genetisch manchem Grossular nahestehen.

W. C. Brögger beschreibt Umwandlungen in Granat, welche aus Sodalith entstanden sein sollen.

Kalkchromgranat (Uwarowit).

Synonym: Ouvarovit.

Da sehr wenig Analysen vorhanden sind, bringe ich auch die älteren.

	1.	2.	3.	4.	5.
MgO	1,10	1,54	—	0,81	—
CaO	30,34	31,63	32,22	33,20	27,50
MnO	—	—	—	—	0,50
FeO	2,44	—	—	4,97	8,16
Al ₂ O ₃	5,88	5,68	} 6,25	17,50	10,20
Fe ₂ O ₃	—	1,96		—	9,60
Cr ₂ O ₃	22,54	21,84	23,45	6,20	6,50
SiO ₂	37,11	36,93	35,57	36,65	36,20
H ₂ O	1,01	—	—	0,30	—
	100,42	99,58	97,49	99,63	98,66

Die Analysen 1—3 stammen von Bisserts (Ural), aus Klüften eines derben Chrom-eisensteins.

1. Anal. Komonen, Verh. russ. min. Ges. 1842, 55.
2. Anal. H. Erdmann, Vet. Akad. Handl. Stockholm 1842, 107.
3. Anal. A. Damour, Ann. mines 4, 115 (1843).
4. Von Orford (Canada), im körnigen Kalk; anal. Sterry Hunt, Am. Journ. 30, 360 (1860).
5. Vom Pic Posets bei Vénasque (Pyren.); anal. A. Damour, Bull. Soc. min. 2, 165 (1879).

Ein sehr eisenreicher Uwarowit ist folgender, bei welchem leider eine Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul fehlt. Durch Vergleich mit der theoretischen Zusammensetzung des Uwarowits ergibt sich, daß der größere Teil des Eisens als Oxydul vorhanden sein dürfte.

	6.
MgO	4,52
CaO	24,06
FeO	16,66
Al ₂ O ₃	1,63
Cr ₂ O ₃	25,80
SiO ₂	27,34
	100,01

6. Aus der Rødtjerngrube bei Røros (Norw.); anal. L. Aars-Andersen, Inaug.-Diss. (Freiburg i. Br. 1905); ZB. Min. etc. 1907, 251.

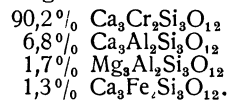
¹⁾ F. Fouqué, C. R. 80, 631 (1875).

Von neueren Analysen kenne ich nur folgende:

	7.	8.	9.
δ	3,772	—	—
MgO	0,50	0,50	—
CaO	32,74	33,09	33,5
Cr ₂ O ₃	27,54	27,54	30,6
Al ₂ O ₃	1,93	1,93	—
Fe ₂ O ₃	0,41	0,41	—
SiO ₂	36,79	36,16	35,9
	99,91	99,63	100,0

7. In Drusenräumen eines Quarzits von Sysmä, Kirchspiel Kuusjärvi (Finl.); anal. O. Borgström, Geol. Förh. 1901, 557; Z. Kryst. 37, 284 (1903).

8. Berechnete Zusammensetzung nach der Formel:



9. Theoretische Zusammensetzung des Silicats Ca₃Cr₂Si₃O₁₂.

Mischung von Kalkeisengranat mit Kalkchromgranat.

	10.
δ	3,81
MgO	Spur
CaO	27,13
MnO	3,94
FeO	2,51
Al ₂ O ₃	0,62
Cr ₂ O ₃	7,81
Fe ₂ O ₃	22,22
SiO ₂	35,57
	99,80

Es handelt sich hier um einen eisenhaltigen Uwarowit, doch kann man diese isomorphe Mischung eines Calciumferrigranats mit einem analogen Calciumchromsilicat auch als einen stark chromhaltigen Kalkeisengranat bezeichnen.

9. Von Praborna bei S. Marcel (Aostatal); anal. L. Colomba, R. Acc. d. Linc. Roma [5a] 19, 40 (1910); Z. Kryst. 52, 309 (1913).

Der Granat hat eine smaragdgrüne Farbe, bisweilen mit blauem Stich. Vor dem Lötrohre unschmelzbar.

Formel des Uwarowits.

C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnete folgende Atomverhältnisse:

Fundort	Analytiker	II	III	III	Ca : Mg : Fe
		R : R	: Si	Fe : Cr : Al	
Bisserts	Komonen	2,9 : 2	: 3	5 : 2	20 : 1 : 1
Bisserts	A. Erdmann	3 : 2	: 3	5,2 : 2	23,5 : 1,5 : 1
Bisserts	A. Damour	2,9 : 2,2	: 3	5 : 2	
Orford	Sterry Hunt	3 : 2	: 3	2 : 6,8 : 28,2	9 : 1
Pic Posets	A. Damour	3 : 2	: 3	2 : 3 : 4,6	4 : 1

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft II, 211 (1886).

Es liegen Mischungen vor von
 $\text{Ca}_3\text{Cr}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ mit $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ und $\text{Ca}_3\text{F}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$,
 doch kann etwas Ca durch Mg vertreten werden, seltener durch Fe.

Prehnit.¹⁾

Rhombisch: $a:b:c = 0,8240:1:1,1272$ (nach A. Beutell).
Synonyma und Varietäten: Koupholith, Ädelit, Edelit, Jacksonit.

Analysen.

Analyseneinteilung. Manche Prehnite enthalten Eisenoxyd in nennenswerten Mengen, während andere eisenfrei sind oder Eisen nur in ganz kleinen Mengen enthalten. Die sehr unbedeutenden Mengen von Magnesia können nicht als Einteilungsprinzip verwertet werden. Es ist daher bei der sonst ziemlich konstanten Zusammensetzung der Prehnite nur der Eisengehalt als Einteilungsprinzip möglich.

Eisenfreie und eisenarme Prehnite.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na ₂ O . .	0,08	—	—	—	—
K ₂ O . .	0,08	—	—	—	—
MgO . .	0,07	—	—	—	Spur
CaO . .	26,40	26,62	26,80	27,10	27,11
Al ₂ O ₃ . .	24,22	25,64	24,76	24,98	25,22
Fe ₂ O ₃ . .	0,88	Spur	Spur	Spur	0,71
SiO ₂ . .	44,48	43,28	43,57	43,56	43,24
H ₂ O . .	4,57	4,92	4,59	4,35	4,29
	100,78	100,46	99,72	99,99	100,57

1. Vom Norheimer Eisenbahntunnel bei Münster a/Stein; anal. H. Laspeyres, Journ. prakt. Chem. **102**, 357 (1867).
2. Von Striegau (Schlesien); anal. A. Beutell, N. JB. Min. etc. 1887, I, 89.
3. Von Globenstein (Sachsen); anal. F. Schalch, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **4**, 182 (1886).
4. Von Jordansmühl (Schlesien); anal. Epstein in Fiedler, Min. Schlesiens 1863, 59; nach C. Hintze, Min. II, 485.
5. Von ebenda; anal. Bock, Inaug.-Diss. (Breslau 1868), 17; nach C. Hintze, l. c.

	6.	7.	8.	9.	10.
Na ₂ O . .	—	—	—	Spur	Spur
MgO . .	Spur	—	—	0,45	0,30
CaO . .	25,26	27,37	26,41	25,77	26,87
Al ₂ O ₃ . .	26,00	24,53	24,09	24,67	24,14
Fe ₂ O ₃ . .	0,61	—	0,92	0,92	1,10
SiO ₂ . .	44,12	43,40	44,42	42,35	42,36
H ₂ O . .	4,91	4,48	4,26	4,81	4,85
	100,90	99,78	100,10	98,97	99,62

¹⁾ Den Prehnit bringe ich wegen der Ähnlichkeit seiner Formel (vgl. S. 918) nach den Granaten, da er einem Kalkgranat entspricht, in welchem ein Atom Ca durch zwei Atome Wasserstoff ersetzt ist. Manche stellen ihn zum Epidot.

6. Von Jordansmühl; anal. Schubert, Inaug.-Diss. (Jena 1880), 17; nach C. Hintze, wie oben.

7. Von Ratschinges (Tirol); anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **10**, 81 (1868).

8. Von Tirol; anal. Kützing, Bg.- u. hütt. Z. **20**, 267 (1861).

9. Von Impruneta (Toscana); anal. A. Corsi, Boll. Com. geol. it. 1878, 54.

10. Von Figline (Toscana); anal. wie oben.

	11.	12.	13.	14.	15.
Alkalien . . .	—	—	—	1,03	0,28
CaO . . .	24,54	27,03	26,89	26,16	21,50
MnO . . .	—	—	—	0,42	—
Al ₂ O ₃ . . .	23,64	24,20	23,80	23,84	31,10
Fe ₂ O ₃ . . .	1,03	0,99	1,16	0,66	0,13
Mn ₂ O ₃ . . .	1,87	—	—	—	—
SiO ₂ . . .	43,41	42,86	43,45	43,05	45,20
N . . .	0,22	—	—	—	—
H ₂ O . . .	5,09	4,96	4,70	4,60	2,50
	99,80	100,04	100,00	99,76	100,71

11. Von Montecatini (Toscana); anal. E. Bechi, R. Acc. d. Linc. **3**, 115.

12. Von Montecatini (Toscana); anal. A. Corsi, wie oben.

13. Von Dumbarton; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 579 (1887).

14. Von Glasgow; anal. Lehunt bei J. Thomson, Outlin. Miner. 1836, I, 275.

15. Von Angaraes, Peru; anal. Soldan bei A. Raimondi-Martinet, Min. du Pérou 1878, 313.

Neuere Analysen eisenfreier und eisenarmer Prehnite.

	16.	17.	18.	19.	20.	21.
δ	—	2,895–2,909	—	—	—	2,918
MgO	—	—	—	—	—	0,09
CaO	26,49	27,19	27,05	26,43	27,35	26,83
Al ₂ O ₃	25,50	24,52	26,64	25,28	22,70	23,80
Fe ₂ O ₃	Spur	0,34	—	—	0,34	0,95
SiO ₂	43,32	43,48	42,63	43,67	43,30	43,91
H ₂ O bei 105°	0,17	—	—	—	0,24	—
H ₂ O von 250–300°	0,14	—	—	—	—	—
F	—	0,17	—	—	—	—
Glühverlust	4,70	4,32	4,26	4,94	4,85	4,31
	100,32	100,02	100,58	100,32	100,19 ¹⁾	99,89

16. Vom Fassatal; anal. E. A. Schneider, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 113, 109 (1893); Z. Kryst. **25**, 285 (1896).

17. Von Lower California (Mexico); anal. W. T. Schaller, ebenda, Nr. 262, 124 (1905); Z. Kryst. **43**, 390 (1907); auch bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419 273 (1910).

18. Von ebenda, Kristalle; anal. W. T. Schaller, wie oben.

19. Aus Diabas von Friedersdorf bei Marburg a. d. Lahn; anal. A. Nau bei R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1892, II, 1.

¹⁾ Dazu 0,93% Na₂O; 0,18 K₂O; 0,30 MnO.

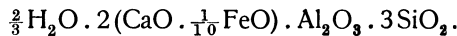
20. Von Franklin Furnace (N. Jersey); anal. G. Steiger, siehe F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 273 (1910).
 21. Von Helsingfors (Finnl.); anal. Aarne Laitakari, Geol. För. Förh. Stockholm 36, 432 (1914); nach Referat N. JB. Min. etc. 1915, II, 148.

Prehnite mit mittlerem Eisenoxydgehalt.

	22.	23.	24.	25.	26.
δ	—	—	—	2,981	—
Na ₂ O	2,94	1,06	—	—	—
K ₂ O	0,49	—	—	—	—
CaO	21,27	27,02	27,12	27,97	26,23
MgO	—	Spur	—	—	—
CuO	—	—	—	—	0,77
Al ₂ O ₃	24,72	22,76	23,19	21,12	22,70
Fe ₂ O ₃	1,23	3,02	1,52	2,85	1,24
SiO ₂	43,89	42,59	44,05	42,99	44,39
H ₂ O	4,27	2,66	4,35	4,57	4,75
MnO	1,42	—	—	—	—
	100,23	99,11	—	99,50	100,08

22. Prehnit aus Plagioklas entstanden, aus Weißstein von Jordansmühl, mit Nephrit anal. A. Sachs, N. JB. Min. etc. 1902, 365.
 23. Aus Granulit von Cala francese (Insel Maddalena); anal. C. Rimatori, R. Acc. d. Linc. 11, 542 (1902); Z. Kryst. 40, 93 (1904).

C. Rimatori berechnet aus seiner Analyse die Formel:



Es wird das Eisen als Eisenoxydul berechnet, was jedoch nicht richtig sein dürfte.

24. Von Ratschinges; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 115, I, 217 (1906).
 25. Von Rockhill Bucks (Penns.); anal. J. Eyerman, Miner. Pennsylvaniens; nach Z. Kryst. 54, 96 (1915).
 26. Aus dem Minussinskischen Kreise, Gouv. Jennisei; anal. F. Krüger bei P. Pili-penko, Nachr. d. Tomsker Universität, 1906; N. JB. Min. etc. 1909, II, 368.

	27.	28.	29.	30.	31.
Na ₂ O	Spur	—	—	Spur	—
MgO	—	—	—	0,53	—
CaO	26,24	26,08	23,98	25,48	25,83
Al ₂ O ₃	23,20	23,39	24,79	22,57	22,99
Mn ₂ O ₃	—	—	1,03	—	—
Fe ₂ O ₃	2,05	2,40	1,53	2,89	3,22
SiO ₂	44,03	43,63	44,00	44,11	44,11
N	—	—	0,20	—	—
H ₂ O	4,90	4,30	5,06	4,60	4,26
	100,42	99,80	100,59	100,18	100,41

27. Von Elba; anal. A. Corsi, Boll. Com. geol. it. 1878, 54.
 28. Von Montecatini; anal. E. Bechi, Tr. Acc. d. Linc. 3, 115.
 29. Von ebenda; anal. wie oben.
 30. Von Glen Glairn (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh 28, 197 (1877); Z. Kryst. 2, 655 (1878).
 31. Von Upsala; anal. C. W. Paykull, N. JB. Min. etc. 1867, 591.

Prehnite mit hohem Eisenoxydgehalt.

	32.	33.	34.	35.
Na ₂ O	—	0,96	Spur	1,03
MgO	—	—	Spur	—
CaO	25,0	21,74	27,02	27,06
Al ₂ O ₃	21,6	24,27	20,88	18,06
Fe ₂ O ₃	4,2	4,44	5,54	7,38
SiO ₂	43,6	43,57	42,40	44,74
H ₂ O	5,3	5,28	4,01	4,13
	<u>99,7</u>	<u>100,26</u>	<u>99,85</u>	<u>102,40</u>

32. Vom Río de los Cipreses (Peru); anal. F. Domeyko, Ann. mines **9**, 10 (1846).

33. Von Rodaito (Peru); anal. L. Darapsky, N. JB. Min. etc. 1888, I, 66.

34. Von Cornwall (Penns.); anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc. 1882.

35. Vom Radautal; anal. Amelung, Pogg. Ann. **68**, 512 (1846).

	36.
CaO	26,63
Al ₂ O ₃	19,95
Fe ₂ O ₃	6,20
SiO ₂	42,31
H ₂ O bei 100 ^o	0,21
Glühverl.	<u>4,81</u>
	100,11

36. Von Patterson (N. Jersey); anal. G. Steiger bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. N. 419, 273 (1910).

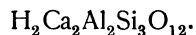
Eisenoxydul ist nicht vorhanden, ebensowenig wie Magnesia.

Formel.

Das Verhältnis ist:

$$\text{Ca} : \text{Al} : \text{Si} : \text{H} = 2 : 2 : 3 : 2,$$

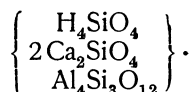
daher die Formel:



C. F. Rammelsberg¹⁾ sah diese Verbindung als zusammengesetzt aus



an, oder



Die theoretische Zusammensetzung ist:

CaO	27,16
Al ₂ O ₃	24,78
SiO ₂	43,69
H ₂ O	<u>4,37</u>
	100,00

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 638.

Wassergehalt des Prehnits. Bei dieser Formel wurde angenommen, daß das Wasser als Konstitutionswasser zu betrachten ist. Anderer Ansicht ist bloß G. Tammann, während frühere Forscher zur Ansicht gelangten, daß das Wasser in die Formel einzubeziehen sei. So fand V. Goldschmidt,¹⁾ daß Prehnit, im Glaskölbchen erhitzt, kein Wasser abgibt.

M. Dittrich und W. Eitel²⁾ bestimmten neuerdings den Wassergehalt und fanden die Grenzwerte: 4,87—4,89.

F. W. Clarke und G. Steiger³⁾ untersuchten Prehnit von Patterson und erhielten folgende Wasserabgaben:

Bei 100°	0,21 %
„ 180	0,18
„ 250	0,10
„ 350	0,11
„ Rotglut	0,28
„ voller Rotglut	4,05
Vor dem Gebläse	0,09
	5,02

Sie erklären das Wasser für Konstitutionswasser.

E. A. Schneider⁴⁾ hatte vorher Prehnit von Fassa untersucht und fand, daß er bei 105° nur 0,17% verlor und zwischen 250° und 300° 0,31%.

G. Tammann⁵⁾ kam zu dem Resultat, indem er die Dampfspannung des Prehnits untersuchte, daß sich das Wasser in diesem Mineral als feste Lösung befindet.

Weitere Versuche rühren von F. Zambonini her. Er fand:

Bei 150°	0,10 %
„ 205	0,10
„ 349—351	0,12
„ 300	0,13
„ 430	0,13

Die Versuche wurden an dem Prehnit von Fassa ausgeführt. Es geht daraus hervor, daß zwischen 150 und 430° kein weiterer Wasserverlust sich zeigt und daß man daher das Wasser als Konstitutionswasser anzunehmen hat.

F. Zambonini⁶⁾ macht auch eine Hypothese, um den Widerspruch zwischen den Daten von G. Tammann einerseits, F. W. Clarke u. G. Steiger, sowie seinen eigenen aufzuklären, welche große Wahrscheinlichkeit besitzt.

Er macht darauf aufmerksam, daß viele Prehnite einen Wassergehalt besitzen, welcher größer ist als es die Formel verlangt. Theoretisch ist diese Menge 4,36%. Dagegen enthält der Prehnit von Patterson 5,02%. Dieser Überschuß von Wasser kann als eingeschlossenes Wasser, oder als gelöstes vorhanden sein. F. Zambonini kommt daher zu dem Resultate, daß es sich bei Prehnit um Konstitutionswasser handelt.

¹⁾ V. Goldschmidt, Z. anal. Chem. **17**, 268 (1873).

²⁾ M. Dittrich u. W. Eitel, Z. anorg. Chem. **75**, 373 (1912).

³⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 207, 25.

⁴⁾ E. A. Schneider, ebenda Nr. 113, 110.

⁵⁾ G. Tammann, Z. f. phys. Chem. **27**, 323 (1898).

⁶⁾ F. Zambonini, Atti R. Acc. Napoli, **14**, 17 (1908).

Durch Temperaturerhöhung erleidet der Winkel der optischen Achsen eine Veränderung. A. Des Cloizeaux fand:

Kristall aus den Pyrenäen, bei 9° für rotes Licht $2E = 129^{\circ} 48'$; bei $121^{\circ} = 130^{\circ} 12'$; bei $146\frac{1}{2}^{\circ} = 131^{\circ} 50'$.

Kristall von Farmington: $2E = 52^{\circ} 20'$ bei 9° ; $50^{\circ} 58'$ bei 47° und $50^{\circ} 28'$ bei 121° . Sämtliche Werte für rotes Licht.

Spezifische Wärme. J. Joly¹⁾ bestimmte diese am grünen Prehnit mit 0,2003.

Der Prehnit ist pyroelektrisch. P. Riess u. G. Rose²⁾ beobachteten eine besondere Art, welche sie zentralpolarisch nannten. Nach G. Hankel³⁾ sind die beiden Endflächen negativ elektrisch, während die brachydiagonalen Seitenkanten positive Elektrizität zeigen.

Verhalten beim Schmelzen. C. Doelter⁴⁾ schmolz Prehnit von Fassa im Leclerq-Fourquignonofen und ließ diese Schmelze langsam abkühlen. Er erhielt eine vollkommen kristalline Schmelze, welche unter dem Mikroskop zahlreiche gut auskristallisierte Plagioklase und gerade auslöschende Säulen aufwies, welche mit der hexagonalen Modifikation des Calciummetasilicats übereinstimmten (sog. Pseudowollastonit).

Die Dichte ist 2,699. Es verhält sich demnach der Prehnit wie Grossular. Der Vorgang läßt sich durch die Reaktionsgleichung darstellen:



Vorkommen und Genesis.

Prehnit kommt auf Klüften kalkreicher Eruptivgesteine⁵⁾ vor, ferner auch auf solchen von kristallinen Schieferen. Als eigentlicher Gesteinsgemengteil tritt er in Grünsteinen und Amphiboliten auf, dann in Paragneisen und Wolastonitfels. Auch kommt Prehnitfels vor. A. Lacroix⁶⁾ beschreibt ihn als Kontaktmineral aus den Pyrenäen.

Eine Synthese existiert nicht, daher über seine Entstehung nur aus dem Vorkommen geschlossen werden kann. Seine Bildung dürfte wohl eine ähnliche sein, wie die des Zoisits.

Bei höherer Temperatur dürfte sich dieses wasserhaltige Mineral nicht gebildet haben.

Umwandlung.

Retzius⁷⁾ analysierte Desmin, welcher in Form von Prehnit auftritt. Umwandlung von Prehnit in Orthoklas beobachtete W. Haidinger⁸⁾ von den Kilpatrik hills, ebenso R. Koch⁹⁾ von Münzenbach bei Herborn-Seelbach.

Umwandlung in Speckstein beobachtete V. v. Zepharovich¹⁰⁾ am Tempelstein bei Jamolitz (Mähren).

¹⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. London **41**, 250 (1887).

²⁾ P. Riess u. G. Rose, Mon.-Ber. Berliner Ak. 1843, 6. April.

³⁾ G. Hankel, Wied. Ann. **6**, 55 (1879).

⁴⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 137.

⁵⁾ Siehe E. A. Wülfing in H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. d. Min., Stuttgart 1905, I, 1, 172.

⁶⁾ A. Lacroix, Bull. Soc. min. **24**, 22 (1901).

⁷⁾ Nach A. Des Cloizeaux, Min. I, 417.

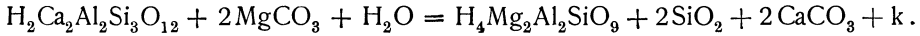
⁸⁾ Nach R. Baum, Pseudom. II, 23.

⁹⁾ R. Koch, ebenda III, 64.

¹⁰⁾ V. v. Zepharovich, Min. Lexikon I, 427.

Sillem¹⁾ erwähnt Umwandlung in Grünerde. Auch K. Peters²⁾ erwähnt diese Umwandlung.

Ch. R. van Hise³⁾ stellt die Umwandlung in Prehnit, wenn man für Chlorit das Amesitsilicat annimmt, durch folgende Formel dar:

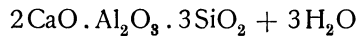


Wenn man von den Carbonaten absieht, so ist die Volumvergrößerung von Chlorit und Quarz 3,27%.

C. N. Fenner⁴⁾ macht darauf aufmerksam, daß im Watchungbasalt Prehnit namentlich in Kalkzeolithe übergeht, so in Stilbit, Apophyllit, dann in Natrolith, Pektolith und Calcit.

Künstliche Umwandlung.

J. Lemberg⁵⁾ behandelte ungeschmolzenen, verglasten Prehnit von Dumbarton mit Wasser bei 210—220° durch 342 Stunden, wobei dieser 12,04% Wasser aufnahm. Eine weitere 150 stündige Behandlung bei 210—220° bewirkte keine weitere Wasseraufnahme. Die Zusammensetzung dieses durch Kohlensäure leicht zersetzbaren Silicats läßt sich durch die Formel:



ausdrücken.

F. W. Clarke und G. Steiger⁶⁾ behandelten den Prehnit von Patterson mit Chlorammonium, wobei sich jedoch keine Aufnahme von Ammoniak ergab.

Die zwei folgenden Mineralien sind wahrscheinlich unreine Prehnite.

Chlorastrolith.

Kristallin faserig.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	3,70	4,88	0,32
K ₂ O	0,40	—	—
CaO	19,90	21,68	22,20
MgO	—	—	3,46
FeO	—	—	1,81
Al ₂ O ₃	25,49	24,25	24,62
Fe ₂ O ₃	6,48*)	6,26*)	2,21
SiO ₂	36,99	37,41	37,41
H ₂ O	7,22	5,77	7,72
	100,18	100,25	99,75

*) Eisenoxyd plus Eisenoxydul.

1. bis 3. Sämtliche von der Isle Royale, Lake Superior. 1. anal. R. Whitney, Rep. Geol. of Lake Super. 1851, II, 97. 2. und 3. anal. G. W. Hawes, Am. Journ. 10, 25 (1875).

¹⁾ Sillem, N. JB. Min. etc. 1851, 402; 1852, 534.

²⁾ K. Peters, N. JB. Min. etc. 1861, 622.

³⁾ Ch. R. van Hise, Treat. an Metam. 324.

⁴⁾ C. N. Fenner, Ann. N. York, Acad. 20, Nr. 2, II, 93 (1910).

⁵⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 40, 644 (1888).

⁶⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Am. Journ. sc. [4] 9, 345 (1909); Z. Kryst. 36, 65 (1902).

Formel. Die Stellung dieses Minerals ist bei verschiedenen Autoren sehr verschieden. A. Lacroix¹⁾ stellt ihn wegen seiner Ähnlichkeit mit den optischen Eigenschaften zu Thomsonit. R. Whitney betrachtet ihn als wasserhaltigen Zoisit. J. D. Dana²⁾ und P. Groth stellen ihn zum Karpholith wegen der Analogie der Formeln. C. F. Rammelsberg³⁾ und C. Hintze⁴⁾ erwähnen ihn als unreinen Prehnit.

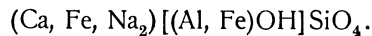
C. F. Rammelsberg berechnet die drei Analysen und kommt zu folgenden Verhältniszahlen:

$$\begin{array}{l} \text{II III} \\ \text{R: R: Si : H}_2\text{O} \\ 1,1 : 2 : 2,1 : 1,4 \\ 2,0 : 2 : 2,4 : 1,7 \\ 2,3 : 2 : 2,6 : 2,0. \end{array}$$

Nach seiner Ansicht läßt sich aus diesen Zahlen nicht entscheiden, ob der Chlorastrolith zu Prehnit gehört. Doch wird später die Bemerkung gemacht, daß er wohl ursprünglich Prehnit war.

Wegen den zahlreichen allseitig konstatierten Einschlüssen läßt sich wohl eine Formel mit Sicherheit nicht aufstellen.

P. Groth⁵⁾ stellt folgende Formel auf, wobei angenommen wird, daß von den 6⁰/₁₀ Fe₂O₃ ein Teil als Eisenoxydul vorhanden ist, wie dies übrigens die Analyse Nr. 3 zeigt:



P. Groth wendet gegen A. Lacroix ein, daß der Chlorastrolith mehr Wasser und zwar Kristallwasser enthalten müßte, um mit dem Thomsonit verglichen werden zu können.

Eigenschaften. Dichte 3,18. Härte 5—6. Vor dem Lötrohre weiß werdend, und leicht unter Anschwellen zu grauem blasigen Glas schmelzend, durch Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzbar. Farbe grün. Katzenauge-ähnlicher Schiller.

Nach A. Lacroix ist die Ebene der optischen Achsen senkrecht zur Längsrichtung der Fasern.

Zonochlorit.⁶⁾

Derb.

Analyse.

Na ₂ O	Spur
MgO	2,48
CaO	22,77
FeO	4,54
Al ₂ O ₃	19,41
Fe ₂ O ₃	6,80
SiO ₂	35,94
H ₂ O	8,40
	100,34

¹⁾ A. Lacroix, Bull. Soc. min. **10**, 148 (1890).

²⁾ J. D. Dana, Min. 1868, 412.

³⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 65 (1886); II, 223 (1895).

⁴⁾ C. Hintze, Min. II, 486.

⁵⁾ P. Groth, Tabl. systémat. Genève 1904, 120.

⁶⁾ Vgl. W. M. Foote, Rep. Am. Ass. 1873, 65.

Von Neepigon Bay, am nördlichen Gestade des Lake Superior, anal. G. W. Hawes, Am. Journ. 10, 24 (1875).

Eigenschaften. Grün gebändert. Dichte 3,113. Härte 6—7. Vor dem Lötröhre schwer zu dunklem Glase schmelzbar. Nach E. Dana¹⁾ vielleicht mit Chlorastrolith identisch.

Vorkommen. Das Mineral findet sich mit Desmin, Prehnit, Laumontit, Amethyst, Quarz, Kalkspat in einem Mandelstein.

Uigit.

Wahrscheinlich ein Zersetzungsprodukt von Prehnit.

Analyse.

Na ₂ O	4,70
CaO	16,15
Al ₂ O ₃	21,93
SiO ₂	45,98
H ₂ O	11,25
	100,01

Von Uig, Insel Skye; anal. F. Heddle, Min. Mag. 5, 26 (1882).

Eigenschaften. Dichte 2,284. Härte 5,5. Vor dem Lötrohre ruhig und leicht schmelzbar. Kommt mit Analcim und Faroelit vor.

Die Analyse des Vesuvians.

Von **Paul Jannasch** (Heidelberg).

Der Vesuvian besitzt gleich den Kalk-Tongranaten, dem Axinit und Prehnit die Eigenschaft, nach dem Schmelzen vollständig von Salzsäure zersetzt zu werden. Damit bietet er dem Analytiker die großen Vorzüge der Borsäure-aufschließung: Gesamtanalyse mit derselben Substanzmenge, nur Gegenwart von Chloriden und Freisein von Fremdkörpern.

Die Ausführung der Schmelzmethode geschieht wie folgt: Man schmilzt 1—1,25 g des gepulverten Minerals einfach im Platintiegel mittelst der Gebläseflamme²⁾ zusammen, was sehr leicht und in kürzester Zeit ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Minute) bei Anwendung einer 8—10 cm hohen, senkrecht von unten auf den Tiegel gerichteten Spitzflamme erfolgt. Nach dem Erkalten gibt man den Hauptteil der Schmelze in eine geräumige Platinschale,³⁾ indem man das Herausfallen der Masse aus dem Tiegel durch vorsichtiges Drücken desselben und besonders vorteilhaft durch leichtes, elastisches Beklopfen seines Bodens mit einem breiten und schweren Platinspatel⁴⁾ befördert. Die in der Platinschale befindliche Schmelze wird nun annähernd mit 100 ccm heißem Wasser und 50 ccm kon-

¹⁾ E. Dana, Min. Append. II, 22 (1877).

²⁾ Hier dürfte auch wirksam der Méker-Brenner anwendbar sein.

³⁾ Noch besser eine glasklare Quarzschale, da andauerndes Verdampfen größerer Mengen starker Salzsäure das Platin etwas auflöst.

⁴⁾ Ein langer, starker und obenseitig recht breiter Hornspatel, der die Elastizität des Schlages sehr unterstützt, kann gleichfalls empfohlen werden. — Ein direktes Abschrecken der glühend heißen Schmelze in Eisbri wird den Abfall derselben sicherlich erleichtern.

zentrierter Salzsäure überschüttet und auf dem Wasserbade unter fortwährendem Umrühren (am sichersten mit einem Quarzstab) erwärmt, wobei die vollständige Lösung der größten Stücke in 5—10 Minuten durchschnittlich vor sich geht. Die so erhaltene Lösung ist zunächst vollkommen klar, gelatiniert aber bald durch die Ausscheidung gallertförmiger Kieselsäure. Den noch kleine Anteile der Schmelze enthaltenden Platintiegel füllt man etwa zur Hälfte mit Salzsäure 1:2, erwärmt ihn einige Zeit auf dem Wasserbade und vereinigt diese Lösung mit der Hauptmenge.

Vor allem achte man jetzt auf eine möglichst vollständige Abtrennung der Kieselsäure durch wiederholtes Eintrocknen des Ganzen unter erneutem Zusatz von konzentrierter Salzsäure und erhitze die rückständige Masse nicht auf 108—110° der Regeneration von salzsäureunlöslichem Silicat halber, sondern dampfe lieber das Filtrat häufiger, am Ende immer mit Verrühren bis zur pulverförmigen Beschaffenheit, ein, wobei man sich zum Abputzen des Rührstabes eines zweiten bedient. Erst die Vertreibung der gewogenen Kieselsäure mit Flußsäure nach deren vorheriger Durchfeuchtung mit etwa 10 Tropfen verdünnter Schwefelsäure belehrt einen, ob man wirklich seine Vesuvianschmelze gut zersetzt hat. Der weitere Verlauf der Analyse ist der übliche, wie ich ihn in den verschiedenen Einzelheiten bereits bei dem Turmalin beschrieb.

Vor zehn Jahren machte M. Seebach¹⁾ gelegentlich einer Reihe von genauen Granatanalysen die bemerkenswerte Beobachtung, daß nur die Schmelzen der Kalk-Tongranaten wirklich durch Salzsäure vollkommen zersetzt werden, dagegen diejenigen anderer Granattypen mehr oder weniger darin unlöslich sind. Ob dieses Verhalten auch einzelne Vesuviane, vielleicht die stark mangan- und eisenhaltigen ähnlich zeigen, ist noch nicht mit Sicherheit bekannt. In diesem Falle würde ich für die Vesuviananalyse als am zweckmäßigsten, wie damals bei dem Granat, nur die Borsäureaufschließung empfehlen, deren genaue Ausführung gleichfalls bei dem Turmalin des Näheren mitgeteilt worden ist. Zur Ergänzung des früher hierüber Gesagten mögen noch die folgenden dabei gewonnenen Erfahrungen erwähnt sein. Will man bei dem Hineinsetzen der glühenden Schmelze in Eisbrei ein Kippen oder Umfallen des Tiegels sicher verhüten, so muß dieser gut in das dafür bestimmte, recht feststehende Dreieck hineinreichen. Hierzu habe ich ein Dreieck aus starkem Nickeldraht in die betreffende Henkelschale durch Umbiegung desselben über den Schalenrand ein für allemal fest hineinhängen lassen und zwar so, daß der Tiegelboden den Schalenboden nicht berühren kann. Ferner benutze ich zum Ausspritzen der Salzsäuremethylalkohol-Auflösung im Platintiegel, sowie zum Abspritzen des von den Schmelzanteilen freigewordenen Platinspatels eine kleine mit Methylalkohol gefüllte Spritzflasche, wenn einem für den Salzsäuremethylalkohol, welcher lästige Salzsäuredämpfe ausstößt, kein geeignetes Handgebläse zur Verfügung steht.

Wenn auch die Verjagung der Borsäure durch Salzsäure-Methylalkohol leicht und absolut vollständig vor sich geht, so kann es dem Ungeübten doch passieren, kleine Mengen davon im Verlauf der Analyse anzutreffen, wo sie sich alsdann bei der Magnesia, oder wenn es hieran fehlen sollte, bei den Alkalien wieder vorfinden. Ein nochmaliges Eindampfen dieser mit etwas Salzsäuremethylalkohol wird jetzt den begangenen Fehler rasch ausgleichen.

¹⁾ M. Seebach, Chemische und mineralogische Studien am Granat, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1906).

Da die Sonderwägung des Gemenges von Kalium- und Natriumchlorid vor ihrer Trennung durch Platinchlorid mit Recht als eine erwünschte Kontrolle gilt, so nehme man dieselbe aber erst nach mehrmaliger Eintrocknung mit wenig konzentrierter Salzsäure vor zur Zerstörung kleiner Mengen von Nitrat, welches aus der Verjagung der Ammonsalze durch Salpetersäure herührt, falls nicht hier schon reichlichere Mengen von Salzsäure gleichzeitig zugegen waren.

Die nach der Vertreibung der Kieselsäure durch Flußsäure-Schwefelsäure erhaltenen geringfügigen Rückstände löst man zu ihrer Überführung in die Gesamtanalyse am besten in einem Gemisch von konzentrierter Schwefelsäure und rauchender Flußsäure auf, verdampft zuerst auf dem Wasserbade, die Schwefelsäure bei gelinder Hitze im Nickelbecher-Luftbade und nimmt nun den Rückstand in wenig starker Salzsäure unter Erwärmen auf, um ihn der Hauptlösung zuzufügen. Die so mit in die Analyse hineingeratenen äußerst kleinen Mengen von Sulfat richten an keiner Stelle Schaden an, und bei meiner auch bei dem Turmalin erwähnten neuen Methode der Umsetzung des Magnesiumchlorids nicht durch Quecksilberoxyd, sondern durch Quecksilberoxalat werden sie völlig beseitigt.

Über die Anwendung des Hydroxylamins bei der Trennung des Mangans von Tonerde und Eisen, zur unmittelbar vollständigen Fällung der Tonerde, für besseres Gelöstbleiben von Kalk und Magnesia werde ich in einer besonderen Arbeit Mitteilung machen.

Am Schluß dieses Abschnittes soll noch in aller Kürze meine einfache Methode der Überführung von Sulfaten in die Chloride durch die Borsäureschmelze besprochen werden. Hierzu wird das vorliegende Gemisch in einem geräumigen Platintiegel scharf eingetrocknet, darauf mit der mehrfachen Menge an gröblichem Borsäureanhydridpulver überschüttet und jetzt damit über einem gewöhnlichen Gasbrenner so lange zusammengeschmolzen, bis es klar und ruhig ohne jede Dampf- und Blasenentwicklung fließt. Die Weiterbehandlung geschieht analog den für die Silicatschmelze erforderlichen Operationen. Es ist wohl das rascheste und fehlerfreieste Verfahren, welches wir für den besagten Zweck besitzen. In Verbindung mit der Zerstörung kleinerer Mengen von organischer Substanz durch deren Erhitzung mit reiner konzentrierter, wenigstens 60% iger Salpetersäure und 30% igem Perhydrol¹⁾ wurde die obige Methode neuerdings auch bei der Blut- und der Serumanalyse erfolgreich angewendet.

Die speziellen Bestimmungen des Wassers und des wichtigen Fluorgehaltes können in gleicher Weise, wie es bei dem Turmalin genau beschrieben ist, ausgeführt werden. — Der Eisenoxydulgehalt läßt sich nach der Mitscherlich'schen Methode im Einschlußrohre durch Schwefelsäureaufschluß ermitteln. — Der reiche Borsäuregehalt des Wiluits hat neuerdings durch die Noll'sche Analyse²⁾ eine Bestätigung gefunden.

Vesuvian.

Synonyma. Der Name Idokras wird vielfach statt des Namens Vesuvian gebraucht. Der ursprüngliche Name Hyazinth beruhte auf der irrthümlichen Auffassung der Zugehörigkeit zu diesem Mineral.

¹⁾ P. Jannasch, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 605 (1912).

²⁾ Inaug.-Diss. „Über die quantitative Bestimmung der Borsäure“ (Heidelberg 1913).

Varietäten: Egeran, Gahnit, Loboit, Gökumit, Xanthit, Frugardit, Jewreinowit, Heteromerit, Cyprin.

Chemisch berechnete Varietäten sind Wiluit und Manganidokras (Mangan-vesuvian).

Tetragonal $a:c = 1:0,537541$ (V. v. Zepharovich).

Einteilung der Vesuviananalysen.

C. F. Rammelsberg¹⁾ unterschied vier Arten von Vesuvian, nach dem schwankenden Verhältnis von R:R. Es erscheint zweifelhaft, ob man den stets in kleinen Mengen vorkommenden Alkalien und dem Hydroxyl eine derartige Bedeutung beilegen soll. Jedenfalls ist die Zusammenziehung von Wasserstoff zu den Metallen Natrium und Kalium nicht ohne weiteres gestattet. Das Wasser muß gesondert betrachtet werden. Die genannte Einteilung von C. F. Rammelsberg¹⁾ ist daher zu verwerfen.

Da das Verhältnis von R:R, wie C. F. Rammelsberg berechnet, ziemlich konstant ist, so läßt sich keine Einteilung darauf begründen. Man könnte hier, wie bei anderen Mineralien, von schwankender Zusammensetzung etwa das Verhältnis Fe:Ca + Mg als Einteilungsprinzip nehmen. Mit Ausnahme einiger abweichender Analysen ist jedoch dieses Verhältnis kein so stark schwankendes und eignet sich nicht als Einteilungsprinzip.

Auch der Gehalt an Eisenoxyd schwankt zu wenig, um diesen als Einteilungsprinzip zu verwerten. Dagegen dürfte der Fluorgehalt bzw. das Fehlen von Fluor von einer gewissen Bedeutung sein. Allerdings ist zu bemerken, daß in früherer Zeit keine Fluorbestimmung vorgenommen wurde und daß man sich verhältnismäßig sehr spät von der Anwesenheit von Fluor (zum Teil auch von Bor) überzeugte, was erst durch P. Jannasch im Jahre 1895 geschah, so daß selbst C. F. Rammelsberg das Fluor nicht bei seinen Berechnungen in Betracht zog. Deshalb sind sehr viele Analysen in dieser Hinsicht nicht verwendbar und da die Zahl der neuesten Analysen mit Fluor- und Borbestimmung keine bedeutende ist, so kann man dieses sonst recht gute Einteilungsprinzip nicht allgemein verwerten.

Es wurde daher folgende Einteilung getroffen:

1. Ältere Analysen ohne Fluorbestimmung.
2. Neuere Analysen mit Fluorgehalt.
3. Neuere Analysen ohne Fluorgehalt.
4. Vesuviananalysen mit Borsäuregehalt (Wiluit).

Vesuviane mit besonders hohem Gehalt an Mangan (Manganidokras) wurden nicht besonders ausgeschieden.

Der Wiluit, welcher in die Abteilung 2 fällt, wurde besonders abgetrennt. Ebenso wurden bei der Abteilung 1 einige Analysen, welche einen auffallend hohen Eisengehalt zeigen, besonders betrachtet.

1. Analysen ohne Fluorbestimmung.

Diese wurden nach den Analytikern und ungefähr chronologisch geordnet.

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **38**, 507 (1886); Min.-Chem. Erg.-Heft II, 257 (1895).

Ältere Analysen von C. F. Rammelsberg.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O . . .	—	0,21	0,16	0,55	0,24	—
K ₂ O . . .	0,35	—	—	—	—	—
MgO . . .	5,42	3,84	2,11	2,33	2,65	3,08
CaO . . .	36,77	36,37	35,34	36,37	36,31	36,14
FeO . . .	—	—	2,91	—	0,50	—
Al ₂ O ₃ . . .	15,52	16,40	16,08	15,30	15,30	12,51
Fe ₂ O ₃ . . .	4,85	3,51	3,75	5,45	4,91	7,18
SiO ₂ . . .	37,15	38,79	37,32	39,35	38,27	38,51
H ₂ O . . .	—	2,27	2,08	1,56	2,49	3,00
	100,06	101,39	99,75	100,91	100,67	100,42

1. Dognacka (Banat); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **94**, 92 (1855).
2. Monzoni; anal. wie oben.
3. Von ebenda; anal. derselbe, Z. Dtsch. geol. Ges. **25**, 427 (1873).
4. Haslau bei Eger (Egeran); anal. wie oben.
5. Ala (Piemont); anal. derselbe wie oben.
6. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. wie Analysen Nr. 1 u. 2.

	7.	8.	9.	10.	11.
Na ₂ O	—	—	—	0,38	—
K ₂ O	0,31	—	—	—	—
MgO	4,22	4,30	2,06	3,76	3,82
CaO	34,48	34,28	35,86	35,66	35,69
FeO	—	0,45	—	0,85	—
Al ₂ O ₃	13,30	14,48	15,64	13,64	17,08
Fe ₂ O ₃	8,42	7,45	6,07	5,93	5,54
SiO ₂	37,20	37,88	37,64	37,27	37,90
TiO ₂	1,51	—	2,40	0,65	—
H ₂ O	—	—	—	2,25	—
	99,44	98,84	99,67	100,39	100,03

7. Von Egg (Norwegen); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **94**, 92 (1855).
8. Von Eker (Norwegen); anal. wie oben.
9. Von Sandford (Maine); anal. wie oben.
10. Von Zermatt; anal. derselbe, Z. Dtsch. geol. Ges. **25**, 482 (1873).
11. Von Canzoccoli; anal. J. Lemberg, ebenda **24**, 249a (1872).

Weitere ältere Analysen.

	12.	13.	14.	15.	16.
Na ₂ O	—	—	—	0,72	—
K ₂ O	—	—	—	0,12	—
MgO	3,13	3,02	2,43	4,67	Spur
CaO	36,31	36,65	33,76	33,83	34,81
FeO	0,33	0,39	2,08	—	4,56
Al ₂ O ₃	16,22	16,30	21,65	14,07	22,25
Fe ₂ O ₃	3,76	4,02	—	2,07	—
SiO ₂	37,50	37,36	38,36	40,98	36,59
TiO ₂	0,28	0,18	—	—	—
H ₂ O	2,14	2,89	1,25	2,34	0,55
	99,67	100,81	99,53	98,80	98,76

12. Monzoni; anal. E. Ludwig u. A. Renard, Bull. Musée, R. Belge 1882, I, 181.
 13. Von Ala; anal. dieselben 1882, I, 181.
 14. Piz Longhin; anal. A. Frenzel bei A. B. Meyer, N. JB. Min. etc. 1889, I, 229.
 15. Von ebenda; anal. F. Berwerth, Ann. Naturh. Hofmuseum 4, 88 (1889).
 16. Beresowaja Gora; anal. C. v. Hauer bei A. Kenngott, Sitzber. Wiener Ak. 12, 169 (1854).

	17.	18.	19.	20.	21.
δ	—	—	—	—	3,336
Alkalien	—	—	—	—	0,13
MgO	2,42	0,67	0,38	1,75	6,85
CaO	34,76	34,46	34,75	36,26	33,97
MnO	—	3,23	3,41	—	Spur
FeO	3,11	2,38	2,42	2,76	2,22
Al ₂ O ₃	16,28	16,87	19,63	16,30	11,77
Mn ₂ O ₃	0,94	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	1,56	2,57	—	1,82	3,11
SiO ₂	37,80	37,32	39,41	37,57	39,29
TiO ₂	1,77	—	—	—	2,75 ¹⁾
H ₂ O	2,29	2,22	—	3,01	—
	100,93	99,72	100,00	99,47	100,09

17. Von Tschammendorf (Schlesien); anal. Schumacher, N. JB. Min. etc. 1878, 820.
 18. Von Johnsberg (Schlesien); anal. A. v. Lasaulx, Z. Kryst. 4, 171 (1880).
 19. Von ebenda; anal. M. Websky bei A. v. Lasaulx, wie oben.
 20. Von Gleinitz, (Schlesien); anal. A. v. Lasaulx, wie oben. Eine unvollständige Analyse von demselben Vorkommen von Gleinitz führte Schubert aus. Inaug.-Diss. (Jena 1880), 30.
 21. Aus Gabbro vom Schmalenberg (Radautal, Harz); anal. J. Fromme, Tsch. min. Mit. 22, 62 (1903).

	22.	23.	24.	25.	26.	27.
Na ₂ O	1,70	0,47	—	—	—	—
K ₂ O	1,16	1,01	—	—	—	—
MgO	—	2,02	3,79	2,65	1,48	1,80
CaO	34,20	34,18	36,43	30,98	31,54	32,23
MnO	—	—	0,50	—	—	—
FeO	—	—	0,60	—	—	—
Al ₂ O ₃	20,00	26,10	13,25	11,82	9,33	12,86
Fe ₂ O ₃	4,60	2,73	7,12	15,28	12,93	7,80
SiO ₂	37,41	35,22	37,62	38,72	36,40	38,00
H ₂ O	—	—	0,70	—	—	—
	99,07	101,73	100,01	99,45	91,68	92,69

22. Jewreinowit von Frugard (Finnland); anal. L. Iwanoff, Verh. russ. min. Ges. 1850/51, 370.
 23. Dasselbe Vorkommen; anal. Holmberg, ebenda 1862, 15.
 24. Von der Achmatowschen Grube (Ural); anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. 44, 198 (1848).

¹⁾ Glühverlust.

25. Von ebenda; anal. L. Iwanoff bei N. v. Kokscharow, Miner. Rußl. 1, 101.
 26. Von ebenda; anal. wie oben S. 105 (unvollständige Analyse).
 27. Von ebenda; anal. wie oben.

	28.	29.	30.	31.	32.
δ	—	—	—	3,43	3,4135
Na ₂ O	1,00	—	0,28	0,329	—
K ₂ O	—	—	0,13	0,568	—
MgO	—	—	2,46	1,574	4,56
CaO	37,46	35,7	35,34	33,935	34,01
MnO	1,16	—	—	0,844	1,88
FeO	—	—	0,55	5,036	—
B ₂ O ₃	—	—	0,10	—	1,96
Al ₂ O ₃	16,03	16,2	16,25	18,626	12,18
Fe ₂ O ₃	4,23	8,5	3,87	0,932	7,29
SiO ₂	40,06	39,1	37,97	36,251	35,45
H ₂ O	2,07	—	2,68 ¹⁾	1,780	3,14
	102,22	99,5	99,63	99,875	100,47

28. Von Monaghan Co. (Irl.); anal. J. P. O'Reilly, Proc. Roy. Trans. Ac. 1891, I, 446 und Z. Kryst. 22, 300 (1894). Dazu 0,21% CuO.

29. Von Elba; anal. F. Richter, N. JB. Min. etc. 1862, 867.

30. Von Cziklova; anal. M. Weibull, Z. Kryst. 25, 27 (1896).

31. Von Glen Gairn, Aberdeen (Schottl.) aus Kalkstein; anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh 39, 341; Z. Kryst. 32, 289 (1900).

32. Von Arendal, Kolophonit; anal. G. Nordenskjöld bei O. Widman, Geol. För. Förh. 12, 20 (1890); Z. Kryst. 20, 374 (1892).

	33.	34.	35.
δ	3,39	3,44	3,358
Na ₂ O	—	—	Spur
K ₂ O	—	—	3,74
MgO	1,97	0,73	Spur
CaO	35,98	34,86	33,31
MnO	—	1,40	—
FeO	—	6,20	—
Al ₂ O ₃	15,51	16,70	11,35
Fe ₂ O ₃	5,39	—	13,39
SiO ₂	37,46	36,32	39,17
H ₂ O	3,40	2,58	—
	99,71	98,79	100,96

33. Vom Susatal, im Gebirge über Almeze und Condove; anal. A. Cossa, Atti R. Acc. Torino 13, 539 (1884).

34. Kolophonit von Arendal (Norw.); anal. A. Damour, C. R. 73, 1040 (1871).

35. Von Rio Planu Castangias (Sardinien); anal. Rimatori bei A. Pelloux, R. Acc. d. Linc. 17, 79 (1908); Z. Kryst. 49, 70 (1911).

Wenig genaue Analyse, da ja das Wasser nicht bestimmt wurde.

¹⁾ Bei diesem Wasser werden unterschieden, das erst ausgetriebene mit 1,08% und das später ausgetriebene mit 1,60%.

Eine zweifelhafte Analyse ist folgende:

	36.
Na ₂ O	0,36
K ₂ O	0,44
MgO	0,13
CaO	39,46
FeO	8,91
Al ₂ O ₃	14,77
SiO ₂	35,93
	100,00

Außerdem Spuren von P₂O₅ und MnO₂.

Wurde als Granat bezeichnet; nach dem Referate von E. S. Dana ist es aber Vesuvian.

36. Von Newbury (Mass.) aus Kalkstein; anal. W. O. Crosby u. J. T. Greeley, Technology Quart. 1888, I, 407; Z. Kryst. 17, 402 (1890).

Fluorfreie Vesuviane.

Analysen von J. H. Vogel.

	37.	38.	39.	40.
δ	—	3,386	3,404	3,448
Li ₂ O	Spur	Spur	Spur	Spur
Na ₂ O	0,51	0,29	1,36	0,18
K ₂ O	0,02	0,36	0,23	0,66
MgO	3,82	3,56	2,70	2,42
CaO	36,56	35,35	36,01	35,43
MnO	Spur	Spur	Spur	Spur
FeO	0,83	0,62	1,23	1,09
Al ₂ O ₃	17,51	17,12	16,31	14,74
Fe ₂ O ₃	1,53	2,94	3,85	4,68
SiO ₂	37,00	37,18	36,29	37,49
TiO ₂	0,12	0,40	—	1,20
Glühverl.	2,61	2,99	2,41	2,78
	100,51	100,81	100,39	100,67

Wasser direkt bestimmt 1,53 1,11 1,57 1,05

37. Gelblichgrüne Kristalle von Cziklova; anal. J. H. Vogel, Inaug. Diss. Göttingen 1887; Z. Kryst. 17, 215 (1890).

38. Gelbgrüne stengelige Aggregate, Becco della Corbassera, Ala; anal. wie oben.

39. Gelbbraune Kristalle von Canzoccoli, Predazzo; anal. wie oben.

40. Dunkelbraune Kristalle von Zermatt; anal. wie oben.

P. Weingarten hat an dem von J. H. Vogel analysierten Material neue Wasserbestimmungen nach verbesserten Methoden vorgenommen und sind hier die korrigierten Analysen gebracht, daneben die nach der Formel von P. Jannasch und P. Weingarten berechneten Analysenzahlen:

	41.	41a.	42.	42a.	43.	43a.
Na ₂ O	0,18	0,18	0,29	0,29	0,51	0,51
K ₂ O	0,66	0,66	0,36	0,36	0,02	0,02
MgO	2,42	2,40	3,56	3,57	3,82	3,79
CaO	35,43	35,17	34,35	34,46	36,56	36,25
FeO	1,09	1,08	0,62	0,62	0,83	0,82
Al ₂ O ₃	14,74	14,63	17,12	17,18	17,51	17,36
Fe ₂ O ₃	4,68	4,65	2,94	2,95	1,53	1,52
SiO ₂	37,49	37,21	37,18	37,30	37,00	36,69
TiO ₂	1,20	1,19	0,40	0,40	0,12	0,12
H ₂ O	2,85	2,83	2,86	2,87	2,94	2,92
	100,74	100,00	99,68	100,00	100,84	100,00

41. Von Zermatt, gefunden.

41a. Von ebenda, berechnet.

42. Von Rocca Corbassera, gefunden.

42a. Von ebenda, berechnet.

43. Von Cziklova, gefunden.

43a. Von ebenda, berechnet.

Analysen von P. Weingarten, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1901); ZB. Min. etc. 1902, 726. Siehe auch P. Jannasch u. P. Weingarten, Z. anorg. Chem. 8, 356 (1895).

	44.	44a.	45.	45a.	46.	46a.	47.
Na ₂ O	1,36	1,35	0,53	0,53	0,45	0,45	0,95
K ₂ O	0,23	0,23	0,72	0,71	0,73	0,73	0,42
MgO	2,70	2,68	2,24	2,22	2,26	2,26	2,94
CaO	36,01	35,82	35,24	34,94	35,20	35,14	35,56
MnO	1,23	1,22	0,18	0,18	0,19	0,19	0,37
FeO	—	—	0,83	0,82	0,83	0,83	2,14
Al ₂ O ₃	16,31	16,22	15,56	15,43	15,71	15,68	12,29
Fe ₂ O ₃	3,85	3,83	3,59	3,57	3,56	3,55	2,77
SiO ₂	36,29	36,10	37,09	36,78	36,38	36,32	36,38
TiO ₂	—	—	2,15	2,13	2,14	2,14	4,28
H ₂ O	2,56	2,55	2,71	2,69	2,71	2,71	2,68
	100,54	100,00	100,84	100,00	100,16	100,00	100,78

44. Vom Canzoccoli, gefunden.

44a. Von ebenda, berechnet; anal. P. Weingarten, Inaug.-Diss. (Heidelberg 1901); ZB. Min. etc. 1902, 727; Z. anorg. Chem. 8, 356 (1895).

45. Vom Matterhorn, gefunden; anal. P. Weingarten, Inaug.-Diss. l. c.; auch bei P. Jannasch u. P. Weingarten, Z. anorg. Chem. 11, 40 (1896). Diese Analyse wurde von P. Weingarten neu ausgeführt.

45a. Dieselbe Analyse, berechnet.

46. Von ebenda; anal. wie oben.

46a. Berechnete Analyse wie 45.

47. Dunkelbraun vom Vesuv; siehe P. Jannasch u. P. Weingarten, Z. anorg. Chem. 11, 40 (1896).

	48.	49.	50.
MgO	4,32	3,40	4,13
CaO	35,00	40,10	39,01
Al ₂ O ₃	16,84	11,85	12,31
Fe ₂ O ₃	7,32	5,88	4,77
SiO ₂	36,43	37,73	37,42
H ₂ O	0,86	—	—
SnO ₂	1,06	—	—
	101,83	98,96	97,64

48. Von Lupikko (Finl.); anal. Holmberg, Verh. k. russ. min. Ges. 1850/51, 371.
 49. Von Kimito (Finl.); anal. Stark bei F. J. Wiik, Öf. Finska Vet. Soc. Förh. 22, 180; Z. Kryst. 7, 111 (1883).
 50. Von ebenda; anal. Landmann bei F. J. Wiik, wie oben.

	51.	51 a.	52.	53.
δ	—	—	—	3,36
Na ₂ O	0,34	0,34	—	—
K ₂ O	0,08	0,08	—	—
MgO	3,88	3,87	5,43	3,90
CaO	36,40	36,26	33,51	34,29
MnO	—	—	0,05	0,28
FeO	0,65	0,65	0,39	1,28
Al ₂ O ₃	15,62	15,56	18,35	15,60
Fe ₂ O ₃	3,75	3,75	1,67	4,79
SiO ₂	36,04	35,90	35,86	36,71
TiO ₂	0,72	0,72	0,10	0,42
H ₂ O bei 100°	—	—	0,29	—
H ₂ O über 100°	—	—	4,18	—
Glühverl.	2,87	2,87	—	2,88
	100,35	100,00	99,85 ¹⁾	100,15

51. Aus Vesuvianfels von Arauzazu bei Concepcion del oro, Zacatecas (Mexico); anal. M. Dittrich bei A. Bergeat, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 28, 514 (1909).
 51a. Dieselbe Analyse auf 100 Teile berechnet.
 52. Bläßgrün, derb, South Fork of Indian Creek, 12 Meilen von Happy Camp, Siskiyou Co. (Californ.); anal. G. Steiger bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. N. 419, 271 (1910).
 53. Grünlichgelb, aus Granat-Vesuvianfels im Serpentin vom Paringu-Massiv; anal. G. Munteanu-Murgoci, Bull. Soc. Sci. Bucarest 9, 568 u. 764 (1909); Z. Kryst. 36, 649 (1902).

Es wird die Formel abgeleitet:



	54.	55.	56.	57.
Na ₂ O	—	—	—	0,86
K ₂ O	0,40	0,43	9,38	0,13
MgO	1,87	2,29	2,97	0,81
CaO	36,07	35,91	37,93	33,67
MnO	9,94	—	—	0,34
FeO	9,55	9,69	9,69	1,80
Al ₂ O ₃	16,84	16,87	16,39	17,59
Fe ₂ O ₃	4,16	3,53	3,59	3,91
SiO ₂	37,61	39,62	38,61	36,16
TiO ₂	0,93	—	—	2,49
CO ₂	1,29	—	0,22	—
H ₂ O	0,37	0,38	—	2,10
				99,86

Geprüft wurde auf folgende Elemente, welche nicht vorhanden waren:

Cu, Sr, Ba, Cr, Mo, Cl, S, P, F, B, Ba, Ce.

¹⁾ Dazu 0,02 Phosphorsäure.

54. bis 56. Von Kedabek, Gouvernement Elisabetpol (Kaukasus); anal. N. A. Orlow, nach Mitteilung von P. v. Tschirwinsky.

57. Aus dem Nephelinsyenit von Almunge bei Upsala; anal. R. Mauzelius bei P. Quensel, ZB. Min. etc. 1915, 203.

Das Verhältnis RO:R₂O₃ ist ein etwas von dem sonst normalen, welches nach C. F. Rammelsberg 4:1 wäre, abweichend. Es ist 3,3:1.

Fluorhaltige Vesuviane.

	58.	59.	60.
Na ₂ O . . .	1,15	0,06	0,14
K ₂ O . . .	0,23	0,07	0,11
MgO . . .	2,20	2,39	2,17
CaO . . .	35,01	34,98	36,06
MnO . . .	0,06	0,10	0,91
FeO . . .	3,36	1,57	0,21
CuO . . .	—	0,18	0,73
Al ₂ O ₃ . . .	16,92	18,27	19,47
Fe ₂ O ₃ . . .	1,78	1,14	0,40
SiO ₂ . . .	37,83	39,15	37,90
TiO ₂ . . .	—	0,19	0,26
F . . .	1,72	1,73	1,72
H ₂ O . . .	0,77	0,55	0,67
	101,03	100,38	100,75
O=F ₂ . . .	0,73	0,73	0,72
	100,30	99,65	100,03

58. Von Tennberget, Dalarne; anal. M. Weibull, Z. Kryst. **25**, 13 (1896).

59. Jewreinowit von Frugard; anal. G. Lindström, Geol. För. Förh. **10**, 287 (1888); Z. Kryst. **17**, 430 (1890). Vgl. auch die Analyse von L. Iwanoff, Nr. 22.

60. Cyprin von Telemarken; anal. wie oben.

Analysen von J. H. Vogel.

	61.	62.	63.	64.	65.	66.
δ	3,406	3,419	3,449	3,419	3,328	3,38
Li ₂ O . . .	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Na ₂ O . . .	1,18	1,25	1,43	1,83	0,81	0,52
K ₂ O . . .	0,25	0,12	0,10	0,16	0,18	0,16
MgO . . .	2,51	2,67	2,79	2,13	3,04	2,72
CaO . . .	34,97	35,11	35,22	33,84	35,81	35,49
MnO . . .	Spur	Spur	Spur	0,37	Spur	0,14
FeO . . .	2,76	2,47	2,37	3,08	1,51	2,21
Al ₂ O ₃ . . .	16,70	16,18	16,03	16,03	15,43	16,25
Fe ₂ O ₃ . . .	2,62	2,43	2,61	2,79	3,46	3,92
SiO ₂ . . .	36,68	36,96	36,88	37,49	36,99	36,81
TiO ₂ . . .	0,41	1,35	1,51	—	0,89	0,28
F	1,32	1,70	1,53	1,92	1,35	1,36
H ₂ O . . .	1,15	0,86	0,91	1,25	0,87	0,98
	100,55	101,10	101,38	100,89	100,34	100,84

61. Kristalle von Egg (Norwegen); anal. J. H. Vogel, Inaug.-Diss. (Göttingen 1887); Z. Kryst. 17, 216 (1890).

62. u. 63. Dunkelbraune stengelige Aggregate, beide von Haslau (Böhmen); anal. wie oben.

64. Braune Kristalle von Sandford (Maine); anal. wie oben.

65. Von Eker (Norwegen); anal. wie oben.

66. Große dunkelbraune Kristalle von Arendal; anal. wie oben.

	67.	68.	69.	70.
δ	3,45	—	3,365	3,64
Na ₂ O	0,46	0,71	0,18	—
K ₂ O	0,47	0,35	0,12	—
MgO	4,39	3,27	3,72	2,72
CaO	34,18	29,23	36,22	38,34
MnO	4,81	12,81	—	2,00
FeO	—	—	0,37	—
Al ₂ O ₃	10,19	10,61	15,14	11,53
Fe ₂ O ₃	8,14	—	4,29	5,74
SiO ₂	35,38	38,94	36,82	35,19
TiO ₂	—	—	0,40	1,63
F	1,99	—	0,46	1,97
H ₂ O	1,46	3,97	3,13	0,89
	101,47	99,89	100,85	100,01
ab O = F ₂	0,83	—	0,19	0,83
	100,64	—	100,66	99,18
	71.	72.	73.	74.
δ	3,394	—	3,359	3,451
Na ₂ O	—	0,13	—	0,44
K ₂ O	—	—	—	0,50
MgO	3,89	1,23	2,33	1,38
CaO	36,24	35,00	35,97	33,21
MnO	—	0,48	0,74	1,75
FeO	—	3,27	—	—
ZnO	—	—	—	1,74
CuO	—	—	—	1,48
Al ₂ O ₃	19,30	17,53	18,89	17,35
Fe ₂ O ₃	3,31	1,56	0,74	1,86
SiO ₂	37,11	36,80	36,55	36,41
TiO ₂	—	0,66	—	—
F	0,58	0,88	0,13	0,36
H ₂ O bei 100° } H ₂ O über 100° }	0,06	0,10	0,58	0,24
CO ₂	—	1,56	3,42	3,51
P ₂ O ₅	—	0,65	0,91	—
	100,49	99,92	100,26	100,23
ab O = F ₂	0,24	0,36	0,05	0,15
	100,25	99,56	100,21	100,08 ¹⁾

1) Spur von Blei.

67. Von Harstigen (Manganvesuvian); anal. R. Mauzelius bei Hj. Sögren, Geol. För. Förh. **17**, 268 (1895); Z. Kryst. **28**, 507 (1897).

68. Ältere Analyse von dem Mineral der Harstigsgrube, auf welche G. Flink die Aufstellung einer besonderen Varietät, Harstigit, begründete. Wahrscheinlich ist bei MnO der nicht geringe Gehalt an FeO mit einbegriffen. Anal. G. Flink, Bihang, Svet. Ak. Hand. **12**, II, 2; Z. Kryst. **1**, 401 (1888).

69. Von Vatica; anal. R. Mauzelius, wie oben. Analyse 67.

70. Von Hamrefjeld, Eker (Norw.); anal. A. Stenberg bei O. Widman, Geol. För. Förh. **12**, 20 (1890); Z. Kryst. **20**, 373 (1892).

Der Vesuvian von Vatica enthält Spuren von Cr und P₂O₅; dagegen fehlt Bor. In dem von Harstigen finden sich Spuren von NiO und CuO; FeO und TiO₂ konnten nicht nachgewiesen werden.

71. Von Italian Mountains, Gunnison Co. (Colorado); anal. L. G. Eakins bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 419, 271 (1910).

72. Von Silver Peak (Nevada); anal. G. Steiger, wie oben; siehe auch H. W. Turner, Bull. geol. Soc. of Amer. **29**, 223 (1909).

73. Californit, 35 Meilen von Selma, Fresno Co. (Calif.), grün, derb, jadeitähnlich; anal. wie oben.

74. Von Franklin Furnace (N. Jersey); anal. wie oben.¹⁾

Wiluit.

Das Vorkommen von Wilui enthält Fluor und Borsäure, welche jedoch in einigen älteren Analysen nicht berücksichtigt wurden.

	75.	76.	77.	78.
Na ₂ O	} 0,58	0,37	0,44	0,45
K ₂ O				
MgO	6,04	5,83	5,56	6,05
CaO	35,83	35,92	35,65	35,81
MnO	—	Spur	0,12	0,15
FeO	—	—	—	1,49
B ₂ O ₃	2,54	—	—	2,81
Al ₂ O ₃	11,86	13,07	12,99	12,23
Fe ₂ O ₃	5,98	4,25	5,08	2,18
SiO ₂	36,76	38,30	38,49	36,17
TiO ₂	—	1,09	1,28	1,30
H ₂ O	0,79	0,96	0,97	0,72
F	—	—	—	0,22
	100,38	99,79	100,58	99,58

75. Von Wilui; anal. C. F. Rammelsberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **38**, 514 (1886).

76. Von ebenda; anal. R. Prendel, Z. Kryst. **17**, 96 (1890).

77. Von ebenda; anal. wie oben.

78. Von ebenda; anal. P. Jannasch, N. JB. Min. etc. 1884, I, 269.

¹⁾ Vgl. auch Ch. Palache, Z. Kryst. **47**, 583 (1910).

	79.	80.	81.	82.
Alkalien . . .	0,35	—	0,40	—
MgO . . .	6,00	6,12	5,99	6,04
CaO . . .	35,96	35,89	35,80	35,90
MnO . . .	1,10	0,12	0,11	0,11
FeO . . .	1,16	1,80	1,20	2,01
Al ₂ O ₃ . . .	12,69	12,66	12,82	13,00
Fe ₂ O ₃ . . .	2,97	2,00	2,98	2,20
SiO ₂ . . .	38,28	37,99	38,44	38,46
TiO ₂ . . .	1,01	1,25	1,32	1,21
Glühverlust .	0,95	0,96	0,97	0,96
	100,47	98,79	100,03	99,89

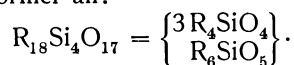
Von Wilui; es wurden zwei Kristalle untersucht, welche aus zwei sanduhrartig verbundenen dreieckigen Teilen A und B bestehen, welche sich optisch verschieden verhalten. Die Partie B zeigt nämlich starke Doppelbrechung.

A Analyse 79. A Analyse 81.
 B " 80. B " 82.

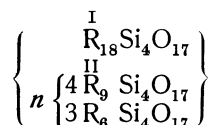
79—82. Sämtliche anal. R. Prendel, Z. Kryst. 17, 96 (1890).

Formel.

C. F. Rammelsberg¹⁾ bemerkt, daß das Verhältnis R:Si = 4:1 bis 5:1 ist, bei der Mehrzahl der Analysen jedoch zwischen 4,3:1 und 4,6:1 schwankt. Er nimmt folgende Formel an:



Für die einzelnen Vesuviane nimmt er vier Reihen an. Die erste Reihe wird durch die Formel:



dargestellt.

Hierher gehören folgende Analysen:

Erste Reihe.

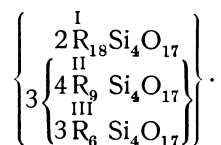
Fundort	Analytiker	I II R:R	II III R:R ₂	III R ₂ :Si
Ala, hell	C. F. Rammelsberg	1:2,3	4,1:1	1:3,5
" hell	E. Ludwig	1:2,3	4 :1	1:3,5
" dunkel	C. F. Rammelsberg	1:2,1	4,2:1	1:3,7
Almeze	A. Cossa	1:1,9	3,8:1	1:3,4
Gleinitz	A. v. Lasaulx	1:2	4,2:1	1:3,7
Pajsberg	G. Flink	1:1,4	4,6:1	1:4,3
Angenommen wird:		1:2	4 :1	1:3,5

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 257 (1895).

Zweite Reihe.

Fundort	Analytiker	^I R : ^{II} R	^{II} R : ^{III} R ₂	^{III} R ₂ : Si
Monzoni, gelb	C. F. Rammelsberg	1:3	4 : 1	1:3,5
„ braun	C. F. Rammelsberg	1:3	4 : 1	1:3,5
„	E. Ludwig	1:2,2	4 : 1	1:3,2
„	J. Lemberg		3,6:1	1:3,1
Piz Longhin	C. F. Rammelsberg	1:3,1	4,1:1	1:3,6
Johnsberg	A. v. Lasaulx	1:3,2	4,4:1	1:3,4
Zermatt	C. F. Rammelsberg	1:2,8	4,1:1	1:3,8
Kedabek	Korn	1:3,2	4 : 1	1:3,3
Aberdeenshire	F. Heddle	1:3,1	3,8:1	1:3,2
Angenommen wird:		1:3	4 : 1	1:3,4

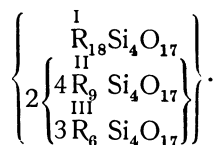
Die Formel ist



Dritte Reihe.

Fundort	Analytiker	^I R : ^{II} R	^{II} R : ^{III} R ₂	^{III} R ₂ : Si
Vesuv, hell	C. F. Rammelsberg		3,9:1	1:3,2
„ dunkel	C. F. Rammelsberg		4,6:1	1:4
„	P. Jannasch	1:5	4 : 1	1:3,4
Eker	C. F. Rammelsberg		3,9:1	1:3,3
„	J. H. Vogel	1:5,6	4,3:1	1:3,6
Egg	C. F. Rammelsberg		4 : 1	1:3,5
Sandford	C. F. Rammelsberg		3,6:1	1:3,4
Haslau	C. F. Rammelsberg	1:2	3,9:2	1:3,5
Angenommen wird:		1:4	4 : 1	1:3,33

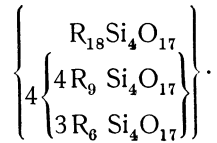
Die Formel ist



Vierte Reihe.

Fundort	Analytiker	^I R : ^{II} R	^{II} R : ^{III} R ₂	^{III} R ₂ : Si
Wilui	C. F. Rammelsberg	1:7,5	4,1:1	1:3,2
„	P. Jannasch	1:8,5	5 : 1	1:3,8
„	R. Prendel	1:7	5 : 1	1:4,5
Tellemarken	H. Bäckström	1:8,8	3,8:1	1:3,5
Frugard	H. Bäckström	1:11	3,3:1	1:3,5
Angenommen wird:		1:8	4 : 1	1:3,2

Die Formel ist



P. Jannasch und P. Weingarten ¹⁾ berechnen aus ihren Analysen folgende Molekularverhältnisse:

Fundort	I	II	III	R : R : R : Si + Ti : O
Zermatt	1,00	2,10	1,03	1,9 : 7,94
Corbassera	1,00	2,12	1,11	1,86 : 8,02
Cziklova	1,00	2,21	1,05	1,80 : 7,88
Canzoccoli	1,00	2,18	1,10	1,81 : 7,95
Sandford	1,00	2,12	1,05	1,88 : 7,66
Egg	1,00	2,17	1,08	1,84 : 7,76
Arendal	1,00	2,18	1,09	1,83 : 7,75
Egeran von Haslau	1,00	2,15	1,02	1,86 : 7,64
Eker	1,00	2,17	1,02	1,85 : 7,67.

Für die fluorfreien Varietäten ist das Durchschnittsverhältnis:

$$1,00 : 2,16 : 1,06 : 1,85 : 7,97.$$

Für die fluorhaltigen ist dieses:

$$1,00 : 2,16 : 1,06 : 1,85 : 7,71.$$

In ihrer zweiten Arbeit erhalten sie für die weiteren Analysen:

Fundort	I	II	III	R : R : R : Si + Ti : O
Vesuv, fluorfrei	1,00	2,20	1,00	1,80 : 7,77
Mätterhorn, fluorfrei	1,00	2,09	1,05	1,93 : 8,02
„ fluorfrei	1,00	2,11	1,06	1,90 : 8,01
Vesuv, fluorhaltig	1,00	2,18	1,04	1,85 : 7,67

Für die fluorfreien ergibt sich das Verhältnis:

$$1,00 : 2,13 : 1,04 : 1,88 : 7,93$$

und für die fluorhaltigen

$$1,00 : 2,18 : 1,04 : 1,85 : 7,67.$$

Berücksichtigt man die Mittelwerte aus beiden Durchschnittsverhältnissen, so ergeben sich für die fluorfreien Vesuviane folgende Durchschnittsverhältnisse:

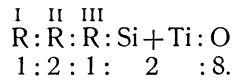
$$\begin{array}{c} \text{I} \quad \text{II} \quad \text{III} \\ \text{R} : \text{R} : \text{R} : \text{Si} + \text{Ti} : \text{O} \\ 1,00 : 2,15 : 1,05 : 1,86 : 7,95. \end{array}$$

Für die fluorhaltigen werden folgende Werte berechnet:

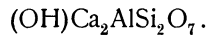
$$1,00 : 2,17 : 1,05 : 1,85 : 7,69.$$

¹⁾ P. Jannasch u. P. Weingarten, Z. anorg. Chem. **8**, 361 (1895) u. **11**, 47 (1896).

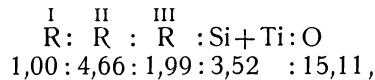
Durch Abrundung der Quotienten ergibt sich die Proportion:



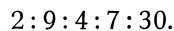
Diesen Verhältnissen entspricht die einfache Formel:



Bei dem Wiluit sind die Verhältniszahlen:

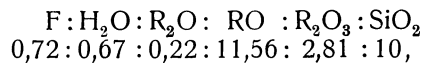


oder abgerundet:



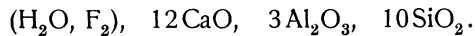
Der Wiluit enthält nur halb so viel einwertiges Radikal, und desgleichen weniger Kieselsäure als die anderen Varietäten, dagegen einen höheren Gehalt an zweiwertigem R.

M. Weibull¹⁾ berechnet für den von ihm analysierten Vesuvian von Tennberget, Analyse Nr. 58.



oder ungefähr wenn $\text{F} + \text{H}_2\text{O} = 1$ gesetzt und $\text{RO} + \text{R}_2\text{O}$ zusammengezogen wird $\text{H}_2\text{O} + \text{F}_2 : \text{R}_2\text{O} + \text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 12 : 3 : 10$.

Die Analyse entspricht der Zusammensetzung:



Ersetzt das Wasser als Hydroxyl das Fluor, so kann man den Vesuvian als fluorhaltiges Orthosilicat auffassen, nämlich:

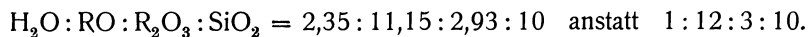


Die Zusammensetzung dieses Silicats ist:

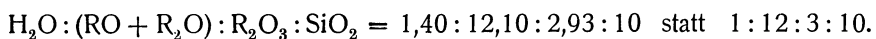
CaO	. . . . .	41,97
Al ₂ O ₃	. . . . .	19,17
SiO ₂	. . . . .	37,47
F	. . . . .	2,37
		100,98

Für den Vesuvian von Cziklova berechnet M. Weibull, wenn man das Wasser als basisches Wasser rechnet: $\text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 13,50 : 2,93 : 10$, während die Analyse $13 : 3 : 10$ gibt.

Nimmt man an, daß Wasser Fluor substituiert, so hätte man



Wenn man einen Teil des Wassers zu den Oxyden einwertiger Metalle rechnet, einen anderen Teil das Fluor ersetzend, so hat man



M. Weibull entscheidet sich für die letztere Annahme.

¹⁾ M. Weibull, Z. Kryst. **25**, 13 (1896).

Das mehr schwerflüchtige Wasser bezeichnet er als Säurewasser, welches das Fluor substituiert; dieses ist an Aluminium gebunden. Demnach hätten sowohl fluorhaltige als auch fluorfreie zweierlei Wasser enthalten. Die Formel ist für beide Arten von Vesuvianen:

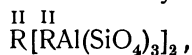


Aus den Analysen geht hervor, daß der Gehalt an Calcium ziemlich konstant nur etwa 35% ausmacht, während die Formel etwa 42% erfordert. Das Verhältnis von Calcium zu den anderen zweiwertigen Metallen ist ungefähr 5:1.

Die vollständige Formel ist:



Hj. Sjögren¹⁾ berechnete aus elf Analysen die Formel:



in welcher R = (AlOH)“, (AlF)“, Ca, Mg, Na₂, H₂ und vielleicht auch (CaOH)₂’ ist.

Die Formel erfordert ein Verhältnis:

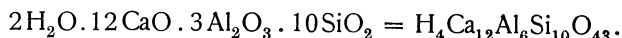


Abweichungen von demselben rühren nach Hj. Sjögren daher, daß das Radikal (CaOH)₂ neben RO vorhanden ist. Anstatt RO kann das Radikal (CaOH)₂ vorkommen, wodurch eine zu geringe Menge von RO resultiert. Gegen diese Formel macht M. Weibull Einwendungen.

P. Groth²⁾ schreibt die Vesuvianformel:



In dem Lehrbuche von Tschermak-Becke³⁾ wird die Formel angegeben:



Borgehalt des Vesuvians. E. T. Wherry u. W. H. Chapin⁴⁾ haben nach zwei verschiedenen Methoden den Borsäuregehalt der Vesuviane untersucht. Hierbei arbeitete der letztere nach dem Verfahren von Löw mit Methylalkoholdampf, welcher durch eine Flasche streicht, die das Mineral neben Chlorcalcium enthält. Die Borsäure wird durch Titration ermittelt. E. T. Wherry schließt mit Soda auf, und löst die Schmelze in Salzsäure, worauf die Basen mit Calciumcarbonat gefällt werden. Die Borsäure, welche durch das Calciumcarbonat nicht neutralisiert wird, kann durch Titration mit Normalnatronlauge ermittelt werden. Die Resultate sind:

Fundort	Borsäuregehalt	
	Nach W. H. Chapin	Nach E. T. Wherry
Wilui	4,12 %	4,07 %
"	4,14	4,14
Fritz's Island	2,03	2,04

¹⁾ Hj. Sjögren, Geol. För. Förh. Stockholm 17, 267 (1895).

²⁾ P. Groth, Tableau systém. (Genève 1904), 123.

³⁾ Mineralogie von G. Tschermak, bearbeitet von F. Becke, Wien 1915, 603.

⁴⁾ E. T. Wherry u. W. H. Chapin, Am. Journ. Chem. Soc. 30, 1684 und 1687 (1908); Z. Kryst. 45, 126 (1911).

Fundort	Borsäuregehalt	
	Nach W. H. Chapin	Nach E. T. Wherry
Morelos, Mexico	2,03	2,04
" "	1,80	1,92
Brooks Mt., Alaska	0,89	0,88
Litchfield, Maine	0,63	0,63
Monzoni	0,56	0,52
Helena, Montana	0,21	0,21
Ala	0,18	0,18
Paris, Maine, schwarz	10,15	10,20
Californien, schwarz	9,94	9,93
" " verändert	9,16	9,03

Eine Spur bis 0,1% enthalten eine Reihe anderer Vesuviane, während ganz frei folgende waren: Wakefield (Canada), Kiura Bunga, Monte Somma, Zermatt und Haslau. A. Noll fand im Wiluit 6,123%.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Dichte 3,35—3,547. Spaltbar undeutlich nach (110) und (100). Bruch uneben bis flachmuschelig. Nach dem Schmelzen zeigt sich eine geringere Dichte.

Farbe. Vorwiegend grüne oder braune Töne, auch gelbe Töne kommen vor. Die häufigsten Farben sind oliven- und pistaziengrün und gelbbraun. Selten ist smaragdgrün, sowie blauer und rosenroter Vesuvian. Die blaue Varietät ist der Cyprin. Der Californit (siehe Analyse Nr. 73) zeigt Ähnlichkeit mit Chrysopras oder Jadeit in der Farbe. Die Farben wechseln auch mitunter in konzentrischen Schalen

Brechungsquotienten.

C. Hlawatsch¹⁾ fand folgende Werte:

Fundort	N_{ω}	N_{ϵ}
Ala, braun	1,732	1,726
Sandford, grünbraun	1,705	1,701
Poljakowsk, lichtgrün	1,7120	1,7108
Predazzo, braun	1,716	1,717
Wilui	1,716	1,721

Für das Vorkommen vom Vesuv fand F. Zambonini²⁾

	N_{ω}	N_{ϵ}	$N_{\omega} - N_{\epsilon}$
Stark dunkelbraun	1,7135	1,7116	0,0019
nelkenbraun	1,7234	1,7216	0,0018
gelblich	1,7032	1,7004	0,0028
ölgrün, hell	1,7060	1,7027	0,0033
rötlichbraun	1,7126	1,7092	0,0034

Für verschiedene Spektrallinien fand C. Hlawatsch folgende Doppelbrechung:

	B	D	F	G
Vesuv	0,00301	0,00274	0,00245	0,00187

Charakter der Doppelbrechung negativ, beim Wiluit positiv.

¹⁾ C. Hlawatsch, Tsch. min. Mit. 21, 107 (1902).

²⁾ F. Zambonini, Miner. Vesuv (Napoli 1910), 268.

Optische Anomalien. Manche Vesuviane sind abnorm zweiachsig. Durch Druck nimmt nach F. Klocke¹⁾ die Zweiachsigkeit bis zur Einachsigkeit ab, um sich dann wieder in senkrechter Richtung zu öffnen. C. Doelter²⁾ konstatierte, daß beim Erhitzen bis zur Rotglut bei kleinem Achsenwinkel dieser zunimmt, daß dagegen ein größerer Achsenwinkel abnimmt.

Der Wiluit wird nach R. Prendel³⁾ zwischen 2—300° wieder einachsig. Durch Zusammenpressen einer Platte nach der optischen Achse vergrößert sich der Achsenwinkel.

Zusammenhang zwischen Farbe und chemischer Zusammensetzung. M. Weibull⁴⁾ stellte in einer Tabelle die Farbe der Kristalle, die des Striches und den Prozentgehalt an FeO und an Fe₂O₃ zusammen, und kommt zu dem Resultate, daß die gelben Kristalle durch keinen oder nur spurenweisen Gehalt an FeO und durch mittleren Fe₂O₃-Gehalt (etwa 3%) ausgezeichnet sind. Die grünen besitzen etwas mehr FeO bis 1%, und einen höheren Gehalt an Fe₂O₃ (zirka 4%). Die braunen Vesuviane haben alle mehr als 2% FeO und einen nahestehenden Gehalt an Fe₂O₃. Demnach wird die Körperfärbung von der Menge, wie von der Oxydationsstufe des Eisens beeinflusst.

Pleochroismus bei verschiedenen Vorkommen verschieden.

Über polarisierte Fluoreszenz siehe A. Sohncke⁵⁾ und A. Engelhardt.

C. Doelter⁶⁾ fand Vesuvian einigermaßen durchlässig für Röntgenstrahlen, mehr als Kalkspat.

H. Becquerel⁷⁾ untersuchte das Absorptionsspektrum.

Vor dem Lötrohre ist Vesuvian ziemlich leicht unter Aufschäumen schmelzbar, wobei sich ein gelbes, grünes oder braunes Glas, je nach der Zusammensetzung des Ausgangsprodukts bildet. Dabei ändert sich das spezifische Gewicht, welches geringer wird.

Schmelzpunkt. Ein eigentlicher Schmelzpunkt des Vesuvians ist nicht bestimmbar, da sich das Mineral vor dem Schmelzen zersetzt. A. Brun⁸⁾ bestimmte mit Segerkegeln 800—1000° für das Vorkommen von Zermatt. R. Cusack fand 1024—1035°.

Spezifische Wärme. J. Joly fand 0,19529 und 0,19457 (dunkelgrüner Vesuvian ohne Fundortsangabe).

Ausdehnungskoeffizient. R. Prendel⁹⁾ fand für vier Wiluite zwischen 20—120° folgende Werte:

Parallel der Hauptachse	0,00111,	0,00095,	0,00099	0,00108
Senkrecht zur Hauptachse	0,00091,	0,00077,	0,00080	0,00088

Die Fortpflanzung der Wärme im Vesuvian untersuchte E. Jannettaz.¹⁰⁾ R. Prendel bestimmte die Wärmeleitungsfähigkeit nach der Methode von

¹⁾ F. Klocke, N. JB. Min. etc. 1880, I, 249.

²⁾ C. Doelter, ebenda 1884, II, 218.

³⁾ R. Prendel, Z. Kryst. **17**, 95 (1890).

⁴⁾ M. Weibull, Z. Kryst. **25**, 35 (1896).

⁵⁾ A. Sohncke, Sitzber. Münchener Ak. **26**, 75 (1896); Pogg. Ann. **58**, 417 (1896).

⁶⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 256.

⁷⁾ H. Becquerel, Ann. chim. phys. **14**, 170 (1888); Z. Kryst. **18**, 330 (1891).

⁸⁾ A. Brun, Ac. sc. nat. et phys. (Genève 1904); vgl. Bd. I, 655.

⁹⁾ R. Prendel, Z. Kryst. **17**, 96 (1890).

¹⁰⁾ E. Jannettaz, C. R. **114**, 1352; Bull. Soc. min. **15**, 133.

W. Röntgen und fand, daß die Leitungsfähigkeit beim Wiluit umgekehrt wie bei den übrigen Vesuvianen parallel der Hauptachse den größten Wert hat.

Der Vesuvian reagiert alkalisch, auch nach dem Glühen, nach A. Kennigott.¹⁾

Von Säuren wird Vesuvian nur schwer angegriffen, dagegen löst er sich nach starkem Glühen oder besser noch nach dem Schmelzen, wobei sich mit Salzsäure Kieselgallerte abscheidet.

Ätzfiguren beobachtete bereits Leydolt.²⁾ R. Prendel³⁾ fand, daß Ätzfiguren am Wiluit nur dann erhalten wurden, wenn der Kristall etwas unter den Schmelzpunkt erhitzt wurde und dann mit Salzsäure behandelt wurde. H. Traube⁴⁾ benutzte Ätzkali und Fluorkalium; diese Ätzfiguren sind den R. Prendelschen ähnlich.

Verhalten beim Schmelzen.

Geschmolzener Vesuvian erstarrt bei rascher Abkühlung glasig, wobei er seine Dichte verändert und auch leichter durch Säuren angreifbar wird (vgl. S. 942).

A. Klaproth schmolz italienischen Vesuvian und erhielt angeblich eine glasige Masse mit vesuvianähnlichen Kriställchen. A. Des Cloizeaux⁵⁾ erhielt durch Schmelzung von grünem Vesuvian von Ala eine kristalline Masse, deren Höhlungen ähnlich wie bei einem Versuche mit Melanit mit farblosen Blättchen bedeckt waren, welche sich als monoklin erwiesen. Dieser Versuch war im Porzellantiegel, der angegriffen worden war, durchgeführt worden; bei Wiederholung im Platintiegel erhielt er eine kristalline Masse von rechteckigen und quadratischen Prismen, mit quadratischer Pyramide. Sie waren einachsig positiv, wenig stark doppelbrechend. Nach F. Fouqué u. A. Michel-Lévy⁶⁾ bestand das Produkt aus Melanit, Anorthit und Pyroxen.

C. Doelter u. E. Hussak⁷⁾ schmolzen verschiedene Vesuviane um und ließen die Schmelze langsam erstarren; doch gelangen gut nur die Versuche mit manganhaltigem Vesuvian von Ala und Rympfischwäng.

Nach diesen Versuchen ergibt die Umschmelzung von Vesuvian dieselben Resultate wie Granat, nämlich meionitähnliche Kristalle, Melilith, Anorthit und vielleicht einen Kalkolivin. Bei dem mit dem Rympfischwäng Mineral vorgenommenen Versuche wurde außer Anorthit, Meionit ein nicht sicher bestimmbares Mineral, wohl Melilith, erhalten. Daneben bildete sich auch Hausmannit. Übrigens geht aus den Versuchen mit Vesuvian von Ala hervor, daß das meionitähnliche Mineral vielleicht Humboldtilit ist. Auch bildete sich Kalkolivin. Vesuvian entstand nicht. Ähnliche Versuche hat auch R. Prendel⁸⁾ vorgenommen. Er schmolz den Wiluit und ließ ihn langsam erstarren. Das Resultat war ein Gemenge von Anorthit, eines kalkolivinähnlichen Minerals, und von Melilith; dagegen fehlte in seinem Präparate der Meionit.

¹⁾ A. Kennigott, N. JB. Min. etc. 1867, 306, 433 u. 778.

²⁾ Leydolt nach C. Hintze, Min. II, 282.

³⁾ R. Prendel, Z. Kryst. 17, 95 (1890).

⁴⁾ H. Traube, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 10, 454 (1895).

⁵⁾ A. Des Cloizeaux, Man. de Minér. I, 284 u. 544.

⁶⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synth. des min. (Paris 1882) 122.

⁷⁾ C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, I, 173.

⁸⁾ R. Prendel, Z. Kryst. 17, 97 (1890).

Vorkommen des Vesuvians in Schlacken und Hüttenprodukten.

Es ist behauptet worden, daß Vesuvian sich auch in Hochöfen bilden könne. Dies scheint jedoch nicht wahrscheinlich. Das von E. Mitscherlich¹⁾ als Vesuvian gedeutete Mineral in einer Schlacke der Hörder Hütte ist nach F. Fouqué u. A. Michel-Lévy eben nicht Vesuvian.²⁾ Ein zweiter Fall betrifft ein Schlackenmineral von den Hütten von St. Nazaire, welches F. Fouqué³⁾ analysierte und welches allerdings eine dem Vesuvian etwas ähnliche Zusammensetzung, jedoch 9,33% Magnesia hatte und wasserfrei war. F. Fouqué deutete es als dem Melilith nahestehend, während R. Prendel⁴⁾ darin einen Vesuvian sehen will. Letzteres scheint mir unwahrscheinlich (vgl. bei Melilith).

Synthese.

Es ist mehrfach behauptet worden, daß die Synthese des Vesuvians gelungen sei, nach meiner Anschauung ist dies jedoch unwahrscheinlich. Auch F. Fouqué u. A. Michel-Lévy,⁵⁾ sowie C. Hintze⁶⁾ u. a. sind derselben Meinung. Dagegen wollte ihn E. Mitscherlich⁷⁾ aus seinen Bestandteilen erhalten haben.

Auch G. A. Daubrée⁸⁾ wollte ihn durch Einwirkung von Chlorsilicium auf ein Gemenge von Tonerde und Kalkerde erhalten haben. H. Ste-Claire Deville⁹⁾ wies jedoch nach, daß dies unwahrscheinlich sei. Alle diese Versuche führten zu keinem Resultat.

Die Synthese des Vesuvians aus Schmelzfluß ist deshalb mit großen Schwierigkeiten verknüpft, weil es sich ja um ein wasserhaltiges Mineral handelt und wir solche bisher auf diese Art herzustellen nicht imstande sind. Es wäre daher nur die Möglichkeit vorhanden, einen Vesuvian darzustellen, in welchem das ganze Wasser durch Fluor vertreten ist. Daß ein Teil des Wassers durch Fluor vertreten sein kann, hat M. Weibull nachgewiesen (vgl. S. 940).

Ich unternahm einige Versuche, um einen solchen Fluor-Vesuvian herzustellen.

Es wurde versucht, aus natürlichem Vesuvian durch Zugabe von Fluoriden fluorhaltigen Vesuvian zu erhalten.

Aus allen Mischungen, die untersucht wurden:

80%	Vesuvian	+	20%	Natriumfluorid	
75	"	+	15	"	+ 10% Calciumfluorid
75	"	+	25	"	
70	"	+	20	"	+ 10% Ammoniumfluorid

ergab sich stets ein gehlenitähnliches Produkt. Die Bestimmung des mittleren Brechungsquotienten, der zwischen 1,65 und 1,67 lag und die äußere Form der rechteckigen Kristalldurchschnitte deuten auf Gehlenit.

¹⁾ E. Mitscherlich, Z. Dtsch. geol. Ges. **15**, 375 (1863).

²⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synth. des min. (Paris 1882) 122.

³⁾ F. Fouqué, Bull. Soc. min. **9**, 287 (1886).

⁴⁾ R. Prendel l. c. 97.

⁵⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synth. des min. (Paris 1882).

⁶⁾ C. Hintze, Min. II, 282.

⁷⁾ G. A. Daubrée, C. R. **39**, 135 (1854).

⁸⁾ E. Mitscherlich, N. JB. Min. etc. 1835, 35.

⁹⁾ H. Ste-Claire Deville, C. R. 1861, 780 u. 1304.

Dasselbe Resultat wurde erhalten, als an Stelle des natürlichen Vesuvians eine künstliche Mischung fluorfreien Vesuvians trat; auch hier hatte sich stets Gehlenit gebildet, es wurden ganz dieselben Versuchsbedingungen gewählt wie oben.

Es wurde auch versucht, nach einer Gleichung V. M. Goldschmidts (vgl. unten), nach der sich aus Grossular + Wollastonit in der Natur Vesuvian — natürlich fluorfreier — bilden soll, künstlich ein ähnliches Resultat zu erzielen. Es wurden nachstehende Mischungen gemacht:

40%	Grossular,	40%	Wollastonit,	20%	Natriumfluorid
50	"	50	"		
35	"	35	"	20	"
				und 10% Calciumfluorid.	

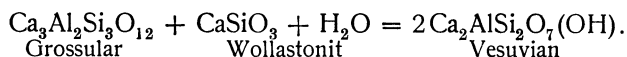
Auch hier hatte sich nur dieser gehlenitartige Körper ausgeschieden. Bei der ersten Mischung war auch Grossular in einigen dodekaedrischen Kriställchen, wie die Bestimmung des Brechungsquotienten ergab, erhalten worden.

Genesis und Vorkommen des Vesuvians.

Als Bestandteil von Eruptivgesteinen kann dieses Mineral nicht vorkommen, da es bei höheren Temperaturen, wie wir soeben gesehen haben, zerfällt. Das Existenzfeld des Vesuvians dürfte nach oben durch eine Temperatur von zirka 1000°, bei welcher Wasser und Fluor entweichen, begrenzt sein. Ob sich Vesuvian aus wässrigen Lösungen bilden kann, ist unsicher; das Vorkommen spricht nicht dafür. Vesuvian ist vor allem als Kontaktmineral bekannt, namentlich in den Kalksteinen und Kalksilicathornfelsen der Granitkontaktthöfe ist er verbreitet. Dann ist er in körnigen Kalksteinen der kristallinen Schieferformation verbreitet. Er kommt aber auch in manchen kristallinen Schiefen vor, so in Hornblendegesteinen¹⁾ und in Kalkdiopsidschiefern, doch liegen in solchen Fällen vielleicht auch Kalksilicathornfelsen vor.²⁾

Als Begleitmineralien treten auf: Wollastonit, Granat, Diopsid, auch Titanit und Epidot.²⁾

Der Vesuvian ist demnach besonders ein Kontaktmineral. Seine Entstehung in den Hornfelsen erklärt V. M. Goldschmidt³⁾ aus den oft mit ihm zusammen vorkommenden Mineralien: Wollastonit und Granat, durch Hinzutreten von Wasser, nach der Formel:



An der Sforzella bei Predazzo beobachtete ich den Vesuvian im Kalkstein ohne Hornfelsen, am Kontakt mit einem roten Syenitporphyr. Hornfels fehlte. An anderen Stellen bei Predazzo kommt er im Hornfels vor.

Die früher erwähnten Erwägungen zeigen, daß Vesuvian sich aus einem fluor- und wasserhaltigen Schmelzfluß bilden kann. So dürfte er auch in der Natur entstanden sein und zwar durch Einwirkung von kieselaurer Tonerde auf Kalkstein bei Gegenwart von Wasser und Fluor. Die Anschauung

¹⁾ F. Becke, Tsch. min. Mit. 4, 344 (1882).

²⁾ E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. Stuttgart 1905, I, 1, 69.

³⁾ V. M. Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet (Kristiania 1911), 195.

von M. Weibull, daß das ganze Wasser in dieser Verbindung durch Fluor ersetzt werden kann, scheint dadurch keine Stütze zu bekommen. Bei den erwähnten Versuchen war das ganze Wasser durch Fluor vertreten, was jedoch in der Natur niemals der Fall ist.

Umwandlung.

Vesuviane sind manchmal verwittert. Specksteinartige Umwandlung beobachtete R. Blum¹⁾ bei Vesuvian von der Mussalp, vom Monzoni und anderen Orten.

Teilweise Umwandlungen in Glimmer beobachteten R. Liebener und J. Vorhauser am Predazzaner Vorkommen. R. Blum fand auch Vesuvian in Chlorit umgewandelt (Achmatowsksche Grube). Miklaschewski²⁾ beobachtete dasselbe bei Kristallen von Slatoust. Dabei wird Kalk abgegeben, Magnesia und Wasser aufgenommen. Pseudomorphosen, bei welchen sich Chlorit, Diopsid und Granat bilden, beobachtete G. Tschermak³⁾ an Kristallen von demselben Fundort. Auch im Oberhollersbachtal im Pinzgau fand er den Vesuvian ganz oder zum Teil in Klinochlor verändert. Nach Sillem⁴⁾ ist Vesuvian von Egg in Skapolith und Granat umgewandelt.

Fassait nach Vesuvian erwähnt R. Döll.

P. v. Jeremejew fand Vesuvian in grünen Kalkgranat umgewandelt.

J. Lemberg⁵⁾ untersuchte die Umwandlung des Vesuvians vom Canzoccoli bei Predazzo.

	1.	2.
CaO	20,36	27,01
Al ₂ O ₃	12,02	12,12
Fe ₂ O ₃	6,47	8,52
SiO ₂	35,15	33,09
H ₂ O	8,58	4,86
CaCO ₃	4,12	4,59
MgO	12,58	7,94
	99,28 ⁶⁾	98,13

1. Wächsgelber amorph, weich, bisweilen fettglänzend.
2. Zirka 100 cm großes kompaktes Stück, in den Grus eingebettet, kristallin körnig, stellenweise serpentinartig amorph.

Künstliche Umwandlung.

J. Lemberg⁷⁾ behandelte Vesuvian von Predazzo mit schwefelsaurer Magnesia bei 180° in einer zugeschmolzenen Glasröhre; es ging dabei etwas Kalk in Lösung, doch schritt der Prozeß sehr langsam vorwärts. Deshalb wurde, um die Zersetzung leichter zu gestalten, der Vesuvian zuerst ge-

¹⁾ R. Blum, Pseud. I, 29 und III, 92; auch III, 166.
²⁾ Miklaschewski, Bg.- u. hütt. Z. **23**, 180.
³⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **49**, 350 (1864); Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1873, 46.
⁴⁾ Sillem, N. JB. Min. etc. 1852, 524.
⁵⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 209 (1872).
⁶⁾ Im Original 98,98.
⁷⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 249 (1872).

schmolzen und dann durch einen Monat mit Chlormagnesiumlösung behandelt; die Probe hatte beim Trocknen bei 130° etwas Kohlensäure angezogen.

	1.	2.
MgO	3,82	21,35
CaO	35,69	7,80
Al ₂ O ₃	17,08	16,02
Fe ₂ O ₃	5,54	5,50
SiO ₂	37,90	34,09
H ₂ O	—	11,59
CO ₂	—	2,29
	100,03	98,64

1. Brauner Vesuvian aus dem großen Steinbruch vom Canzoccoli (Predazzo) geschmolzen.

2. Vesuvian mit MgCl₂-Lösung behandelt.

Gehlenit.

Tetragonal. $a:c = 1:0,56577$. Nach A. Des Cloizeaux.

Die Analysen sind wenig zahlreich; wir sondern die eisenfreien oder an Eisen armen von den merklich eisenhaltigen. Das Eisen kann sowohl als Oxydul als auch als Oxyd vorhanden sein.

Nach J. H. L. Vogt¹⁾ sind Melilith (siehe diesen unten) und Gehlenit Glieder einer isomorphen Reihe. Diese beginnt mit dem Bd. II, Abt. I behandelten, früher als Naturprodukt unbekanntem Mineral Akermanit, welches jedoch später von F. Zambonini am Vesuv aufgefunden wurde.

Als Endglied dieser Reihe erscheint der Gehlenit. J. H. L. Vogt hat die verschiedenen Mischungsglieder dieser Reihe berechnet. Der Melilith wäre eine Mischung dieser beiden Mineralien. Vgl. bei Melilith.

Die Achsenverhältnisse von Gehlenit und Akermanit lassen sich nach ihm vergleichen.

Analysezusammenstellung.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	—	3,01	—	3,039
Na ₂ O	—	—	—	—	0,21
K ₂ O	—	—	—	—	0,10
MgO	3,88	3,77	6,10	6,69	2,44
CaO	37,90	36,74	37,93	37,65	37,55
MnO	—	—	—	—	0,01
FeO	1,82	—	3,01	3,61	0,50
Al ₂ O ₃	22,02	21,33	22,24	18,53	29,82
Fe ₂ O ₃	3,22	3,56	0,41	1,25	1,43
SiO ₂	29,78	30,01	30,73	32,39	26,33
TiO ₂	—	—	—	—	0,03
H ₂ O	1,28	4,72	0,37	0,51	1,85
	99,90	100,13	100,79	100,63	100,27

¹⁾ J. H. L. Vogt, Beitr. z. Kenntn. der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen etc.; Arch. f. Mathem. og Naturvid Kristiania 13, 310 (1890); N. JB. Min. etc. 1892, I, 88.

1. Vom Monzoni; anal. C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 604.
2. Von ebenda; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 248 (1872).
3. Von Oravitz (Banat); anal. J. Janovsky, Sitzber. Wiener Ak. **69**, 28 (1874).
4. Dunkle lauchgrüne, feinkörnige Varietät. Kern der Geschiebe lichtgrüne, grobkörnige Varietät; Zone rings um den Kern.
5. Von Velardeña (Mexico); anal. E. T. Allen bei F. E. Wright, Am. Journ. **26**, 545 (1908); Z. Kryst. **48**, 113 (1911).

Eisenarme Gehlenite aus Schlacken.

	6.	7.	8.	9.	10.
Na ₂ O . . .	—	11,30	—	1,17	0,40
K ₂ O . . .	0,64	3,05	—	0,12	0,21
MgO . . .	2,79	5,57	7,04	10,02	7,78
CaO . . .	40,12	17,35	28,14	30,92	36,76
MnO . . .	0,07	2,67	0,24	0,96	0,50
FeO . . .	0,27	—	0,75	0,03	0,37
Al ₂ O ₃ . . .	24,24	27,81	27,35	22,32	22,32
SiO ₂ . . .	28,32	32,22	35,10	31,40	28,59
CaS . . .	3,38	—	—	3,85	3,25
CaSO ₄ . . .	0,26	—	—	—	—
	100,09	99,97	98,62	100,79	100,18

6. Von Oldbury; anal. Percy, Am. Journ. **5**, 128 (1848).
7. Von Holzhausen; anal. R. Bunsen bei J. F. L. Hausmann, Göttinger Bergmännischer Freunde 1854, 337.
8. Von Linthorpe; anal. J. H. L. Vogt, Stud. Slagger. Stockholm 1884, 138.
9. Von Clarence; anal. wie oben.
10. Von Falkirk; anal. E. Jackson bei H. Bauermann, Journ. Iron u. Steel Inst. 1886, I, 88.

Formel.

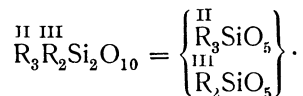
C. F. Rammelsberg¹⁾ hat eine Anzahl von Analysen berechnet; für das Verhältnis $R^{\text{II}}:R^{\text{III}}:Si$ findet er Werte, die von dem einfachsten Verhältnis:

$$1,5:0,5:1 \quad \text{oder} \quad 3:1:2$$

nicht sehr abweichen; am meisten ist dies der Fall für die von A. Damour ausgeführte vom Monzoni, welche ergibt:

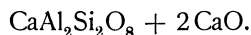
$$R^{\text{II}}:R^{\text{III}}:Si = 1,4:0,3:1.$$

Er stellt die Formel auf:



Die Formel: Ca₃Al₂Si₂O₁₀ ist allgemein angenommen.

Z. Weyberg²⁾ führt diese Formel zurück auf ein Orthosilicat plus CaO. Man hat dann:



¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 1895, 243.
²⁾ Z. Weyberg, Tr. Musée géol. Pierre le Grand, St. Pétersbourg **5**, 57 (1911); Z. Kryst. **53**, 610 (1914).

Chemische und physikalische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre schwer zu grauem Glas schmelzbar.
Durch Salzsäure unter Bildung von Kieselgallerte zersetzbar, auch nach dem Glühen.

Spaltbar nach (001), Bruch uneben, auch splitterig bis unvollkommen muschelrig.

Dichte 2,9—3,1. Härte 5,5—6.

Geringer Glanz, glasartig bis fettig. Gewöhnlich nur kantendurchscheinend. Farbe grau, grünlich, auch bräunlich, selten gelb. Strich weiß, manchmal mit Stich ins Graue.

Für die Brechungsquotienten fanden A. Michel-Lévy u. A. Lacroix¹⁾ $N_e = 1,658$; $N_\omega = 1,663$.

Doppelbrechung gering, negativ, $N_\omega - N_e = 0,005$.

E. A. Wülfing²⁾ fand für die Doppelbrechung für Lithiumlicht 0,00635; für Natriumlicht 0,00618; für Thalliumlicht 0,0062.

Genauere Bestimmungen der Doppelbrechung für verschiedene Spektrallinien führte C. Hlawatsch³⁾ am Gehlenit von Le Selle, Monzoni, aus.

Synthese.

L. Bourgeois⁴⁾ schmolz die Bestandteile CaO, Al₂O₃ und SiO₂ in den von der Formel gebotenen Molekularverhältnissen zusammen und erhielt bei der Abkühlung kleine rektanguläre Kristalle, mit lebhaften Interferenzfarben und gerader Auslöschung. Er konnte auch einen Teil des Kalkes durch Magnesia ersetzen.

Durch Zusammenschmelzen von Basalt mit Kalkstein erhielt ich Kristalle, welche an Gehlenit erinnern.

Bei den bei Vesuvian S. 945 angeführten Versuchen wurde ebenfalls Gehlenit erhalten.

Genesis.

Gehlenit scheint ein ausschließliches Kontaktmineral zu sein, welches sich in der Natur besonders bei der Berührung von monzonitischen Gesteinen mit Kalkstein bildet. Der von mir ausgeführte Versuch zeigt, daß hier die Bildung direkt am Kontakt von Eruptivgestein und Kalk aus Schmelzfluß erfolgen kann. Da er aber auch mit Kalkspat vorkommt, so sind wahrscheinlich bei seiner Entstehung Kristallisatoren anwesend gewesen. Aus wäßriger Lösung dürfte er sich wohl kaum gebildet haben. Er ist gegen Lösungen instabil, was aus seiner leichten Zersetzbarkeit und den häufigen Umwandlungen hervorgeht.

Das von R. Brauns⁵⁾ beobachtete Vorkommen spricht für eine ähnliche Bildung, wie sie eben angeführt wurde.

¹⁾ A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Minér. de roches Paris 1888, 215.

²⁾ E. A. Wülfing in H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikrosk. Physiogr. Stuttgart 1905, I, 1, 66.

³⁾ C. Hlawatsch, Tsch. Min. Mitt. **23**, 415 (1904).

⁴⁾ L. Bourgeois, Thèse, Paris 1883: Ann. chim. phys. **19**, 1883.

⁵⁾ R. Brauns, Ber. oberh. Ges. Naturk. (Gießen 1898).

Vorkommen als Hüttenprodukt und in Schlacken.

Es wurden bereits einige Analysen solcher gebracht; siehe S. 949. Bereits Percy¹⁾ konstatierte Gehlenit im Hochofen von Oldbury; J. F. L. Hausmann²⁾ in jenem von Holzhausen. Letztere sind quadratische Prismen, deren Dichte 2,9 und deren Härte 6 betrug. Die letzteren Gehlenite enthalten viel Natrium.

Bekannt sind ferner dünne rechtwinkelige Tafeln oder auch als Kombination zweier Prismen die Kristalle von Oldbury (siehe Analyse Nr. 6). J. H. L. Vogt beschrieb Gehlenit aus Schlacken, deren Analysen sich S. 949 finden.

Ebenso haben wir die Analyse der Gehlenite aus Schlacken von Linthorpe und Clarence gesehen. Die Kristalle aus der Schlacke von Falkirk sind rektanguläre Kristalltafeln. Auch P. Groth³⁾ erwähnt eine gehlenithaltige Schlacke von der Hütte Geislaunern bei Saarbrücken.

Ph. Heberdey⁴⁾ beschrieb Gehlenitkristalle der Kombination (001) (110) aus Schlacken von Pöfibrum.

Bemerkungen über das System $\text{CaO}—\text{Al}_2\text{O}_3—\text{SiO}_2$. Beim Studium dieses Systems stellte G. A. Rankin⁵⁾ eine Verbindung $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ dar mit 40,8% CaO , 37,2% Al_2O_3 , 22% SiO_2 . Diese Verbindung schmilzt nach ihm bei 1590°. Sie kristallisiert in klaren, glasartigen, farblosen Körnern, welche deutliche, aber nicht vollkommen basale Spaltbarkeit zeigen. Bruch muschelrig, Härte zirka 6. Dichte 3,038. Die Brechungsquotienten sind:

$$N_{\omega} = 1,669; N_{\epsilon} = 1,658.$$

Doppelbrechung nicht stark, optisch negativ. Einachsrig.

Demnach hätte diese künstlich dargestellte Verbindung ähnliche optische Eigenschaften, wie der Gehlenit, sie weicht aber in der Zusammensetzung ab, da, wie wir gesehen haben, der Gehlenit einen Kieselsäuregehalt von 26,33 bis 32,39 hat, statt 22%, und der Tonerdegehalt des natürlichen Gehlenits 18,53—27,82% beträgt. Dagegen ist der Tonerdegehalt der künstlich von G. Rankin dargestellten Verbindung 37,2%, das sind so große Unterschiede, daß man sie nicht durch beginnende Zersetzung oder gar durch Analysefehler erklären kann und es ist daher wahrscheinlicher, daß die künstlich dargestellte Verbindung nicht dem Gehlenit entspricht. Zu beachten ist auch die abweichende Spaltbarkeit. Eine neue Analyse von ganz frischem Gehlenit wäre zwar wünschenswert, aber bis auf weiteres kann man das künstliche Produkt keineswegs mit dem Gehlenit identifizieren.

Aus den Schmelzkurven dürfte man nicht unbedingt auf die Nichtexistenz einer Verbindung schließen können, da in den betreffenden Diagrammen offenbar nur die stabilen Verbindungen erscheinen, nicht aber solche, welche bei hoher Temperatur instabil sind. Dies gilt bei dem Schmelzdiagramm des Systems $\text{CaO}—\text{Al}_2\text{O}_3—\text{SiO}_2$ offenbar für die Verbindung $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$, dem

¹⁾ Percy, Rep. British Assoc. 5, 128 (1848).

²⁾ J. F. L. Hausmann, Beitr. z. Kennt. Eisenhochofenschlacken, Gött. Ver. bergmänn. Freunde 1854, 337.

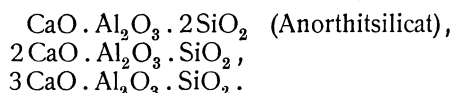
³⁾ P. Groth, Min.-Samml. Univ. Straßburg 1878, 186.

⁴⁾ Ph. Heberdey, Z. Kryst. 26, 19 (1896).

⁵⁾ G. A. Rankin, Z. anorg. Chem. 92, 240 (1915).

Grossular, welcher in dem Schema von G. Rankin nicht erscheint, da sein Schmelzpunkt wohl niedriger ist und weil er sich bei hoher Temperatur zersetzt. Dasselbe dürfte für den Gehlenit gelten, da die von G. Rankin gefundene Verbindung, von welcher er glaubt, daß sie dem Gehlenit entsprechen könnte, in der Zusammensetzung zu sehr abweicht. Übrigens hat auch der natürliche Gehlenit einen viel niedrigeren Schmelzpunkt, als die fragliche künstliche Verbindung, welche erst bei 1590° nach den Angaben des Genannten schmilzt. Gehlenit ist aber in der Lötrohrflamme, wo keine so hohe Temperatur herrscht, schmelzbar; eine genaue Bestimmung des Schmelzpunktes liegt allerdings bei dem natürlichen Gehlenit bisher nicht vor.

G. Rankin fand in dem System $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ drei ternäre Verbindungen:



Letztere ist beim Schmelzpunkt instabil. Von diesen Verbindungen kommt als Mineralien nur die erstere vor, dagegen fehlen die zwei früher erwähnten Verbindungen: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ (Granat) und $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (Gehlenit). Das Studium dieses Systems bringt also keinen Aufschluß über die möglichen Verbindungen.

Umwandlung.

J. Lemberg analysierte serpentinartige Gehlenitpseudomorphosen. Er erhielt:

1.	
MgO	29,60
CaO	4,76
Al ₂ O ₃	17,83
Fe ₂ O ₃	3,41
SiO ₂	28,75
H ₂ O	15,93

1. Vom Monzoni; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 248 (1872). Die Analyse des unzersetzten Gehlenits siehe S. 949.

Über die künstliche Umwandlung siehe unten S. 953.

A. Cathrein untersuchte die Umwandlung des Gehlenits in Grossular.

2.	
MgO	5,72
CaO	31,52
FeO	1,13
Al ₂ O ₃	16,47
Fe ₂ O ₃	4,62
SiO ₂	39,64
Glühverl.	1,04
	100,14

2. Pseudomorphose von Grossular nach Gehlenit vom Monzoni; anal. A. Cathrein, Tsch. min. Mit. **8**, 413 (1887).

Ferner beobachtete derselbe Autor die Umwandlung in ein Aggregat frischer Fassaitkriställchen.

Die Analyse ergab:

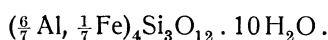
	3.
MgO	11,26
CaO	27,31
FeO	3,83
Al ₂ O ₃	12,37
Fe ₂ O ₃	1,14
SiO ₂	44,22
Glühverl.	0,73
	100,86

3. Vom Monzoni; anal. A. Cathrein, wie oben.

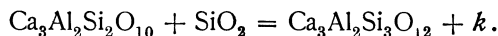
Bei der Umwandlung, welche A. Cathrein der Kontaktmetamorphose zuschreibt, wurde nur das quantitative Mengenverhältnis geändert, indem der Gehalt an SiO₂ und MgO erhöht, an Al₂O₃ und CaO erniedrigt wurde.

Über die Umwandlung in Granat siehe auch P. v. Susterschinsky.¹⁾ Eine Pseudomorphose nach Brandisit von ebenda erwähnt der eben genannte Autor.

Zu den Umwandlungsprodukten gehört auch der von J. Janovsky untersuchte Gehlenit von Oravitza, der analysierte Kern ist der frische Gehlenit, während die amorphe braune weiche Kruste dem Umwandlungsprodukt entspricht. V. v. Zepharovich bezeichnet das Umwandlungsprodukt als Samöit. Es liegt wohl ein Gemenge vor. Unter Zuführung von Eisenoxyd ist der Kalk in Carbonat umgewandelt worden, ebenso die Magnesia und die Kieselsäure zum Teil weggeführt, dagegen Wasser aufgenommen worden. Die Formel des Umwandlungsproduktes ist:



Ch. R. van Hise²⁾ hat für die Umwandlung in Grossular eine Formel angegeben:



Die Volumverminderung *k* beträgt 4,42%. Wenn dagegen SiO₂ als fester Körper angenommen wird, so tritt eine Volumverminderung von 18,56% ein.

Künstliche Umwandlung.

J. Lemberg behandelte Gehlenit vom Monzoni einen Monat lang bei 130° mit Chlormagnesiumlösung (l. c. wie oben S. 952).

MgO	23,50
CaO	7,52
Al ₂ O ₃	21,45
Fe ₂ O ₃	3,51
SiO ₂	27,49
H ₂ O	14,66
CO ₂	1,00
	99,13

¹⁾ P. v. Susterschinsky, Z. Kryst. 37, 69 (1903).

²⁾ Ch. R. van Hise, Treat. on Metamorph. 1904, 314.

Bei der Umwandlung ist der größte Teil des Kalkes durch Magnesia ersetzt und ferner viel Wasser aufgenommen worden.

Fuggerit.

Tetragonal, gehlenitähnlich.

Nach E. Weinschenk ist der Fuggerit chemisch ein Glied der Gehlenit-Akermanitreihe, weicht aber physikalisch davon ab.

Analyse.

Na ₂ O	2,04
K ₂ O	Spur
MgO	4,89
CaO	37,65
MnO	Spur
Al ₂ O ₃	17,97
Fe ₂ O ₃	3,49
SiO ₂	34,04
Unlös.	0,12
	100,20

Vom Monzoni; anal. E. Mayr bei E. Weinschenk, Z. Kryst. **27**, 579 (1897).

Eine Formel wurde nicht aufgestellt. E. Weinschenk vergleicht das Mineral mit einem Glied der Gehlenit-Akermanitreihe, welche der Mischung 3 Akermanit plus 10 Gehlenit von J. H. L. Vogt entspricht. Das Molekularverhältnis $\text{RO}:\overset{\text{II}}{\text{R}_2\text{O}_3}:\overset{\text{III}}{\text{SiO}_2}$ ist 0,826:0,195:0,566.

Eigenschaften. Dichte 3,175—3,180.

Die physikalischen Eigenschaften des chemisch ähnlichen erwähnten Gliedes der Akermanit-Gehlenitreihe weichen von jenen des Fuggerits so bedeutend ab, daß die Nichtzugehörigkeit zu jener Gruppe über jeden Zweifel erhaben ist.

So ist der Fuggerit unschmelzbar vor dem Lötrohr. Er zeigt auch Spaltbarkeit nach (001), keine nach (110). Er hat auch eine höhere Härte 6,5 und eine viel größere Dichte. Auch der Brechungsquotient 1,691 für Natriumlicht ist viel größer, als der jenes Gliedes. Die Doppelbrechung ist negativ 0,005—0,006.

E. Weinschenk nimmt an, daß hier eine dimorphe Reihe zu der früher genannten Akermanit-Gehlenitreihe gehört.

Melilith.

Tetragonal. $a:c = 1:0,45483$, nach A. Des Cloizeaux.

Synonyma: Humboldttilith, Sommervillit, Zurlit.

E. Kaiser fand an Kristallen vom Vesuv verschiedene Achsenverhältnisse, welche verschiedener Zusammensetzung der Kristalle entsprechen: $a:c$ zwischen 1:0,47635 zu 1:45091.

Analysenzusammenstellung.

Wir teilen die Analysen in solche, welche nur wenig Eisenoxyde enthalten und in eisenreiche ein, endlich in manganreichere.

Eisenarme Melilithe.

	1.	2.	3.	4.	5.
K ₂ O	2,60	1,11	1,85	2,20	Spur
MgO	7,24	6,84	7,61	4,80	9,33
CaO	31,43	35,68	35,70	34,60	40,11
MnO	2,79	0,23	0,40	—	—
FeO	0,93	1,18	1,27	2,00	—
Al ₂ O ₃	13,01	14,48	14,11	18,40	12,26
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	Spur
SiO ₂	37,91	38,76	38,05	36,60	37,60
CaS	3,65	0,98	0,82	—	—
	99,56	99,26	99,81	98,60	99,30

Sämtliche Analysen 1—5 stammen von Schlacken.

1. Von Charleroi, Belgien; anal. Percy, Rep. British Assoc. 1847; Am. Journ. **5**, 127 (1848); siehe auch A. Gurlt, Pyrogenet. Mineralien (Freiberg 1857), 63.
2. u. 3. Von Dudley; anal. wie oben.
4. Von La Providence; anal. P. Berthier, Chim. minér. 2—227; siehe auch bei A. Gurlt.
5. Von St. Nazaire; anal. F. Fouqué, Bull. Soc. min. **9**, 292 (1886).

Eisenreichere Melilithe.

	6.	7.	8.	9.	10.
Na ₂ O	0,64	—	4,28	3,40	} 2,30
K ₂ O	1,53	2,27	0,38	0,68	
MgO	12,77	1,46	6,10	5,87	0,42
CaO	34,75	39,75	31,96	34,78	44,88
FeO	—	3,03	2,32	—	—
Al ₂ O ₃	9,46	14,19	11,20	10,93	11,15
Fe ₂ O ₃	2,93	—	—	3,40	4,12
SiO ₂	37,96	38,41	43,96	41,09	38,60
CaS	—	0,92	—	—	—
P	—	0,10	—	—	—
H ₂ O	—	—	—	0,24	—
	100,04	100,13	100,20	100,39	

6. Aus Portlandzement von Nienburg a. d. Saale; anal. G. Bodländer, N. JB. Min. etc. 1892, I, 54.
7. Aus Schlacken von Bottingen bei Lobach; anal. F. Bothe, Journ. prakt. Chem. **78**, 222 (1859).
8. Natürliche Kristalle vom Vesuv; anal. F. v. Kobell, Schweiggers Journ. **64**, 293 (1832).
9. Von ebenda; anal. G. Bodländer, N. JB. Min. etc. 1893, I, 15.
10. Aus Portlandzement; anal. K. Dementjeff, Zementtechnik (Kiew 1905), 247. Nach Mitteilung von Prof. P. v. Tschirwinski.

Eisenreiche Melilith.

	11.	12.	13.	14.	15.
Na ₂ O	2,65	1,95	2,12	2,18	2,21
K ₂ O	0,33	1,46	1,51	1,49	1,45
MgO	8,60	6,44	6,71	6,33	6,41
CaO	27,47	32,47	32,05	32,98	32,18
FeO	1,39	—	—	0,53	Spur
Al ₂ O ₃	7,90	6,42	8,61	6,47	7,56
Fe ₂ O ₃	5,16	10,17	10,02	9,95	11,34
SiO ₂	44,76	39,27	38,34	40,14	39,20
H ₂ O	1,42	—	—	0,27	0,21
	99,68	98,18	99,36	100,34	100,56

11. Aus Melilithbasalt, vom Hochbohl (Württemberg); anal. H. Schulze bei A. Stelzner, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 2, 383 (1883).

12. u. 13. Beide vom Capo di Bove, in Drusen der Leucitit-Lava; anal. A. Damour, Ann. chim. phys. 10, 59 (1844).

14. Vom Capo di Bove, gelbe Kristalle; anal. F. Zambonini, Z. Kryst. 41, 231 (1906).

15. Von ebenda, braune Kristalle; anal. wie oben.

	16.	17.	18.	19.	20.
Na ₂ O	4,43	3,46	3,48	3,40	—
K ₂ O	0,36	1,45	1,27	0,68	—
MgO	5,75	6,00	5,50	5,87	4,00
CaO	31,81	33,38	33,37	34,78	35,20
FeO	—	—	—	—	4,20
Al ₂ O ₃	10,88	9,59	10,60	10,93	12,00
Fe ₂ O ₃	4,43	4,81	4,65	3,40	—
SiO ₂	40,69	41,47	41,46	41,09	43,20
H ₂ O	—	—	—	0,24	—
	98,35	100,16	100,33	100,39	98,60

Eine ganz neue Analyse eines eisenhaltigen Meliliths ist folgende:

	21.	22.
δ	2,98	—
Na ₂ O	3,24	3,40
K ₂ O	Spur	Spur
MgO	4,15	4,35
CaO ¹⁾	35,41	34,63
MnO	0,16	0,16
FeO	2,18	2,04
Al ₂ O ₃	10,30	10,80
Fe ₂ O ₃	0,50	—
SiO ₂	42,07	44,13
TiO ₂	0,20	—
CO ₂	0,90	—
P ₂ O ₅	0,82	—
H ₂ O	0,47	0,49 ²⁾
	100,40	100,00

¹⁾ Darin unbestimmte geringe Mengen von BaO, SrO.

²⁾ Im Referat wird diese Zahl irrtümlich auf Kohlensäure bezogen.

16. Vom Vesuv; anal. A. Damour, Ann. chim. phys. **10**, 59 (1844).
 17. u. 18. Beide vom Vesuv; anal. G. Bodländer, N. JB. Min. etc. 1893, I, 15.
 19. Von ebenda; anal. wie oben.
 20. Aus Schlacke, von Dowles, Engl.; anal. P. Berthier, wie Analyse Nr. 4.
 21. Von Beaver Creek, Gunnison Co. (Colorado); anal. W. T. Schaller bei E. S. Larsen u. J. Fr. Hunter, Journ. of the Washington Acad. **4**, 473 (1914); N. JB. Min. etc. 1915, II, 41.
 22. Berechnete Analyse Nr. 21 frei von Apatit, Calcit, Magnetit und Perowskit.

Tonerdearme, akermanitähnliche Melilithe.

	23.	24.	25.	26.
δ	—	2,957	—	—
Na ₂ O	} 4,60	2,01	3,43	—
K ₂ O		4,37	—	—
MgO	3,90	10,20	5,57	12,16
CaO	36,10	36,03	39,96	39,10
MnO	5,11	2,30	4,56	4,38
FeO	2,63	—	2,56	1,30
Al ₂ O ₃	6,69	4,34	3,24	1,09
Fe ₂ O ₃	—	0,12	—	—
SiO ₂	40,36	39,84	40,52	42,39
P ₂ O ₅	0,09	—	0,10	—
S	0,86	—	0,76	—
	100,34 ¹⁾	99,21	100,70 ²⁾	100,42

23. bis 26. Hochofenschlacke von der Gute-Hoffnungshütte in Oberhausen; anal. K. Busz u. F. W. Rüsberg, ZB. Min. etc. 1913, 631.

Diese Analysen beziehen sich meiner Meinung nach mehr auf Akermanit als auf Melilith, da der Tonerdegehalt ein viel zu geringer ist für Melilith (vgl. unten S. 960).

Manganreiche und zinkreiche Melilithe.

	27.	28.
δ	3,05	—
Na ₂ O	1,36	—
K ₂ O	0,85	—
MgO	2,74	—
CaO	24,50	42,04
MnO	—	4,30
FeO	21,50	—
ZnO	4,00	—
NiO	0,19	—
Al ₂ O ₃	9,34	12,60
Fe ₂ O ₃	Spur	Spur
SiO ₂	35,80	39,60
CaS	—	1,46
(Cu, Ni)S	0,43	—
Pb, As	Spur	—
	100,71	100,00

¹⁾ Spur von SrO.

²⁾ Spur von PbO.

Die beiden Analysen zeigen keine Ähnlichkeit.

27. Von der Saigerhütte bei Hettstedt; anal. W. Stahl, Bg.- u. hütt. Z. **53**, 273 (1904).

28. Von der Königshütte (Oberschlesien); anal. G. Karsten, Eisenhüttenkunde Bd. III, 679.

Formel.

Es existieren leider nur wenig gute Analysen von Melilith und namentlich von den natürlichen gibt es nur wenig und meistens ältere Analysen. Die Melilith aus Schlacken sind aber meist unrein.

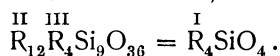
Dazu kommt noch der Umstand, daß auch nur selten die Oxydationsstufen des Eisens bestimmt wurden, so daß die wichtigste Frage bei den eisenhaltigen Melilithen, ob Eisenoxyd oder Eisenoxydul vorhanden ist, nicht sicher gestellt ist. Wahrscheinlich ist es, daß Eisenoxyd vorliegt, wie dies auch C. F. Rammelsberg¹⁾ bei seinen Berechnungen ausführte.

Man hat zweierlei, nicht nur optisch, sondern auch chemisch verschiedene Melilithen unterschieden. Wie wir sehen werden, ist nämlich in bezug auf den Charakter der Doppelbrechung eine Unterscheidung von positiven und negativen Melilithen zu machen. Ob dies notwendigerweise einen Unterschied der chemischen Zusammensetzung zu bedingen hat, bleibe dahingestellt.

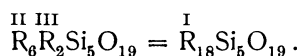
C. F. Rammelsberg berechnete einige Analysen und fand folgende Verhältnisse:

Fundort	Analytiker	^{II} ^{III} R:R:Si	^I ^{II} R:R
Capo di Bove	A. Damour	5,35 : 2 : 4,4	1 : 7
Vesuv	A. Damour	5,5 : 2 : 5	1 : 5
"	F. v. Kobell	6,2 : 2 : 5,8	1 : 5
"	R. Bodländer	7,4 : 2 : 7	1 : 8
Hochbohl	Schmidt	6,4 : 2 : 5,4	1 : 6

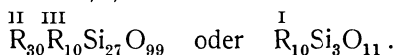
Es ergibt sich, wenn ^{II} ^{III} R:R:Si = 6:2:4,5 die Formel:



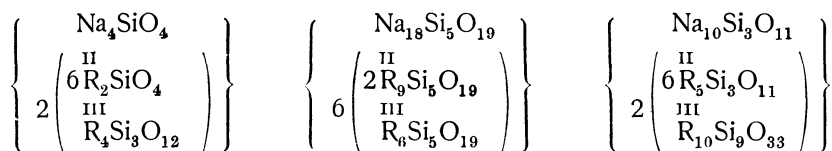
Wenn ^{II} ^{III} R:R:Si = 6:2:5:



Wenn ^{II} ^{III} R:R:Si = 6:2:5,4, so ist die Formel:



Ist ^{II} Na:R = 1:6, Ca:Mg = 4:1 und Al:Fe = 4:1, so ergeben sich für die drei oben angegebenen Fälle die Formeln:

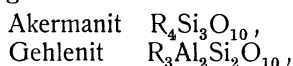


J. H. L. Vogt²⁾ hat eine besondere Theorie für die Mineralien der von ihm aufgestellten Akermanit-Gehlenitreihe gegeben.

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 243 (1895).

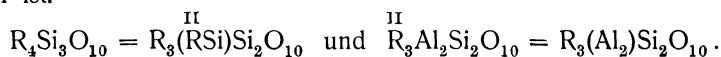
²⁾ J. H. L. Vogt, Archiv for Mathem. og Naturvid. Christiania 1884, 157.

Er nimmt zwei Komponenten an Akermanit und Gehlenit, deren Mischung mit der Zusammensetzung der verschiedenen Melilithe übereinstimmt. Die zwei Fundamentalverbindungen sind:



wobei R = Ca mit geringen Mengen von Mg, Mn, Fe, Na₂ usw. ist. Al kann teilweise durch Fe, Mn vertreten werden.

Die beiden Formeln lassen sich auch in einer Art schreiben, welche zeigt, daß analog wie bei den G. Tschermakschen Pyroxensilicaten RSi durch Al₂ vertreten ist.



G. Bodländer berechnet seine drei Analysen und erhält:

	RO : R ₂ O ₃ : SiO ₂
Analyse Nr. 17	0,803 : 0,135 : 0,691
„ Nr. 16	0,819 : 0,124 : 0,691
„ Nr. 18	0,843 : 0,128 : 0,685

Das Mittel der drei Analysen ist:

Na ₂ O	3,45
K ₂ O	1,13
MgO	5,79
CaO	33,84
Al ₂ O ₃	10,37
Fe ₂ O ₃	4,29
SiO ₂	41,34
H ₂ O	0,08
	100,29

Aus diesen Mittelzahlen ergibt sich für das Verhältnis

$$RO : R_2O_3 : SiO_2 = 6,37 : 1 : 5,30.$$

Auch für die anderen Melilithanalysen berechnet er diese Zahlen und erhält:

Optisch negative Melilithe.

Fundort	Analytiker	RO : R ₂ O ₃ : SiO ₂	
Capo di Bove	A. Damour	6,3 : 1	: 5,2
„ „ „	A. Damour	5,4 : 1	: 4,4
Vesuv	G. Bodländer	6,3 : 1	: 5,3
Hochbohl	Schmidt	7,8 : 1	: 6,8
La Providence	Percy	6,5 : 1	: 5
Dudley	Percy	5 : 1	: 4,4
„	Percy	6,3 : 1	: 4,6
„	Percy	6,2 : 1	: 6,5
Schmelzmasse	J. H. L. Vogt	4,3 : 1	: 2,5

Optisch positive Melilithe.

Hüttenprodukt	G. Bodländer	8,7 : 1	: 5,7
„ „	F. Fouqué	8,1 : 1	: 5,3

In den best untersuchten optisch negativen Melilithen ist die Summe der Moleküle $R_2O_3 + SiO_2$ gleich der Summe der Moleküle RO, bei den Percyschen Analysen und der von J. H. L. Vogt ist dies nicht ganz der Fall, aber die Abweichungen sind zu gleichen Teilen auf beiden Seiten des Verhältnisses verteilt und der Mittelwert $R_2O_3 + SiO_2 = 4,6 + 1$ ist derselbe, wie der Mittelwert der Monoxyde.

Bei den drei optisch positiven Melilithen ist $3R_2O_3 + SiO_2$ gleich der Molekülzahl der Monoxyde und nur bei den Analysen von Schmelzen J. H. L. Vogts, welche aber Akermanit sind, ist die Molekülzahl der Monoxyde eine noch größere.

Gegen diese Ansicht von J. H. L. Vogt hat sich G. Bodländer¹⁾ ausgesprochen, indem er darauf hinwies, daß bei der Berechnung des Meliliths vom Vesuv nach dieser Annahme eines Gehlenitsilicats ein Rest überbleibt, in welchem RO:SiO₂ im Verhältnis 1:1 stehen, während nach der Theorie von J. H. L. Vogt dieser Rest Akermanit sein müßte mit einem Verhältnis RO:SiO₂ = 3:4. Er bemerkt ferner, daß im Gehlenit das Verhältnis RO:SiO₂ = 3:2, im Akermanit aber 4:3 ist. Wären die Melilith Gemenge von den beiden Silicaten, so müßte bei ihnen der Wert jenes Verhältnisses zwischen jenen Zahlen, also zwischen 1,33 und 1,50 liegen, aus der Berechnung der vorhandenen Analysen ist dies aber nicht der Fall, da nur bei einer einzigen Analyse, der des Schlackenmeliliths von Dudley, das Verhältnis zwischen diese Zahlen fällt, bei allen anderen aber kleiner oder größer ist. Er hält daher die Annahme von J. H. L. Vogt für widerlegt.

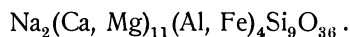
Auf Grund des optisch verschiedenen Verhaltens nimmt G. Bodländer für die einen, die optisch negativ sind, an, daß sie einem Metasilicat $RSiO_3$ in Mischung mit dem Aluminat RR_2O_4 entsprechen. Die optisch positiven dagegen sind Mischungen von vorwiegend Aluminat $R_3R_2O_6$ und dem Silicat $RSiO_3$.

Auch der Gehlenit kann aufgefaßt werden als Mischung von $RSiO_3$ mit dem Aluminat Al_2O_4 .

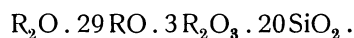
A. Des Cloizeaux berechnete aus den Analysen von A. Damour die Formel:



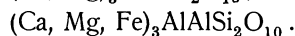
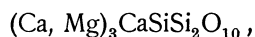
ähnlich der Formel von C. F. Rammeisberg:



W. Stahl²⁾ berechnet aus seiner Analyse:



P. Groth³⁾ stellt die Formel auf:



Er schließt sich also der Formel von J. H. L. Vogt an.

F. Zambonini⁴⁾ wendet sich gegen die Anschauung des Letztgenannten. Er berechnet neuerdings die Analysen natürlicher Melilith:

¹⁾ G. Bodländer, N. JB. Min. etc. 1893, 1, 16.

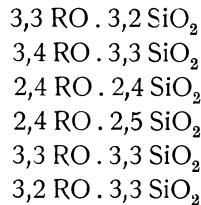
²⁾ W. Stahl, Bg.- u. hütt. Z. 53, 273 (1904).

³⁾ P. Groth, Tabl. systémat. Genève 1904, 143.

⁴⁾ F. Zambonini, Z. Kryst. 41, 231 (1906).

Fundort	Analytiker	RO : R ₂ O ₃ : SiO ₂
Capo di Bove gelb	A. Damour	6,3 : 1 : 5,2
" " " "	F. Zambonini	6,4 : 1 : 5,3
" " " braun	A. Damour	5,4 : 1 : 4,4
" " " "	F. Zambonini	5,4 : 1 : 4,5
Vesuv	G. Bodländer	6,3 : 1 : 5,3
"	A. Damour	6,2 : 1 : 5,3

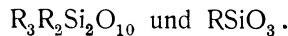
Subtrahiert man das angenommene Gehlenitsilicat $R_3R_2Si_2O_{10}$, so verbleibt bei den sechs Analysen:



Man erhält demnach immer $RSiO_3$ und niemals $R_4Si_3O_{10}$.

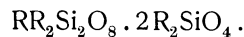
F. Zambonini gibt drei mögliche Auffassungen der Zusammensetzung des Meliliths an:

1. Als Endglieder können angesehen werden die Verbindungen:

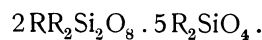


Die zweite Annahme ist die eines Silicats $RSiO_3$ und eines Aluminats RR_2O_4 von G. Bodländer.

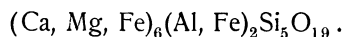
Auf Grund der Synthese von L. Bourgeois und der Theorie W. Vernadskys (siehe Bd. II, Abt., 1 S. 79) kann man den Melilith schreiben:



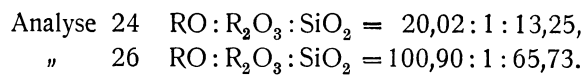
Die Formel von A. Des Cloizeaux u. A. Damour wäre dann:



C. Hintze¹⁾ schreibt:



K. Busz u. F. W. Rüsberg fanden für ihre Analysen die Verhältnisse:

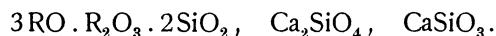


Wendet man die J. H. L. Vogtsche Berechnungsweise an, so müßte ein dem Akermanit entsprechendes Silicat übrig bleiben, in welchem das Verhältnis $RO : SiO_2 = 4 : 3$ wäre. Dies ist aber nicht der Fall, man erhält ein Silicat: $3RO \cdot 2SiO_2$. Dasselbe gilt nach den Genannten für die Analysen von F. Fouqué und von G. Bodländer.

Zur Erklärung ziehen die Verfasser ein dem Barysilit ähnlich konstituiertes Silicat heran: $R_2Si_2O_7$, welches sich mit dem Gehlenitsilicat mischen würde.

¹⁾ C. Hintze, Min. II, 1583.

Oder man könnte eine Mischung dieses Silicats mit dem Akermanitsilicat vermuten. Eine dritte Hypothese wäre die, daß man drei Grundverbindungen annimmt:



Letztere Annahme scheint mir unwahrscheinlich.

Gegenwärtig erscheint in der Tat die Anschauung von F. Zambonini oder auch die von G. Bodländer viel wahrscheinlicher als die von J. H. L. Vogt, da diese letztere mit den Analysen nicht genügend übereinstimmt. Jedenfalls deutet die schwankende Zusammensetzung auf eine isomorphe Mischung zweier Verbindungen, für welche man ein Silicat und ein Aluminat annehmen kann.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Spaltbar nach (110) und nach (001). Bruch uneben.

Härte 5. Dichte 2,9—3,1.

Glasglanz, auf Bruchflächen wachsartig. Durchscheinend, nur in dünnen Blättchen durchsichtig. Farbe weiß, gelb, rot, bräunlich bis braun.

Brechungsquotienten: Am Humboldttilith vom Vesuv fand Henniges¹⁾

$$\begin{aligned} N_\gamma &= 1,6312; & N_\alpha &= 1,6262; & N_\gamma - N_\alpha &= 0,0050, \\ N_\gamma &= 1,6339; & N_\alpha &= 1,6291; & N_\gamma - N_\alpha &= 0,0048. \end{aligned}$$

Die ersten Zahlen gelten für rotes Licht, die letzteren für Natriumlicht.

E. A. Wülfing²⁾ fand für die Stärke der Doppelbrechung:

$$\begin{aligned} \text{Lithiumlicht} & 0,00530, \\ \text{Natriumlicht} & 0,00517, \\ \text{Thalliumlicht} & 0,00591. \end{aligned}$$

Pleochroitisch. Natürliche Kristalle zeigen nach F. Zambonini³⁾ optische Anomalien.

Der Charakter der Doppelbrechung ist meistens negativ, aber manche zeigen positiven Charakter.

Nach A. Jannettaz⁴⁾ ist Melilith thermisch negativ. Das Verhältnis der thermischen Achsen ist beim Humboldttilith 1,19.

Esper S. Larsen u. J. Fr. Hunter⁵⁾ fanden bei dem Melilith von Gunnison Co., welcher optisch negativen Charakter hat, für die Brechungsquotienten folgende Werte:

$$\begin{aligned} N_\gamma &= 1,6323; & N_\alpha &= 1,6257; & N_\gamma - N_\alpha &= 0,007 & (\text{Na-Licht}) \\ N_\gamma &= 1,6331; & N_\alpha &= 1,6271; & N_\gamma - N_\alpha &= 0,006 & \text{ " " } \\ N_\gamma &= 1,6327; & N_\alpha &= 1,6258; & N_\gamma - N_\alpha &= 0,006 & \text{ " " } \end{aligned}$$

Die ersten Zahlen gelten für Melilith in grobkörnigem Material, die zweiten für solchen in mittelkörnigem und die letzten für Melilith in feinkörnigem Material.

¹⁾ Henniges bei H. Rosenbusch, Mikr. Phys. 1893, 369.

²⁾ E. A. Wülfing, u. H. Rosenbusch, Mikr. Phys. I, 1, 70 (Stuttgart 1905).

³⁾ F. Zambonini, l. c. 228.

⁴⁾ A. Jannettaz, Bull. Soc. min. 15, 137 (1892).

⁵⁾ Esper S. Larsen u. J. Fr. Hunter, Journ. Washington Ac. 4, 473 (1914); N. JB. Min. etc. 1915, II, 41.

K. Busz und F. W. Rüsberg¹⁾ haben die Brechungsquotienten an ihren Schlackenmelilithen bestimmt. Die Werte schwanken für Nr. 24 zwischen Blau und Natriumlicht:

$$N_{\varepsilon} = 1,65177 - 1,64174; \quad N_{\omega} = 1,64931 - 1,6389;$$

$$N_{\varepsilon} - N_{\omega} = 0,00246 - 0,00284.$$

Für Nr. 26 sind die Werte folgende:

$$N_{\varepsilon} = 1,65522 - 1,64926; \quad N_{\omega} = 1,65123 - 1,64623;$$

$$N_{\varepsilon} - N_{\omega} = 0,00399 - 0,00500.$$

Charakter der Doppelbrechung positiv.

Vor dem Lötrohre zu gelblichem oder grünlichem Glas unschwer schmelzbar. Von konzentrierter Salzsäure wird Melilith leicht unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzt.

J. H. L. Vogt²⁾ nimmt den Schmelzpunkt mit 1100° an; die latente Schmelzwärme ist 90 g-kal., die totale Schmelzwärme beträgt zirka 390 g-kal.

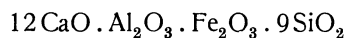
V. Schumoff-Deleano u. E. Dittler³⁾ bestimmten den Schmelzpunkt des Meliliths von Alnö aus dem Alnöit mit 1180°; sie untersuchten auch das Kristallisationsvermögen, welches sie sehr groß fanden, größer als das des Diopsids und Ägirins. Es ist etwas geringer als das des Gehlenits.

Synthese.

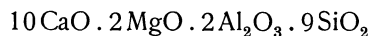
Diese gelang L. Bourgeois, sowie auch F. Fouqué⁴⁾ u. A. Michel-Lévy. Letztere stellten eine Mischung der Bestandteile nach der Formel her und ließen die geschmolzene Masse langsam abkühlen. Die erhaltenen prismatischen Kristalle zeigen negativen Charakter der Doppelbrechung.

L. Bourgeois⁵⁾ setzte dieser Schmelze etwas Natron zu, wodurch die Kristallisation begünstigt wurde.

L. Bourgeois⁶⁾ stellte zuerst das Silicat $12\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$ dar, doch erhielt er kein Resultat, da die Masse zerfiel, weil sich das Silicat Ca_2SiO_4 gebildet hatte. Mit der Mischung:

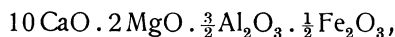


erhielt er aber auch keine homogene Masse; er schließt daraus, daß ein reiner Melilith nicht existiert. Bei der Mischung:



war das Resultat zwar besser, aber das Schmelzprodukt war auch nicht homogen.

Gute Resultate erhielt L. Bourgeois mit der Mischung:



welche Melilithkristalle ergab. Die besten Resultate ergaben sich bei Zusatz von Natron. Es wurden folgende Mischungen hergestellt:

¹⁾ K. Busz u. F. W. Rüsberg, ZB. Min. etc. 1913, 631.

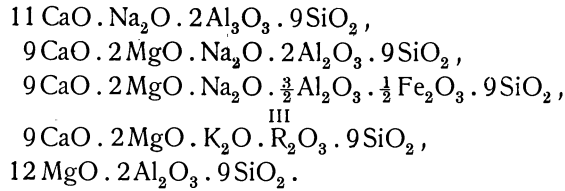
²⁾ J. H. L. Vogt, Silicatschmelzlösungen, Christiania I u. II; Z. Kryst. **43**, 97 (1907).

³⁾ V. Schumoff-Deleano u. E. Dittler, ZB. Min. etc. 1911, 756.

⁴⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synth. des minér. Paris 1882, 126.

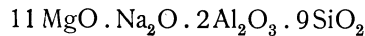
⁵⁾ L. Bourgeois, Ann. chim. phys. **29**, 454 (1883).

⁶⁾ Derselbe, Ann. chim. phys. Série 5, **29**, 450 (1883).



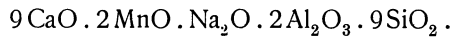
Im ersten Fall erhielt er Körner, welche einem zweiachsigen Kristall angehören, es ist also kein reiner Calciummelilith möglich. Die zweite Mischung entspricht den eisenfreien Melilithen vom Vesuv und gibt einen unzweifelhaften Melilith. Sehr gute Resultate ergab auch die dritte Mischung, welche der Zusammensetzung der Kristalle vom Capo di Bove entspricht. Die erhaltenen Melilithkristalle sind von gelber Farbe und optisch negativ, auch die Spaltbarkeit läßt sich an ihnen beobachten. Auch die in den natürlichen Kristallen bekannte Pflöckstruktur, auf welche A. Stelzner¹⁾ aufmerksam gemacht hat, ist vorhanden. Bei der vierten Mischung erhielt L. Bourgeois dieselben guten Resultate.

Die letzte Mischung ist nicht günstig, da sich lange Mikrolithen und eine Grundmasse bildeten. Bei einer Mischung:

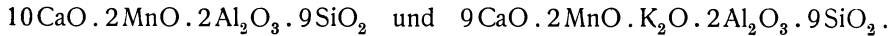


bildete sich Olivin.

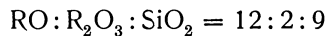
L. Bourgeois stellte auch Manganmelilith dar. Die Mischung war:



Es bildeten sich quadratische Kristalle, mit Spaltbarkeit, wie bei Melilith, die Farbe ist violett. In Salzsäure leicht unter Gelatinieren zersetzbar. Ähnliche Bildungen erhielt er mit den Mischungen:



Aus den Versuchen ergibt sich auch die Variabilität der Melilith in ihrer chemischen Zusammensetzung, doch scheint die Formel, welche das Verhältnis

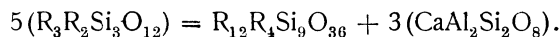


gibt, die richtigste zu sein.

C. Doelter u. E. Hussak²⁾ erhielten bei der Umschmelzung von Magnesia-Kalkgranaten Melilith, so aus Pyrop, aus Granat von Aschaffenburg, und aus Almandin des Zillertals. Die Entstehung von Meionit und Melilith aus Granat läßt sich durch folgende Reaktionsgleichung darstellen:



Auch kann sich Granat in ein Gemenge von Anorthit und Melilith nach folgender Gleichung umwandeln:



Melilith erhielt ich³⁾ durch Zusammenschmelzen von Augitit von Walsch mit Kalksteinbruchstücken.

¹⁾ A. Stelzner, N. JB. Min. etc. 1882, I, 229.

²⁾ C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, I, 161 u. 172.

³⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1886, I, 132.

K. Bauer¹⁾ erhielt Melilithkristalle neben Olivin und Magnetit, als er Glimmerschiefer mit 3 g NaF, 2 g CaF₂, 3 g LiCl umschmolz. Ebenso, als er Nephelinbasalt und Andesit zusammenschmolz und bei einem Versuche, bei welchem eine chemische Mischung eines Diorits vom Eisenbühl bei Neila (nach einer Analyse von O. Loretz) mit einem Gemenge von 2 g MgCl₂, 3 g CaCl₂, 1 g NH₄Cl zusammenschmolz. R. Medanich²⁾ schmolz 5 g Granit von Reifling mit einem Gemenge von 1,5 g Dinatriumhydrophosphat, 1 g Natriumvanadat und 1 g Lithiumchlorid zusammen und erhielt dabei neben anderen Kristallen auch solche von Melilith.

F. Fouqué³⁾ hat auf folgende Weise Melilith dargestellt: er schmolz wie bei meinem früher erwähnten Verfahren Pulver der Eruptivgesteine mit Kalkcarbonat zusammen.

Es wurde Andesit von Aspronisi mit der fast gleichen Menge von Kalkcarbonat gemengt, geschmolzen und durch kurze Zeit abgekühlt. Bei einem zweiten Versuch wurde Basalt angewandt, wobei die Resultate verschieden waren.

Bei dem ersten Versuch bildeten sich hellgraue prismatische Kristalle, teilweise in Sphärolithen angeordnet; dazwischen liegen kleine rechteckige Kristalldurchschnitte. Der Brechungsquotient ist ungefähr 1,630. Die Doppelbrechung beträgt 0,005—0,006. Der Charakter derselben ist positiv. Die Analyse ergab:

	1.	2.
δ	2,95	2,99
Na ₂ O	2,44	2,35
K ₂ O	0,46	0,63
MgO	0,89	3,86
CaO	42,18	42,03
FeO	2,93	4,67
Al ₂ O ₃	13,00	12,49
Fe ₂ O ₃	2,22	1,48
SiO ₂	36,47	32,55
TiO ₂	0,23	0,56
	100,82	100,62

Bei dem zweiten Versuche erhielt er Kristalle, welche ebenfalls positiv und in der Brechung ähnlich sind, aber die Sphärolithe fehlen und sind nicht zonar.

J. Morozewicz⁴⁾ stellte einen Melilithbasalt her, welcher 1,5 % Korund und 26,5 % Spinell enthält. Die Melilithe waren kurze farblose Prismen mit sehr schwacher Doppelbrechung, gerader Auslöschung, optisch positiv.

C. F. W. A. Oetling⁵⁾ erhielt aus einem Gemenge von Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd, Eisenoxydul, Magnesia, Kalk, mit Natrium- und Kaliumcarbonat und aus einer kleinen Menge von Calciumfluorid, welches er in seinem Bd. I, S. 617 beschriebenen Apparat unter Durchleitung von Wasserdampf und Kohlensäure erhitzte, mehrere Verbindungen, hauptsächlich ein Aggregat von Melilithkristallen von 0,1—0,4 mm, daneben Magnetit und Pyroxen.

¹⁾ K. Bauer, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 12, 535, 1898/99.

²⁾ R. Medanich, N. JB. Min. etc. 1903, II, 20.

³⁾ F. Fouqué, Bull. Soc. min. 23, 12 (1900).

⁴⁾ J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. 18, 191 (1899).

⁵⁾ C. F. W. A. Oetling, Tsch. min. Mit. 17, 331 (1897, 98).

Zufällige Bildungen.

Aus der Analysentabelle geht hervor, daß sich Melilith sehr häufig aus Hochofenschlacken bildet. Vgl. die Analysen S. 955 ff.

Eine weitere zufällige Bildung ist die in einem Ringofen der Portlandzementfabrik Ascania in Nienburg a. d. Saale. Es sind optisch positive Kristalle, wie auch die von J. H. L. Vogt untersuchten in Schlacken. Neben dieser Verbindung wurde auch Olivin (?), Magnetit und Glimmer konstatiert. G. Bodländer¹⁾ ist der Ansicht, daß sich der Melilith nicht beim Sintern gebildet hat, sondern daß die Wände des Ofens oberflächlich geschmolzen wurden.

Die Kristalle sind, wie die Analyse Nr. 6 zeigt, stark magnesiahaltig, da das Rohmaterial ein stark dolomitischer Kalkstein war.

A. Firket²⁾ beschrieb eine zufällige Bildung von Melilith aus Hohlräumen der Hochofenschlacke von Ougrée und gab eine unvollständige Analyse nach A. Jorissen:

CaO 34,50; Al₂O₃ + Fe₂O₃ 17,75; SiO₂ 37,59 %.

Vorkommen und Genesis.

Melilith kommt in jüngeren basischen Eruptivgesteinen³⁾ vor, namentlich in Basalten, Leucit- und Nephelingesteinen; als Begleiter erscheinen namentlich Olivin, Leucit, Nephelin und Perowskit; auch die Alnöite enthalten Melilith. Aber auch in Cancrinitenit kann er vorkommen. Daraus geht, wie aus dem Vorkommen in Schlacken, hervor, daß Melilith sich aus sogenanntem trockenem Schmelzfluß bildet. Die Synthesen (vgl. S. 963 bis 965) bestätigen dies. Wie seine Begleiter Olivin, Leucit, Nephelin entsteht er aus Laven.

Umwandlung.

Über Umwandlung des Meliliths wird wenig berichtet. Die an natürlichem Vorkommen beobachtete Faserung und die Pflöckstruktur sind auf Umwandlung zurückgeführt worden, was aber nicht sicher ist. H. Rosenbusch deutet das Verwitterungsprodukt des Meliliths als Zeolith. Erst vor ganz kurzer Zeit wurde über ein Umwandlungsprodukt berichtet, welches mit einem besonderen Namen bezeichnet wurde, es ist das der Cebollit. Vgl. auch Deekit.

Cebollit.

Analysen.	1.	2.
Na ₂ O	2,10	2,57
K ₂ O	Spur	—
MgO	3,84	4,69
CaO	29,27	35,72
FeO	0,17	0,21
Al ₂ O ₃	11,49	14,02
Fe ₂ O ₃	2,81	3,43
SiO ₂	27,06	33,02
H ₂ O	5,13	6,26
Unlöslich	18,05	—
	99,92	99,92

¹⁾ G. Bodländer, N. JB. Min. etc. 1892, I, 55.

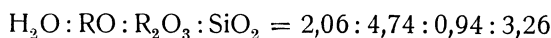
²⁾ A. Firket, Ann. soc. géol. Belgique **12**, 191 (1885); Z. Kryst. **13**, 420 (1888).

³⁾ E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. (Stuttgart 1905), I, Abt. 2, 72.

1. Cebollit südlich von dem Vereinigungspunkte der Beaver Creeks, Gunnison Co.; anal. W. T. Schaller, Journ. Washington Acad. **4**, 480 (1914). Ref. N. JB. Min. etc. 1915, II, 29.

2. Berechnete Analyse frei von unlöslichem Rückstand, Diopsid, Granat, Vesuvian usw.

Die Verhältniszahlen sind:



oder

$$2 \times 1,03 : 5 \times 0,95 : 1 \times 0,94 : 3 \times 1,09.$$

Eigenschaften.¹⁾ Dichte 2,96. Härte 5. Schmilzt bei der Nr. 5 der Schmelzskala (von F. v. Kobell) zu einem klaren Glas. Zweiachsig, optisch positiv. Wahrscheinlich rhombisch. Brechungsquotienten:

$$N_\alpha = 1,595; \quad N_\beta = 1,60; \quad N_\gamma = 1,628.$$

Der Achsenwinkel $2E =$ zirka 80° ; $2V =$ zirka 50° .

Mit Säuren zersetzbar unter Abscheidung von Kieselgallert. Beim Erhitzen in geschlossenem Rohre wird Wasser abgegeben.

Babingtonit.

Triklin. $a:b:c = 1,0691:1:0,6308$; $\alpha = 104^\circ 21\frac{1}{2}'$; $\beta = 108^\circ 31'$; $\gamma = 83^\circ 34'$. (Nach P. Groth.)²⁾

Nach S. Hillebrand³⁾ ist das Achsenverhältnis dem des Anorthits nahestehend, wie aus folgenden Zahlen erhellt:

$$a:b:c = 0,6845:1:0,5716 \text{ für Babingtonit,}$$

$$a:b:c = 0,6347:1:0,5501 \text{ für Anorthit.}$$

$$\alpha = 90^\circ 43'; \quad \beta = 115^\circ 14'; \quad \gamma = 93^\circ 48', \text{ für Babingtonit}$$

$$\alpha = 93^\circ 13'; \quad \beta = 115^\circ 55'; \quad \gamma = 91^\circ 12', \text{ für Anorthit.}$$

Es hätte nach dieser Auffassung Babingtonit eine, wie wir S. 971 sehen werden, erklärliche chemische Ähnlichkeit mit Anorthit, während die kristallographische Ähnlichkeit nach S. Hillebrand noch rätselhaft erscheint. Die Ähnlichkeit ist auch für die Spaltbarkeit vorhanden.

Es erscheint daher richtiger, den Babingtonit nicht ohne weiteres bei der Pyroxengruppe zu behandeln, sondern selbständig. Vom rein chemischen Standpunkte gehört der Babingtonit als Calcium-Ferrisilicat hierher, besser als zu den Augiten, wenn auch manche Analysen solcher eine Analogie mit denen des Babingtonits zeigen.

Nach unserer Einteilung könnte er auch bei den Eisenoxydulsilicaten eingereiht werden; wegen der Analogie mit Anorthit und des Vorherrschens von Calcium möge er hier gebracht werden.

Da Babingtonit ja vielfach zur Pyroxengruppe angehörig betrachtet wird und über diese Gruppe in der letzten Zeit viel debattiert wurde, so sei es gestattet, hier nachträglich noch einiges über die Konstitution des Pyroxens einzuschalten.

¹⁾ Esper J. Larsen u. W. T. Schaller, Am. Journ. of Washington Acad. **4**, 480 (1914).

²⁾ P. Groth, Tabl. systémat. Genève 1904, 149.

³⁾ S. Hillebrand, Tsch. min. Mit. **32**, 261 (1913). Andere Zahlen für die Winkel fanden G. vom Rath, sowie L. Buchrucker, vgl. Z. Kryst. **18**, 624 (1891).

Analysenzusammenstellung.

Da die Zahl der Analysen dieses Minerals nicht sehr groß ist, so erübrigt sich ein weiteres Einteilungsprinzip zu geben und erscheint es am zweckmäßigsten, nach der Ausführungsart, in neuere und ältere Analysen anzuordnen.

Ältere Analysen.

	1.	2.	3.	4.
MgO	2,20	2,21	0,77	3,67
CaO	19,60	14,74	19,32	20,87
MnO	1,80	10,16	7,91	1,25
FeO	21,30	16,81	10,26	12,87
Al ₂ O ₃	0,30	6,48	—	1,60
Fe ₂ O ₃	—	—	11,00	9,78
SiO ₂	54,40	47,46	51,22	49,12
H ₂ O	0,90	1,24	0,44	0,73
	100,50	99,10	100,92	99,89

1. Von Arendal (Finnl.); anal. Arpe in J. Berzelius, Jahresber. **22**, 205 (1842).
2. Von Arendal (Norw.); anal. J. Thomson, Phil. Mag. **27**, 123 (1858).
3. Von ebenda; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **103**, 306 (1858).
4. Von Devonshire; anal. E. H. Forbes, Phil. Mag. **37**, 328 (1869).

Neuere Analysen.

	5.	6.	7.	8.	8a.	9.
Na ₂ O	2,91	—	—	} 0,22	0,22	—
K ₂ O	1,07	—	—		—	—
MgO	5,54	1,45	1,55	0,46	0,46	—
CaO	17,66	19,90	19,31	20,36	20,52	19,85
MnO	1,15	3,22	0,37	1,94	1,96	6,62
FeO	8,31	7,49	—	11,05	11,14	6,61
B ₂ O ₃	—	—	Spur	—	—	—
Al ₂ O ₃	1,40	—	1,91	5,27	5,31	—
Fe ₂ O ₃	9,56	17,01	23,24	7,49	7,55	15,03
SiO ₂	50,85	50,44	52,48	52,25	52,66	52,57
TiO ₂	—	—	Spur	0,18	0,18	—
H ₂ O bei 105° } H ₂ O üb. 105° }	1,49	0,43	0,11 1,03	0,29 ¹⁾	—	—
	99,94	99,94	100,00	99,51	100,00	100,68

5. Von Ben Bhreck, Tongue (Sutherland); anal. F. Heddle, Min. Mag. **5**, 147 (1883); Z. Kryst. **9**, 110 (1885).
6. Von Herbornseelbach (Nassau); anal. Jehn, Inaug.-Diss. (Jena 1871), 13; Pogg. Ann. **144**, 594 (1872).
7. Aus Gneis von Buckland; anal. E. A. Schneider bei B. K. Emerson, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 126 (1895); Z. Kryst. **28**, 502 (1897).
8. Von Athol, Sommerville (Massach.); anal. F. R. Fraprie, Z. Kryst. **37**, 422 (1902).
- 8a. Berechnet auf 100.
9. Von Arendal; anal. S. Hillebrand, Tsch. min. Mit. **32**, 256 (1913).

¹⁾ Glühverlust.

Analyse aus Schlacke.

δ	3,24
MgO	1,43
CaO	1,81
MnO	2,39
FeO	29,48
Mn ₂ O ₃	10,91
Fe ₂ O ₃	5,34
SiO ₂	48,89
	100,25

Aus einer Bessemer-Schlacke von Hörde (Westf.); anal. G. Klemm, Inaug.-Diss. (Jena 1873), 25.

Diese Analyse weicht von allen übrigen ganz bedeutend ab, indem sie nur einen ganz unbedeutenden Gehalt an Kalk zeigt, dagegen ganz außerordentlich viel Eisenoxydul. Sie läßt sich daher mit den anderen Analysen nicht vergleichen. Entweder liegt ein analytischer Fehler vor, oder es handelt sich trotz kristallographischer Ähnlichkeit um eine besondere Art; vielleicht liegt hier eine isomorphe Mischung vor, in welcher das vorherrschende Calciumsilicat in nur geringer Menge vertreten ist.

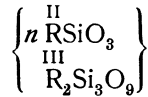
Chemische Formel.

Hierüber sind die Anschauungen sehr verschieden.

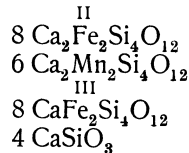
C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnete die Formeln der damals vorliegenden Analysen wie folgt:

Fundort	II R:Si	III II R ₂ :R	Fe, Mn:Ca, Mg	Analytiker
Arendal . . .	1:1,1	1:10	1:1,5	C. F. Rammelsberg,
Arendal . . .	1:0,9	1:9,3	1:2,3	E. H. Forbes,
Herbornseelbach	1:1	1:5	1:2,6	Jehn,
Tongue . . .	1:1	1:9	1:3,5	F. Heddle.

Die Formel ist:

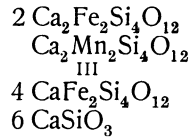


C. Doelter²⁾ berechnete die Analysen von Arendal und Herbornseelbach auf die Pyroxensilicate und erhielt für ersteren:



Auf Grund der Jehnschen Analyse ergibt sich für den Babingtonit von Herbornseelbach:

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Heft II, 1895, 329.
²⁾ C. Doelter, Tsch. min. Mit. 2, 198 (1880).

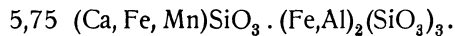


Daraus folgt, daß im Babingtonit außer den komplexen Calcium-Eisen-silicaten noch stets ein bedeutender Überschuß von Calciummetasilicat vorhanden ist.

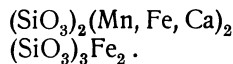
C. Palache und F. R. Fraprie berechnen ihre Analyse Nr. 8 S. 968 wie folgt:

$\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2$	:	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	:	$\text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO} + \text{CaO} + (\text{K}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O})$
0,8800	:	0,0993	:	0,5630
8,86	:	1,00	:	5,67

Daraus ergibt sich die Formel:



P. Groth¹⁾ schreibt die Formel:



F. Zambonini hat vor ganz kurzer Zeit die Formel des Babingtonits diskutiert und vergleicht die Analysen des Babingtonits mit solchen von Pyroxenen, insbesondere stellt er die Analyse des Augits von Oberschaffhausen²⁾ neben die des Babingtonits von Herbornseelbach.

Na ₂ O	2,26	—
MgO	4,55	1,45
CaO	16,72	19,90
MnO	1,09	3,22
FeO	9,66	7,49
Al ₂ O ₃	0,53	—
Fe ₂ O ₃	13,23	17,01
SiO ₂	49,75	50,44
TiO ₂	1,45	—
H ₂ O	—	0,43
	99,24	99,94

Beide Analysen lassen sich nach F. Zambonini³⁾ auf die Formel $\text{RSiO}_3 \cdot n \text{R}_2(\text{SiO}_3)_3$ zurückführen. Doch macht er auch darauf aufmerksam, daß im Babingtonit RSiO_3 eine feste Lösung der Silicate CaSiO_3 , MgSiO_3 , FeSiO_3 mit dem Silicat $\text{Fe}_2(\text{SiO}_3)_2$ darstellt, während im Pyroxen das Diopsid-silicat $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})(\text{SiO}_3)_2$ mit dem Silicat $\text{RR}_2(\text{SiO}_3)_4$ vorkommt.

Daher liegen hier keine polymorphen Kristallarten vor, da die Kristalle Mischungen verschiedener Komponenten darstellen. Dagegen sind im Babing-

¹⁾ P. Groth, Tabl. Systém. (Genève 1904), 129.

²⁾ A. Knop, Z. Kryst. **10**, 72 (1885).

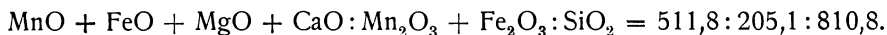
³⁾ F. Zambonini, Mem. Acc. Napoli, **16**, Serie II, 24 (1914); Z. Kryst. **55**, 153 (1915).

tonit die Komponenten der rhombischen Pyroxene vorhanden, welche nach F. Zambonini feste Lösungen der Silicate $\overset{\text{II}}{\text{R}}\text{SiO}_3$, $\overset{\text{III}}{\text{R}_2}(\text{SiO}_3)_3$ und des Aluminats $\overset{\text{II III}}{\text{RR}_2}\text{O}_4$ sind.

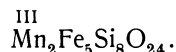
Die Hypothese, daß im Pyroxen Aluminate bzw. Ferrate vorhanden sind, ist übrigens schon von A. Knop aufgestellt worden (siehe Bd. II, Abt. 1, S. 569).

Nach F. Zambonini stehen daher Babingtonit und Hypersthen im Verhältnis der Dimorphie. Der Unterschied ist nach ihm nur in dem Überschuß des Calciummetasilicats gelegen, welches im Babingtonit sich zeigt, was bei den rhombischen Pyroxenen nicht der Fall ist.

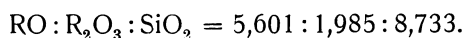
Eine ganz neue Auffassung der Konstitution des Babingtonits stammt von S. Hillebrand.¹⁾ Sie berechnet die Analysen von G. Klemm und F. R. Fraprie neuerdings und findet für erstere die Zahlen:



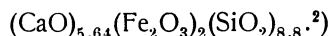
Daraus ergibt sich für den manganreichen Babingtonit die Formel:



Für die zweite Analyse erhält sie:

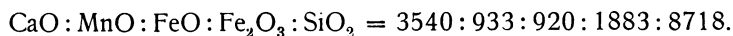


Setzt man $\text{R} = \text{Ca}$, so vereinfacht sich die Formel:

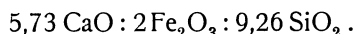


Daher ist diese $\text{Ca}_5\text{Fe}_2\text{Si}_8\text{O}_{24}$ mit einem Überschuß $\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8$.

Für ihre eigene Analyse berechnet sie folgendes Atomverhältnis:

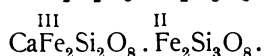
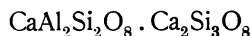


Werden die zweiwertigen Elemente zusammengefaßt, so ergibt sich:



Man hat die Verbindung $\text{Ca}_5\text{Fe}_2\text{Si}_8\text{O}_{24}$, doch ergibt sich ein Überschuß von $\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8$.

Der Babingtonit kann also erklärt werden als eine isomorphe Mischung zweier Silicate:



Das zuerst aufgeführte Silicat ist das des Anorthits, das zweite ist ein Eisenoxydanorthit.

Aus den beiden genannten Analysen berechnet sich für die von Sommerville das Verhältnis des Eisenanorthits zu $\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8$ wie 3 : 7, während für den zweiten Babingtonit sich das Verhältnis 5 : 12 ergibt. Unter diesen Annahmen stimmen Berechnung und Bestimmung gut überein.

Bei der Umrechnung auf Molekularprocente wurden die Zusammensetzungen gefunden:

¹⁾ S. Hillebrand, Tsch. min. Mit. **32**, 254 (1913).

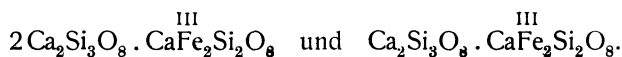
²⁾ Im Original steht wohl versehentlich Al_2O_3 statt Fe_2O_3 .

Sommerville	$\overset{\text{III}}{\text{CaFe}_2\text{Si}_2\text{O}_8}$	33 0/0	und	$\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8$	67 0/0.
Arendal	$\overset{\text{III}}{\text{CaFe}_2\text{Si}_2\text{O}_8}$	32 0/0	und	$\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8$	68 0/0.

S. Hillebrand hat auch den Versuch gemacht, die Kieselsäure des Babingtonits zu bestimmen. Die Kieselsäure des Calciumsilicats wäre $\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_8$. Die des Anorthitsilicats kann entweder $\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_8$ mit 23 0/0 Wasser sein, oder $\text{H}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ mit 13 0/0. Bei der Zersetzung mit Salzsäure ergaben sich Zahlen, welche diese Frage nicht ganz sicher entscheiden lassen.

Zusammenfassung. Wir hätten demnach bezüglich des Babingtonits zwei Hypothesen. Nach der einen ist das konstituierende Silicat dasjenige, welches in manchen Pyroxenen berechnet wurde, nämlich $\overset{\text{III}}{\text{CaFe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}}$ neben CaSiO_3 . In der zweiten Hypothese wird dieses Silicat durch $\overset{\text{III}}{\text{CaFe}_2\text{Si}_2\text{O}_8}$, also einen Eisenanorthit ersetzt, wobei sich eine zweite Komponente $\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8$ ergibt. S. Hillebrand ist der Ansicht, daß die wahrscheinlichste Annahme die eines Doppelsalzes sei von der Zusammensetzung $2\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot \overset{\text{II III}}{\text{FeFe}_2\text{Si}_2\text{O}_8}$.

Für die Gegenwart eines Eisenanorthits spricht die kristallographische Ähnlichkeit beider Mineralien, Anorthit und Babingtonit. Es ist auch die Existenz eines solchen durchaus als möglich zu erachten. Schwieriger ist jedoch die Annahme eines Silicats von der Zusammensetzung $\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8$ zu beweisen. S. Hillebrand erwähnt zwei Versuche von E. Dittler, dieses Silicat darzustellen, welche jedoch resultatlos blieben. Dagegen gelang es E. Dittler, die Mischungen:



darzustellen.

Nach dem von A. Day und Mitarbeitern¹⁾ veröffentlichten Schmelzdiagramm, gibt es in dem System CaO—SiO_2 nur die Verbindungen CaSiO_3 und Ca_2SiO_4 .

Es erscheint daher in diesem Diagramm weder die Verbindung, welche hier maßgebend ist, noch aber die doch als ganz sichere nachgewiesene des Akermanits. Daher kann man aus dem Fehlen eines singulären Punktes, welcher bei der betreffenden Verbindung im Diagramm erscheinen sollte, nicht auf die Nicht-Existenz derselben schließen. Das Diagramm bringt uns in dieser Hinsicht keinen Aufschluß, wo es sich um weniger stabile Verbindungen handelt.

Dagegen gelang es C. Doelter und E. Dittler²⁾, ein Silicat CaSiO_3 mit einem Überschuß von SiO_2 darzustellen, welches als feste Lösung beider Komponenten aufzufassen ist. Diese feste Lösung erscheint in dem früher erwähnten Schmelzdiagramm ebenfalls nicht.

Die Möglichkeit, daß eine solche feste Lösung von $\text{CaFe}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, CaSiO_3 und SiO_2 vorkommt, ist wahrscheinlicher als die des selbständigen Silicats $\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8$ oder aber es handelt sich um ein solches Doppelsalz, wie es oben angeführt wurde. Ohne die Möglichkeit der Existenz eines derartigen Silicats leugnen zu wollen, muß doch hervorgehoben werden, daß die obengenannten Gründe nicht

¹⁾ A. Day u. Mitarbeiter, Tsch. min. Mit. **26**, 191 (1907).

²⁾ C. Doelter u. E. Dittler, Sitzber. Wiener Ak. **121**, Abt. I, 897 (1912).

dafür sprechen. Immerhin sind zwei Möglichkeiten vorhanden, entweder ist das Pyroxensilicat $\text{CaFe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ mit CaSiO_3 vorhanden, oder das Silicat $\text{CaFe}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_8$, wobei letzteres sich vielleicht in die Komponenten CaSiO_3 und SiO_2 auflösen läßt. Über Eisenanorthit siehe unten bei Anorthit.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Spaltbar vollkommen nach (110), minder vollkommen nach (110). Dichte 3,35—3,4. Härte 5—6. Bruch unvollkommen muschelig, spröde.

Ebene der optischen Achsen wahrscheinlich nahe (110).¹⁾ Die erste Mittellinie ist positiv. Auslöschungsrichtungen gegen die Vertikalachse zu auf (100) 44° , auf (010) 31° . Pleochroitisch.²⁾

Vor dem Lötrohre leicht zu schwarzer, magnetischer Kugel schmelzbar. Schmelzpunkt $1130\text{—}1170^\circ$.

Durch Säuren zersetzbar. Bei Behandlung mit Salzsäure scheidet sich Kieselsäure ab; über deren Natur siehe S. 972.³⁾

Vorkommen in Schlacken. In der Bessemerschlacke von der Hörder Hütte wurden Kristalle gefunden, welche P. Groth und Harr. Scheerer⁴⁾ untersuchten. Dichte 3,08 nach Harr. Scheerer. Ferner fand G. vom Rath⁵⁾ solche in einer Schlacke aus den Konvertern von Wittkowitz. J. H. L. Vogt⁶⁾ untersuchte Kristalle von Finspong in Schweden. L. Buchrucker untersuchte Kristalle von Wittkowitz (vgl. S. 967).

Eine **Synthese** existiert bisher nicht. Nach M. Schlaepfer u. P. Niggli⁷⁾ bilden sich bei Versuchen mit Lösungen im Autoklaven, bei welchen eine Beschickung mit CaO , Al_2O_3 , SiO_2 und Zusatz von Chloriden vorhanden war, unter anderen Mineralien auch Kristalle, welche vielleicht auf Babingtonit zurückführbar sein könnten. Doch scheint es sich mehr um eine Vermutung zu handeln.

Genesis. Babingtonit findet sich auf den Arendaler Erzgängen mit Epidot, Hornblende, Feldspat und Kalkspat. F. Heddle fand ihn im Granit mit Amazonit, Titanit und Zirkon. Bei Herbornseelbach kommt er in einem lievrithführenden Kontaktgestein vor. In Massachussets soll er angeblich im Glimmerschiefer vorkommen (?).

Der Babingtonit⁸⁾ von Sommerville kommt in Prehnitadern vor, welche eine Diabasbank durchsetzen; daneben erscheinen Epidot, Quarz, Feldspat, Chlorit, Zeolithe und Kalkspat. Diese Mineralien scheinen sekundären Ursprungs zu sein.

Über die Genesis läßt sich wenig aussagen: wahrscheinlich dürfte er aus einem an Kristallisatoren reichen Schmelzfluß entstanden sein, welcher den Bedingungen entspricht, welche die Granitbestandteile zeigen.

¹⁾ A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Minér. des Roches (Paris 1888), 268.

²⁾ J. H. L. Vogt, Stud. Slagger (Kristiania 1884), 38.

³⁾ S. Hillebrand, l. c.

⁴⁾ P. Groth u. Harr. Scheerer, Bg.- u. hütt. Z. **30**, N. 3 (1871).

⁵⁾ G. vom Rath, Niederrh. Ges. (Bonn 1887), 285.

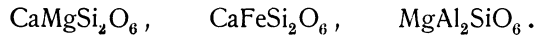
⁶⁾ J. H. L. Vogt, l. c. S. 37 u. 240.

⁷⁾ M. Schlaepfer u. P. Niggli, Z. anorg. Chem. **87**, 65 (1914).

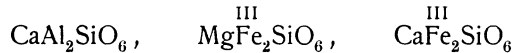
⁸⁾ Ch. Palache u. F. Fraprie, Z. Kryst. **37**, 423 (1903)

Zur Formel der Pyroxene.

Nach G. Tschermak bestehen diese hauptsächlich aus den Silicaten:



Diese Theorie wurde von mir und anderen dahin erweitert, daß außer diesen Silicaten noch u. a. die Silicate:



vorhanden sein können und daß bei natronhaltigen die Ägirinsilicate $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$, $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$, welche ja in der Natur vorkommen, dazuzurechnen sind.

Es hat sich aber gezeigt, daß manche Na-Augite auch weniger SiO_2 zeigen, so daß das Silicat $\overset{\text{III}}{\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{SiO}_6}$ vorhanden sein müßte. Dieses Silicat ist natürlich sehr hypothetisch; überhaupt lassen sich bei Gegenwart so vieler Komponenten sichere Berechnungen nicht mehr anstellen.

Der Hypothese von C. F. Rammelsberg, welche von H. E. Boeke wieder aufgegriffen wurde, zufolge wäre in den Augiten das Metasilicat RSiO_3 (worin R = Mg, Ca, Fe, Mn ist) in Mischung mit Al_2O_3 und Fe_2O_3 vorhanden. A. Knop nimmt dagegen im Augit eine Verbindung MgAl_2O_4 , ferner MgFe_2O_4 an.

Wie letzterer bereits bemerkte und wie ich vor kurzem ausführte,¹⁾ ist der Unterschied beider Anschauungen mehr ein theoretischer, da man ja immer das Silicat $\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$ zerlegen kann in:



Die neuerlichen Berechnungen von G. Tschermak zeigen, daß seine Forderung, daß bei Tonerdeaugiten $\text{Mg} > \text{Ca}$ sein muß, in sehr vielen Analysen erfüllt ist. Allerdings wird auf das Eisenoxyd nicht Rücksicht genommen und auch das Silicat $\overset{\text{II}}{\text{CaFe}_2\text{SiO}_6}$ ist nicht berücksichtigt, weil G. Tschermak damals nur das Silicat $\overset{\text{III}}{\text{MgAl}_2\text{SiO}_6}$ annahm.

Dagegen hat vor kurzem F. Zambonini²⁾ ebenfalls Berechnungen durchgeführt, welche seiner Ansicht nach zeigen, daß die Berechnung nicht den Tschermakschen Ansichten, wonach $\text{Ca} < \text{Mg} + \text{Fe}$ sein muß, entspricht. Er stellt folgende Hypothese auf:

Die Augite bestehen aus:

1. Metasilicaten $\overset{\text{II}}{\text{RSiO}_3}$,
2. Aluminaten $\overset{\text{III}}{\text{RR}_2\text{O}_4}$ oder $\overset{\text{II}}{\text{RSiO}_3} \cdot n \overset{\text{II III}}{\text{RR}_2\text{O}_4}$,
3. aus dem Silicat $\overset{\text{III}}{\text{R}_2\text{Si}_3\text{O}_9}$ oder aus $\overset{\text{II}}{\text{RSiO}_3} \cdot n \overset{\text{III}}{\text{R}_2(\text{SiO}_3)_3}$.

Letzteres läßt sich auch als $\overset{\text{III}}{\text{RR}_2(\text{SiO}_3)_4}$ auffassen, wenn $n = 1$ ist.

Diese Hypothese ist jedoch, wenn sie auch den Berechnungen entsprechen sollte, eine ziemlich komplizierte, wenn auch zugegeben wäre, daß diese Ver-

¹⁾ Bd. II, Abt. 1, S. 69 ff.

²⁾ F. Zambonini, Atti. R. Accad. Napoli 16 (1914).

bindungen selbständig existierten, bzw. nachgewiesen wären. Auch nimmt F. Zambonini für die rhombischen Pyroxene an, daß sie bestehen aus:

1. $\overset{\text{II}}{\text{R}}\text{SiO}_3$,
2. $\overset{\text{II III}}{\text{RR}_2\text{O}_4}$ oder $\overset{\text{II}}{\text{RSiO}_3} \cdot n \overset{\text{II III}}{\text{RR}_2\text{O}_4}$,
3. $\overset{\text{II}}{\text{R}}(\text{SiO}_3)_2$ oder $\overset{\text{II}}{\text{RSiO}_3} \cdot n \overset{\text{III}}{\text{R}_2(\text{SiO}_3)_3}$.

Doch bemerkt er, daß die dritte Komponente bisher in den rhombischen Pyroxenen nicht in Betracht kommt. Diese Hypothese ist jedenfalls nicht einfacher als die von G. Tschermak, sie ist auch nicht nachgewiesen.

Wir kommen nun zur Untersuchung und **Prüfung auf hypothetische Komponenten** im allgemeinen.

Diese kann nach folgenden Methoden durchgeführt werden:

1. Berechnung der Analysen auf Grund der Annahme solcher isomorpher Komponenten, welche dieselbe Valenzsumme zeigen (Methode von G. Tschermak).
2. Statistische Methode und Projektion vermittle des Gibbsschen Dreiecks (Methode von H. Schreinemakers und H. E. Boeke).
3. Künstliche Darstellung der hypothetischen Komponenten.
4. Studium der entsprechenden Schmelzkurven, wobei sich die vermutete Verbindung in der Schmelzkurve durch eine Erhöhung anzeigt.

Jede dieser Methoden kann bis zu einer gewissen Grenze zu einem Resultat führen, aber bei einem Vorkommen von mehreren Komponenten wird eine einzige Methode meistens nicht zum Endziele führen. Es hat eben jede dieser Methoden für sich allein eine gewisse Unsicherheit.

Am besten ist jedenfalls die Prüfung nach allen genannten Methoden, doch erweist sich leider auch dies nicht in allen Fällen als durchführbar.

Fehler der Analysen. Es ist begreiflich, daß nicht alle Analysen als gleichwertig angesehen werden können. Es hat sich dies namentlich in älteren Zeiten, z. B. bei der Diskussion der Plagioklasanalysen und Epidotanalysen, gezeigt, aus welcher hervorgegangen ist, daß die sorgfältigen Analysen von E. Ludwig gegenüber den fehlerhaften von A. Laspeyres und C. F. Rammeisberg allein imstande waren, die richtige Formel zu ergeben.

Indessen gibt es von den fraglichen Mineralien immerhin genügend gute Analysen, da in den letzten Jahrzehnten so viele gute Methoden ausgearbeitet wurden, daß das individuelle Moment bereits eine geringe Rolle spielt.

Daß man, wie G. Tschermak¹⁾ mit Recht bemerkt, Schüleranalysen nicht als gleichwertig mit Analysen geübter Analytiker gleichstellen kann, braucht nicht weiter ausgeführt werden. Ebenso ist es wohl allgemein anerkannt, daß, wie ebenfalls G. Tschermak ausführt, gerade bei Augit viele Kristalle durch Einschlüsse verunreinigt sind, daher den Analysen reiner Kristalle nicht gleichwertig sein können.

Nur ist die Ausscheidung von Analysen immer mit Schwierigkeiten verbunden, da ja nicht in allen Fällen über die Analysenmethode, über den Gang der Analyse und über die etwaigen Verunreinigungen Mitteilungen von den verschiedenen Autoren gemacht wurden.

Auch können Analysen von demselben Fundort, auch wo exakte Analysen vorliegen, gewisse Abweichungen zeigen, da ja Einsprenglinge oft eine ab-

¹⁾ G. Tschermak, ZB. Min. etc. 1915, 225; 1916, 1.

weichende Zusammensetzung zeigen und als im Gestein befindliche und auch an demselben Fundort sich gewisse Unterschiede in der Zusammensetzung zeigen können.

1. Die Berechnung von Analysen, wofern es sich nicht um zwei oder drei oder mehr bekannte Komponenten handelt, sondern bei welchen nur die eine der Komponenten in reinem Zustande bekannt ist, bietet naturgemäß Schwierigkeiten, welche sich bei zunehmender Zahl der Komponenten vergrößern.

Eine Berechnung, welche bei zwei Komponenten, die bekannt sind, wie bei den Plagioklasen, mit größter Präzision durchgeführt werden kann, wird sogar bei drei bekannten Komponenten schon minder sicher sein. Ist aber unter solchen eine unbekannte, hypothetische Komponente, so kann immer nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit gerechnet werden. Nimmt man weitere hypothetische Komponenten, so wächst die Unsicherheit mit der Anzahl derselben.

Überblickt man die Analysen und deren Berechnung bei vielen Silicaten, so kommt man zu dem Resultate, daß verschiedene Forscher, von ganz entgegengesetzten Ansichten ausgehend, immer eine gewisse Anzahl von Analysen für ihre Ansicht anführen können und daß die Berechnungen dieser ihre Ansicht stützten. Ich verweise nur auf die verschiedenen Ansichten über Turmalin.

Aber selbst wenn die Berechnung eine einfache ist, wie z. B. bei Chlorit, wo nach G. Tschermak nur zwei Komponenten vorhanden sind, die allerdings wieder in vier zerfallen, da MgO durch FeO vertreten werden kann, lassen sich noch verschiedene Möglichkeiten aufstellen.

Einfacher liegt die Sache bei Granat, wo es sich um Substitutionen von CaO, MgO, FeO oder Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 handelt, wo außerdem die Komponenten im reinen Zustande bekannt sind. Hier ist, wie bei Plagioklasen, Epidoten und anderen einfachen Fällen eine genaue Berechnung möglich.

Wo es sich aber um hypothetische Silicate handelt, muß bei Gegenwart einer größeren Zahl solcher starke Unsicherheit eintreten.

Was speziell die Pyroxene anbelangt, so hat neuerdings G. Tschermak ausgeführt, daß eine Anzahl von Analysen seiner Hypothese entspricht, wie schon oben erwähnt.

Viele Berechnungen von Augitanalysen, wie die der von A. Merian, P. Mann, A. Piccini, C. Doelter und vielen anderen ausgeführten, beziehen sich auf Untersuchungen, bei welchen die Analytiker die Berechnung unter Annahme der erweiterten Tschermakschen Theorie durchführten. Durch diese Erweiterung konnte die Berechnung einwandfrei durchgeführt werden. Es gibt aber auch eine Anzahl von Analytikern, welche betonen, daß auch auf diese Art die Berechnung mit der Theorie nicht stimmt (vgl. darüber Bd. II, Abt. 1). Es scheint gerade bei alkalihaltigen Pyroxenen, welche G. Tschermak u. H. E. Boeke in ihren letzten Ausführungen nicht berücksichtigt haben, die Schwierigkeit groß. So sah man sich veranlaßt, auch das weitere, vielleicht recht unsichere Silicat $Na_2Al_2SiO_6$ einzuführen, um die Berechnung durchführen zu können.

F. Zambonini hat zuletzt eine große Anzahl von Pyroxenanalysen berechnet und kommt zu einem entgegengesetzten Resultate als diejenigen Forscher, welche, wie ich, die erweiterte Tschermaksche Theorie angenommen hatten. Er verwirft auf Grund seiner Analysenberechnungen die alte ursprüng-

liche Theorie G. Tschermaks völlig und stellt die eben S. 976 erwähnte Theorie auf.

Daraus ist wohl ersichtlich, daß die Berechnung derselben Analysen von verschiedenen Forschern sehr verschieden gedeutet werden kann. Die Berechnungsmethode allein kann daher heute nicht unbedingt als entscheidend gelten.

2. Diese Methode hat gewisse Vorteile, weil sie gestattet, den Zusammenhang der Bestandteile in den einzelnen Analysen zu überblicken, woraus sich Schlüsse auf die Mischbarkeit ergeben. Man wird daher diese Methode nicht vernachlässigen können. Es sei aber gleich bemerkt, daß ein Fehler derselben oder eine Schwäche darin besteht, daß in der Dreiecksprojektion nur drei Bestandteile in die Rechnung einbezogen werden können und daß z. B. H. E. Boeke¹⁾ nur auf CaO, MgO und Al₂O₃ Rücksicht nimmt, daß dagegen FeO und Fe₂O₃ unberücksichtigt bleiben, während wieder F. Zambonini CaO und MgO zusammenzieht.

Es scheint aber gerade bei manchen derartigen Gruppen, und zwar besonders bei Pyroxen und auch bei Chlorit, ein Zusammenhang zwischen dem Reichtum an Sesquioxiden und an Eisenoxydul zu bestehen, welcher bei Anwendung dieser Methode nicht ausgedrückt werden kann. So habe ich bei den genannten beiden Gruppen die Wahrnehmung gemacht, daß die sesquioxidreichen Chlorite und auch solche Pyroxene viel Eisenoxydul enthalten. Dies dürfte, wenn man die statistische Methode in Anwendung bringt, nicht vernachlässigt werden.

Es sind oft im Pyroxen die wichtigen Bestandteile FeO und Fe₂O₃ nicht in Rechnung gebracht worden, was ich als einen Fehler betrachte. Man kann MgO, FeO einerseits, Al₂O₃ und Fe₂O₃ andererseits nicht immer zusammenziehen.

3. Die synthetische Methode, d. h. Darstellung der aus der Analyse berechneten hypothetischen Komponenten, ist jedenfalls eine der besten. Gelingt es, die aus den Analysen nach der Tschermakschen Methode berechneten theoretischen Komponenten darzustellen, so wird ein Einwand gegen ihre Existenz wohl hinfällig sein. Würde z. B. das Silicat MgAl₂SiO₆ herstellbar sein, so wäre die früher erwähnte Berechnungsweise wohl als nahezu sichere zu bezeichnen. Leider ist solches in vielen Fällen nicht möglich.

Es fragt sich nun, ob die Fehlversuche zur Darstellung derartiger Komponenten dazu berechtigen, diese Komponenten als überhaupt nicht existierende zu betrachten. Meiner Ansicht nach ist dies nicht unbedingt gerechtfertigt, wie einige Beispiele zeigen.

An der Existenz des Silicates Ca₃Al₂Si₃O₁₂, dem reinen Grossularsilicat, kann, wie aus den Analysen hervorgeht, nicht gezweifelt werden. Auch ist die Verbindung synthetisch von A. Gorgeu dargestellt worden. Sie ist aber aus reinem Schmelzfluß nicht herstellbar, und gelang es G. A. Rankin²⁾, welcher das System



untersuchte, nicht, das betreffende Silicat herzustellen, weil dasselbe bei seinem Schmelzpunkte unstabil ist. Ebenso gelang es ihm nicht, in diesem System den Gehlenit darzustellen.

¹⁾ H. E. Boeke, Z. Kryst. **53**, 445 (1914); ZB. Min. etc. 1915, 422.

²⁾ G. A. Rankin, Z. anorg. Chem. **92**, 213 (1915).

Dies zeigt, daß die Nichtherstellung aus dem Schmelzfluß aus den Komponenten keinen sicheren Beweis abgeben kann für die Nichtexistenz der betreffenden Verbindung.

Ferner zeigen die Synthesen, daß manche Silicate rein nicht herstellbar sind, wohl aber, wenn eine Beimengung oft nur in geringer Menge isomorpher Verbindungen vorliegt. Viel wichtiger als die Schlüsse aus negativen Resultaten ist die Erprobung in diesem speziellen Falle, ob es möglich ist, den sog. Bisilicaten von der Formel $R\text{SiO}_3$ die Sesquioxyde $R_2\text{O}_3$ in variablen Mengen beizumengen und daraus Pyroxene darzustellen.

Es würde sich also um die Frage handeln, ob Tonerde und Eisenoxyd in den Silicaten CaSiO_3 , MgSiO_3 oder in dem als Doppelsalz betrachteten Diopsidsilicat $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ löslich sind, und bis zu welcher Grenze dies der Fall ist. Insbesondere das Silicat $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$ scheint die Fähigkeit zu haben, Fe_2O_3 zu lösen.

Dasselbe Studium müßte auch mit MgAl_2O_4 angestellt werden, da, wie wir sahen, diese Verbindung von A. Knop und von F. Zambonini neuerdings angenommen wurde.

Es ist auch möglich, daß die letztere Untersuchung von größerem Werte ist, da doch aus den letzten Berechnungen von G. Tschermak zu schließen ist, daß im allgemeinen $\text{Ca} < \text{Mg} + \text{Fe}$ ist.

Die Versuche von E. Fixek und von Vera Schumoff-Deleano, welche demnächst veröffentlicht werden sollen, haben aber ergeben, daß das Diopsidsilicat in einem Grade, bis zirka 15% Al_2O_3 oder auch Fe_2O_3 zu lösen.

4. Das Studium der Schmelzkurven ist dagegen nicht von Belang; allerdings müßte der Theorie nach jede Verbindung auf der Schmelzkurve ersichtlich sein.

Die nähere Betrachtung der bisher untersuchten Schmelzdiagramme von zwei und auch von drei Komponenten zeigt aber, daß manche Verbindungen in dem Schmelzdiagramm nicht erscheinen, und zwar aus dem früher angeführten Grunde, weil sie bei der betreffenden Temperatur instabil sind. So erscheint der Akermanit nicht in dem Schmelzdiagramm $\text{CaO}-\text{SiO}_2$, welches von L. Day¹⁾ und Mitarbeitern untersucht wurde, dagegen in jenem von G. A. Rankin. Auch die Verbindung Ca_2SiO_4 zerfällt.

Man kann daher aus der Nichtbemerckbarkeit einer Verbindung in der Schmelzkurve nicht den Schluß ziehen, daß diese überhaupt nicht existenzfähig sei.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Hypothese G. Tschermaks bei sehr vielen Analysen zutrifft. Doch ist dies auch bei der mir weniger wahrscheinlichen Hypothese von F. Zambonini der Fall. Selbstverständlich müssen auch die Analysen mit der Hypothese von C. F. Rammelsberg bzw. H. E. Boeke, auflösbar sein, weil ja sich die G. Tschermakschen Silicate in $R\text{SiO}_3 + R_2\text{O}_3$ zerlegen lassen.

Daraus möchte ich schließen, daß ein Beweis für die eine oder andere Hypothese sich auf dem Wege der Rechnung nicht mit Sicherheit erbringen läßt und daß es sich höchstens um einen größeren oder geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit handeln kann.

Ich halte es daher nicht für berechtigt, wenn sowohl H. E. Boeke als auch F. Zambonini aus ihren Berechnungen und statistischen Aufstellungen den Schluß ziehen, daß die erweiterte Tschermaksche Theorie erledigt sei,

¹⁾ L. Day u. Mitarbeiter, Tschermaks Min. Mitt. 26 (1906).

denn es kann sich nur um mehr oder weniger große Wahrscheinlichkeit handeln. Tatsächlich sind hunderte von Analysen nach der von mir erweiterten Theorie berechnet worden. Allerdings gilt dafür das früher S. 977 Gesagte.

Andererseits läßt sich wegen der vorhin angeführten Gründe auch kein wirklicher Beweis für diese Theorie erbringen, weil die betreffenden Silicate nicht hergestellt werden konnten.

Da einerseits die Mischbarkeit von $MgSiO_3$ mit $CaMgSi_2O_6$ von E. T. Allen und P. White erwiesen war, andererseits die auf meine Initiative angestellten Versuche von E. Fixek und dann namentlich von V. Schumoff-Deleano den Beweis erbracht haben, daß das Diopsidsilicat imstande ist, bis zirka 15% Tonerde zu lösen, so ist auch die zweite Anschauung, wonach R_2O_3 sich in fester Lösung befinden, möglich.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Frage nach den konstituierenden Komponenten der Pyroxengruppe noch eine unentschiedene ist. Der Alkali-gehalt, welcher in sehr vielen Pyroxenen vorhanden ist (bei älteren Analysen wurden Alkalien gar nicht bestimmt) darf auch nicht vernachlässigt werden, weil auch hier sich der Alkaligehalt nicht durch das bekannte Silicat $NaAlSi_3O_8$ oder $NaFeSi_2O_6$ erklären läßt. Immerhin ist die seinerzeit für unwahrscheinlich gehaltene Ansicht von C. F. Rammelsberg,¹⁾ wonach Al_2O_3 und Fe_2O_3 als selbständige Komponenten im Pyroxen vorkommen, entsprechend den neueren Ansichten über feste Lösungen, nicht mehr von der Hand zu weisen. In dieser Hinsicht halte ich den experimentellen Weg für denjenigen, welcher uns am besten zur Lösung der Frage bringen könnte.

Anorthit (Calcium-Aluminiumfeldspat).

Von C. Doelter (Wien).

Triklin pinakoidal, $a:b:c = 0,63473:1:0,55007$ (Ch. de Marignac).

$a:b:c = 0,6353:1:0,5504$ (J. Beckenkamp).

$\alpha = 93^\circ 13\frac{1}{2}'$, $\beta = 115^\circ 55\frac{1}{2}'$, $\gamma = 91^\circ 11\frac{2}{3}'$ (Ch. de Marignac),

$\alpha = 93^\circ 8'$, $\beta = 115^\circ 53'$, $\gamma = 91^\circ 15'$ (J. Beckenkamp).

Synonyma: Indianit, Christianit, Biotina, Latrobit, Diploit.

Varietäten und Zersetzungsprodukte: Cyclopit, Beffanit, Tankit, Esmarkit, Rosit-Rosellan, Polyargit, Pyrrholith, Amphodelit, Lepolith, Lindsayit, Sundvikit, Thiorsait, Huronit.

Analysen.

Analyseneinteilung. Der ganz reine Anorthit, wie er der Formel des reinen Calcium-Aluminiumfeldspats entsprechen würde, kommt in der Natur wahrscheinlich nicht vor. Als Beimengungen erscheinen Magnesium, welches bisher als Magnesiumfeldspatbeimengung nicht gedeutet wurde, da ein Magnesiumfeldspat nicht existiert, oder wenigstens bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Zur Erklärung des Magnesiumgehalts müssen nach dem heutigen Standpunkte Verunreinigungen herbeigezogen werden (vgl. übrigens S. 988).

¹⁾ Vgl. auch meine im Jahre 1914 ausgesprochene Ansicht über die C. F. Rammelsbergsche Hypothese Bd. II, Abt. 1, S. 69 ff.

Ferner kommen in fast allen Anorthiten sowohl Kali, als auch Natron vor, welche als isomorphe Beimengungen von Natriumfeldspat, bzw. von Kaliumfeldspat gedeutet werden. Es gibt allerdings Analysen, in welchen nur Spuren beider oder gar keine Alkalien vorkommen; da es sich meistens um ältere Analysen handelt, so ist es wahrscheinlich, daß die Bestimmung kleiner Mengen dieser Alkalimetalle unterlassen wurde.

Wir ordnen die Analysen nach dem Natrongehalte an, weil dieser deswegen der wichtigere Bestandteil erscheint, weil dadurch die Reihe der isomorphen Mischkristalle von Calciumfeldspat mit Natriumfeldspat hergestellt wird, und wir später die isomorphen Mischkristalle dieser beiden Feldspäte jedenfalls nach aufsteigendem Natrongehalt anordnen müssen. Eine etwaige Anordnung nach dem Gesamtgehalt an Alkalien ist jedenfalls weniger zweckmäßig, da wir die Mischkristalle dreier Komponenten, Calcium-, Natrium- und Kaliumfeldspäte haben. Es bliebe nur der Ausweg, nach dem Calciumgehalt anzuordnen, da aber gerade der Anorthit ein Mineral ist, welches sehr zu Zersetzungen neigt, so kann der Gehalt an diesem Element nicht nur durch das Vorkommen von Alkalien, sondern auch durch die mehr oder weniger vorgeschrittene Zersetzung des Anorthits beeinflußt werden.

Was das Vorkommen von Oxyden des Eisens anbelangt, so liegt in vielen Fällen wahrscheinlich eine Verunreinigung bzw. Beimengung vor, doch ist auch noch die Möglichkeit des Vorkommens eines Eisenoxyd-Anorthits nicht unmöglich, wie wir bei Babingtonit sahen.

Anorthite ohne Alkalien.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	2,686	2,689	2,812	—
Na ₂ O . . .	Spur	—	—	—	—
K ₂ O . . .	Spur	—	—	—	—
MgO . . .	—	—	—	—	1,55
CaO . . .	18,31	19,65	18,04	21,56	17,10
Al ₂ O ₃ . . .	35,57	35,55	34,05	33,51	34,73
SiO ₂ . . .	45,06	41,18	42,60	40,17	45,87
H ₂ O . . .	0,67	2,77	2,73	4,66	—
	99,61	99,15	97,42	99,90	99,25

1. Aus Trachyt von Ober-Fernezely bei Nagybánya; anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1869, 11.

2. Von Pesmeda (Monzoni); anal. G. vom Rath, Niederrh. Ges. Bonn 1875, 121; Pogg. Ann. 155, 38 (1875); Z. Dtsch. geol. Ges. 27, 392 (1875).

3. u. 4. Von ebenda; anal. wie oben.

5. Aus Gabbro von Carlingford (Irland); anal. S. Houghton, Phil. Mag. 19, 13 (1860).

Während bei den früher angeführten Analysen immerhin es nicht festgestellt ist, daß Alkalien fehlen, da es sich fast in allen Fällen um Analysen aus älterer Zeit handelt, bei welchen es möglich ist, daß eine genaue Bestimmung der Alkalien nicht versucht wurde, dürfte die nachstehende Analyse aus neuer Zeit vielleicht die Möglichkeit zeigen, daß es alkalifreie Anorthite geben kann, immerhin ist vielleicht auch hier die Alkalienbestimmung unterlassen worden.

	6.
Na ₂ O	Spur
CaO	18,26
Al ₂ O ₃	34,89
SiO ₂	40,16
H ₂ O	1,69
CaCO ₃	5,30
Graphit	0,18
	100,48

6. Von Franklin Furnace (N. Jersey), mattgraue Kristalle aus graphithaltigem Kalkstein, am Kontakt mit Granit; anal. C. H. Warren, Am. Journ. [4] **11**, 369 (1901); Z. Kryst. **37**, 74 (1903).

Anorthite ohne Natrongehalt.

	7.	8.	9.	10.	11.
Na ₂ O	—	—	Spur	—	—
MgO	—	3,56	—	—	1,72
CaO	19,37	—	19,31	17,31	8,04
FeO	—	7,03	—	—	4,32
Al ₂ O ₃	35,28	35,29	38,06	35,29	33,92
Fe ₂ O ₃	0,61	—	—	—	—
SiO ₂	43,83	47,50	42,80	45,62	45,80
H ₂ O	—	6,62	—	—	4,16
	99,09	100,00	100,17	98,22	97,96

7. Lepolith, im Magnetkies von Tunaberg; anal. Walmstedt, in Hisingers miner. Geogr. Schwedens 1826, 98.

8. Lindsayit von der Lindsaygrube bei Orijärvi (Finnl.); anal. Komonen, Verh. russ. min. Ges. 1843, 112; vgl. auch R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **46**, 393 (1849).

9. Aus Anorthitgneis von Salem (Indien); anal. A. Lacroix, Bull. Soc. min. **11**, 327 (1889).

10. Aus kontaktmetamorphem Kalkstein von Phippsburg (Maine); anal. W. T. Roepper, Am. Journ. **16**, 364 (1878). Siehe auch F. W. Clarke, Am. Journ. **48**, 429 (1894); sowie Z. Kryst. **27**, 525 (1896).

11. Huronit in Diabasblöcken von Drummond Island (Huron See); anal. Thomson Miner. 1836, I, 384. Siehe auch die neuere Analyse des Huronits, S. 987.

Anorthite mit hohem Kaligehalt, ohne Natrongehalt.

Einige ältere Analysen zeigen merkwürdigerweise keinen Natrongehalt, dagegen Kaligehalt in beträchtlichem Ausmaße. Es ist allerdings zu erwägen, daß in jener Zeit die analytischen Methoden weniger genau waren.

	12.	13.	14.
Na ₂ O	Spur	—	—
K ₂ O	6,63	6,58	6,58
MgO	2,45	0,63	—
CaO	3,59	8,28	9,79
Al ₂ O ₃	34,51	36,81	32,83
Mn ₂ O ₃	0,19	3,16	5,77 ¹⁾
Fe ₂ O ₃	0,69	—	—
SiO ₂	44,90	44,65	41,78
H ₂ O	6,53	2,04	2,04
	99,49	102,15	98,79

¹⁾ Inklusive MgO.

12. Rosenroter Rosit oder Rosellan von Aker (Södermanland); anal. A. N. Svanberg, Pogg. Ann. **54**, 268 (1841); **57**, 170 (1842). Auffallend wenig Kalk.

13. u. 14. Latrobit, beide von der Insel Amitok (Grönland); anal. K. Gmelin, Pogg. Ann. **3**, 68 (1825).

Anorthite mit geringem Natrongehalt und hohem Kaligehalt (Latrobit).

	15.	16.
δ	—	2,749
Na ₂ O	0,49	0,83
K ₂ O	7,12	7,31
MgO	1,20	1,38
CaO	5,21	6,46
MnO	0,68	1,15
FeO	Spur	0,11
Al ₂ O ₃	31,04	29,31
Fe ₂ O ₃	3,43	2,31
SiO ₂	45,20	46,85
H ₂ O	5,70	4,49
	<hr/> 100,07	<hr/> 100,20

15. u. 16. Latrobit, blaß, rosenrot, am Kontakt zwischen Kalkstein und Gneis, von Glengairn (Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 660 (1878).

Natronfreier Anorthit mit hohem Magnesiagehalt.

	17.
MgO	5,26
CaO	15,68
Al ₂ O ₃	34,46
Fe ₂ O ₃	0,74
SiO ₂	44,49
	<hr/> 100,63

17. Vom Vesuv; anal. H. Abich, Pogg. Ann. **50**, 351; **51**, 519 (1840).

Anorthite mit kleinem Natrongehalt bis 0,50 %.

	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
δ	—	—	—	—	3,06–3,10	—	2,742
Na ₂ O	0,27	} 0,88	0,23	0,32	0,43	0,37	} 0,49
K ₂ O	0,25		—	0,55	5,01	0,12	
MgO	0,56	1,56	0,20	0,53	1,44	0,68	0,59
CaO	19,02	18,07	19,29	20,90	14,93	18,63	18,01
Al ₂ O ₃	35,12	33,84	36,80	31,87	32,53	35,02	36,02
Fe ₂ O ₃	0,70	0,33	—	1,33	2,80	1,00	—
SiO ₂	44,12	44,98	44,03	44,16	39,73	43,39	44,81
H ₂ O	—	—	0,12	0,60	3,65	1,31	—
	<hr/> 100,04	<hr/> 99,66	<hr/> 100,67	<hr/> 100,26	<hr/> 100,52	<hr/> 100,52	<hr/> 99,92

18. u. 19. Vom Vesuv; anal. H. Abich, Pogg. Ann. **50**, 351 (1840); **51**, 519 (1840).
 20. Von Miyake Jima (Japan), aus Anorthitbasalt; anal. Y. Kitamura bei Y. Kikuchi, Journ. Univ. Tokyo 1888, II, 31; Z. Kryst. **17**, 421 (1890).
 21. Von Tōnosava in Hakone (Japan); anal. Hida bei T. Wada; Tr. Seism. soc. Japan 4 (1882); nach C. Hintze, Miner. II, 1546.
 22. Von Franklin Furnace (N. Jersey); anal. W. T. Roepper, Am. Journ. **16**, 364 (1878).
 23. Von der Insel Rhodos; anal. H. v. Foullon, Sitzber. Wiener Ak. **100**, 150 (1891).
 24. Von der Insel Santorin; anal. K. v. Hauer, Verh. k. k. geol. R.A. 1866, 189.

Anorthit mit zirka 1/2 % Natron.

	25.	26.	27.	28.
δ	—	2,60	—	2,745
Na ₂ O	0,53	0,50	0,60	0,31
K ₂ O	—	Spur	Spur	—
MnO	—	0,44	0,72	—
CaO	18,32	18,32	19,50	20,45
Al ₂ O ₃	35,10	34,90	34,53	35,80
Fe ₂ O ₃	—	1,39	1,47	—
SiO ₂	46,05	44,90	44,17	43,65
Glühverl.	—	2,20	0,30	—
Hygroskop. Wasser	—	0,05	0,05	—
	100,00	100,93 ¹⁾	101,01 ¹⁾	99,21

25. Aus Gabbro von St. Clément; anal. A. Lacroix, Bull. Soc. min. **9**, 48 (1886).
 26. u. 27. Beide von Miyake Jima (Japan); anal. J. Šplichal, Abh. böhm. Ak. Prag 1913, Nr. XII; N. JB. Min. etc. 1914, I, 12.
 28. Vom Vesuv; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **112**, I, 1 (1903); Z. Kryst. **41**, 508 (1906).²⁾

Anorthite mit 0,5—1 % Natron.

	29.	30.	31.	32.
Na ₂ O	0,70	} 0,95	0,76	0,92
K ₂ O	0,30		1,12	0,64
MgO	0,40		Spur	0,29
CaO	18,00	18,30	19,11	17,70
Al ₂ O ₃	33,50	35,69	28,63	34,22
Fe ₂ O ₃	1,60	—	2,23	—
SiO ₂	46,80	45,06	42,01	46,44
H ₂ O	—	—	5,03	—
	101,30	100,00	99,89	100,21

29. Aus Basalt von Stigahlid (Island); anal. R. Bréon, Z. Kryst. **11**, 414 (1886).
 30. Aus Gabbrodiorit von Pikesville (Maryland); anal. G. H. Williams, Bull. geol. Surv. U.S. 1886; nach Z. Kryst. **14**, 402.
 31. Aus Serpentin vom Radautal (Harz); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1862, 524.
 32. Aus Dolerit von Ehrsberg (Schwarzwald); anal. A. Kloos, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **3**, 16 (1884).

¹⁾ Die Summen sind unrichtig.
²⁾ Siehe auch die Analyse von J. Lemberg (vgl. unten).

	33.	34.	34a.	35.	36.
δ	—	—	—	2,592	2,78
Li ₂ O	Spur	—	—	—	—
Na ₂ O	0,69	0,61	0,62	0,99	0,95
K ₂ O	1,29	0,05	—	0,19	—
MgO	0,31	1,11	—	—	0,50
CaO	19,71	19,48	19,77	18,47	17,16
MnO	Spur	—	—	Spur	—
FeO	Spur	Spur	—	—	—
Al ₂ O ₃	30,95	35,75	36,31	35,41	34,62
Fe ₂ O ₃	1,04	—	—	0,51	1,20
SiO ₂	43,13	43,51	43,30	44,09	46,25
H ₂ O	—	—	—	0,35	—
Glühverl.	3,02	—	—	—	—
Unlöslich	—	—	—	—	0,12
	100,14	100,51		100,01	100,80

33. Von Raymond, Maine, weiße Kristalle; anal. W. H. Melville bei W. H. Melville, G. Eakins u. E. A. Schneider, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 113, 109 (1893).

34. Aus Lava des Tarumavulkans (Japan); anal. S. Kozu, Journ. of Geology, **19**, 633 (1911); Z. Kryst. **54**, 74 (1915).

34a. Nach Abzug von Olivin berechnete Zahlen.

35. Aus Hyperit, Whitakers ore pit, Wilmington, Delaware; anal. R. B. Riggs bei A. H. Chester, Bull. geol. Surv. U.S. 59 und bei F. W. Clarke, ebenda Nr. 419, 259 (1910).

36. Aus einem Auswürfling von S. Martino bei Viterbo; anal. F. Zambonini, Riv. Miner. u. Crist. **24**, 4 (1900); Z. Kryst. **35**, 523 (1902).

Anorthit mit 1—1,5% Natron.

	37.	38.	39.	40.
δ	2,73	—	—	—
Na ₂ O	1,21	1,03	1,03	1,36
K ₂ O	0,43	0,33	1,05	0,62
MgO	0,57	0,36	—	—
CaO	18,84	18,07	17,91	15,98
FeO	0,58 ¹⁾	—	—	—
Al ₂ O ₃	35,06	33,73	36,04	34,78
Fe ₂ O ₃	—	3,29	—	—
SiO ₂	44,17	44,38	41,08	42,79
Glühverl.	0,59	—	4,79	4,13
	101,45	101,19	101,90	99,66
	41.	42.	43.	44.
Na ₂ O	1,33	1,22	1,47	1,28
K ₂ O	0,45	3,38	0,17	0,55
MgO	1,13	0,20	0,45	—
CaO	17,45	11,83	18,63	15,97
Al ₂ O ₃	35,32	34,24	34,82	33,17
Fe ₂ O ₃	0,41	1,16	0,70	3,04
SiO ₂	44,68	45,23	43,89	46,79
H ₂ O	0,33	1,88	0,69	—
	101,10	99,14	100,82	100,80

¹⁾ Eisenoxyd nicht vorhanden.

37. Anorthitwürfeling von der Insel St. Christopher; anal. G. Fels, Z. Kryst. **37**, 459 (1903).
 38. Aus dem Meteoriten von Juvinas; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **73**, 587 (1848).
 39. Von Pesmeda (Monzoni); anal. J. Gamper, Verh. k. k. geol. R.A. 1877, 134 (1883), rote Kristalle.
 40. Von ebenda; anal. wie oben, weiße Kristalle.
 41. Aus Basalt von Wingendorf (Schlesien); anal. K. v. Chroustschoff, Bull. Soc. min. **10**, 329 (1887).
 42. Von der Malgola (Predazzo); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 188 (1872).
 43. Aus Gabbro von Radmansö (Schweden); anal. P.W. Öberg, Inaug.-Diss. (Upsala 1872). Siehe auch die Analyse von demselben Fundort.
 44. Vom Kontschekowskoi Kamen bei Bogoslows (Ural); anal. Scott, Phil. Mag. **15**, 518 (1858).

	45.	46.	47.	48.	49.
δ	2,688	—	—	—	—
Na ₂ O	1,13	1,06	1,09	1,10	1,14
K ₂ O	0,62	0,22	0,29	0,47	0,50
MgO	0,97	—	1,30	0,59	1,12
CaO	17,16	18,32	17,05	17,50	16,98
Al ₂ O ₃	30,59	32,10	32,52	31,96	31,26
Mn ₂ O ₃	—	0,78	—	—	—
Fe ₂ O ₃	1,37	2,03	2,01	2,08	2,93
SiO ₂	48,36	45,14	47,63	45,60	46,19
H ₂ O	—	0,31	—	—	—
	100,20	99,96	101,89	99,30	100,12

45. Thiorsait aus der Heklalava von Thiorsa; anal. F. A. Genth, Ann. Chem. u. Pharm. **66**, 18 (1848); Ann. d. mines **15**, 92 (1849).
 46. Aus Heklalava von Näferholt (Island); anal. S. v. Waltershausen, Vulk. Gest. 1853, 22.
 47. Aus Tuff vom Selfjall, bei Lamba (Island); P. Forchhammer, Journ. prakt. Chem. **30**, 385 (1843).
 48. Aus Diorit von Beefisland bei der Insel Tortola (Westindien); anal. P.T. Cleve, Akad. Handlingar, Stockholm, 1870, 139.
 49. Aus dem Meteoriten von Stannern; anal. C. F. Rammelsberg, Abh. Berliner Ak. 1870, 128.

Anorthite mit 1,5—2% Natron.

	50.	51.	52.	53.	54.	55.
δ	—	—	—	—	—	2,44
Li ₂ O	—	} 1,60	—	—	—	—
Na ₂ O	1,63		1,50	1,69	1,84	1,98
K ₂ O	0,13	0,63	—	—	0,59	0,66
MgO	0,78	0,30	—	5,87	0,56	0,03
CaO	17,54	15,82	14,94	10,87	15,40	18,11
FeO	0,95	—	2,27	—	—	—
Al ₂ O ₃	34,37	34,70	35,12	33,11	33,70	33,99
Fe ₂ O ₃	0,45	0,74	1,50	4,00	—	0,47
SiO ₂	45,93	42,49	42,80	42,50	47,50	45,74
H ₂ O	—	4,80 ¹⁾	1,56	1,50	0,94	—
	101,78	101,08	99,69	99,54	100,53	100,98

¹⁾ Ist Glühverlust, Wasser und Fluor.

50. Aus Dioritschiefer von Senftenberg; anal. N. v. Lorenz bei F. Becke, Tsch. min. Mit. **4**, 248 (1882).
 51. Tankit von Arendal (Norw.); anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Nouv. Rech. Institut 1867, 705; Minér. 1874, XXVII; Ann. chim. phys. **9**, 67 (1876).
 52. Lepolith von Lojo; anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **46**, 383 (1849).
 53. Lepolith von Orijärvi (Finnl.); anal. wie oben.
 54. Esmarkit von Brække bei Bamle (Norw.); anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. **19**, 176 (1870); **9**, 63 (1876). Vgl. Analyse Nr. 77.
 55. Von Skurruvusef (Kirchspiel Grogn) Norwegen; anal. Th. Hjortdahl; Nyt. Mag. for Naturvid. Christiania **23**, Heft 4; Z. Kryst. **2**, 305 (1878).

	56.	57.	58.	59.	60.
δ	2,76	—	2,62	—	—
Na ₂ O	1,86	1,63	1,70	1,78	1,85
K ₂ O	0,48	1,48	1,26	Spur	—
MgO	1,29	1,00	2,92	0,27	1,12
CaO	16,71	14,18	18,38	17,25	17,21
MnO	—	—	0,69	—	—
FeO	—	—	5,92	—	—
Al ₂ O ₃	30,00	31,44	21,86	31,62	33,28
Fe ₂ O ₃	1,97	1,95	—	0,90	—
SiO ₂	45,05	44,22	46,42	43,59	45,97
H ₂ O	3,13	3,69	1,08	4,51	—
	100,49	99,59	100,23	99,92	100,12 ¹⁾

56. Aus Forellenstein von Neurode (Schlesien); anal. A. Streng, N. JB. Min. etc. 1864, 258.
 57. Aus Diallaggestein von Lendalfoot (Ayrshire, Schottl.); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst **2**, 659 (1878).
 58. Mit Latrobit und Kokkolith am Kontakt zwischen Kalkstein und Gneis von Glengairn; anal. F. Heddle, wie oben.
 59. Aus Gabbro-Diorit von Mine-Oka, Owe (Japan); anal. B. Koto, Journ. Univ. Tokio **2**, 77 (1888); Z. Kryst. **17**, 421 (1890).
 60. Thiorsait von Thiorsa (Island); anal. A. Damour, Bull. Soc. géol. **7**, 83 (1849).

Indianit.

	61.	62.	63.
δ	—	2,668	—
Na ₂ O	3,35	2,60	—
K ₂ O	—	—	4,08
CaO	15,00	15,60	15,78
Al ₂ O ₃	34,00	34,50	38,89
Fe ₂ O ₃	3,20	1,00	—
SiO ₂	42,00	43,00	42,09
H ₂ O	1,00	1,00	—
	98,55	97,70	100,84

61. Grau, auch rötlich, mit Korund von Carnatic (Indien); anal. Laugier, Mém. du Muséum d'hist. natur. **7**, 341.
 62. Von ebenda, weiß; anal. wie oben.
 63. Von ebenda; anal. G. J. Brush, Am. Journ. **8**, 391 (1849).

¹⁾ Außerdem 0,69% beigemengter Augit.

Anorthite mit über 2% Natron.

	64.	65.	66.	67.	68.
δ	—	—	2,682		—
Na ₂ O	2,10	2,95	2,32	2,55	2,46
K ₂ O	0,78	1,37	1,72	1,06	0,58
MgO	0,09	0,68	0,66	0,37	—
CaO	16,53	15,14	20,83	16,98	17,69
Al ₂ O ₃	30,44	29,74	29,83	36,43	34,57
Fe ₂ O ₃	1,56	0,94	2,20	0,76	0,73
SiO ₂	47,05	48,54	41,45	42,58	43,97
H ₂ O	1,87	1,02	1,91	—	—
	100,42	100,38	100,92	100,73	100,00

64. Aus Forellenstein von Neurode (Schlesien); anal. Hahn bei A. Streng, N. JB. Min. etc. 1864, 258.
 65. Von ebenda; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **95**, 533 (1855).
 66. Cycloplit von der Cyclopieninsel Trezza; anal. Sart. v. Waltershausen, Vulk. Gest. 1853, 292.
 67. Vom Valle d'Orezza (nach Abzug von Quarz), Corsica; anal. E. Ruprecht, Inaug.-Diss. (Erlangen 1889); Z. Kryst. **20**, 311 (1892).
 68. Von ebenda; anal. wie oben (nach Abzug der beigemengten Hornblende).

	69.	70.	71.	72.
δ	3,009	—	2,6995–2,744	2,679
Na ₂ O	3,07	6,78	3,65	4,47
K ₂ O	1,50	—	0,83	0,63
MgO	0,09	1,48	0,36	0,52
CaO	16,34	6,81	17,30	10,47
MnO	—	1,55	—	Spur
FeO	—	3,69	0,84	0,41
Al ₂ O ₃	30,78	30,70	30,87	28,42
Fe ₂ O ₃	—	—	—	0,77
SiO ₂	46,92	44,82	44,05	54,19
H ₂ O	1,54	3,38	1,95	0,59
	100,24	99,21	99,85	100,47

	73.	74.	75.	76.	77.
δ	—	—	2,83	—	—
Na ₂ O	2,14	2,55	2,53	2,59	2,59
K ₂ O	3,15	1,05	3,00	0,91	0,63
MgO	—	—	8,85	0,11	1,15
CaO	12,26	12,02	—	16,85	13,32
FeO	1,50	0,33	2,00	—	—
Al ₂ O ₃	29,58	34,66	27,55	34,53	32,65
Fe ₂ O ₃	1,34	0,73	6,98	0,71	0,87
SiO ₂	47,38	48,62	42,22	45,31	48,78
H ₂ O	2,33	0,50	7,00	—	1,30
	99,68	100,46	100,13 ¹⁾	101,01	101,29

¹⁾ Diese Analyse ist sehr zweifelhaft, da CaO nicht bestimmt ist, der MgO-Gehalt sehr hoch ist.

69. Aus Diorit von der Trista-Bay, Insel Fetlar (Shetland); anal. F. Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh **28**, 197 (1877); Z. Kryst. **2**, 659 (1878).
 70. Sundvikit von Nordsundvik bei Kimito (Finnl.); anal. N. v. Nordenskjöld bei A. v. Nordenskjöld, Miner. Finnlands 1855, 111.
 71. Forellenstein von Buck Creek, Clay Co.; anal. Ch. Baskerville bei J.H. Pratt, Am. Journ. **5**, 126 (1898); Z. Kryst. **32**, 590 (1900). Von der Wassermenge sind 0,35% hygroskopisches Wasser unter 100° entwichen.
 72. Huronit von Canada, aus Ganggestein; anal. A. E. Barlow, Ottawa Naturalist **9**, 25 (1895); Z. Kryst. **31**, 294 (1899).
 73. u. 74. Aus Anorthit-Diorit (Kugeldiorit) von S. Lucia di Tallano (Corsica); anal. A. Delesse, Ann. chim. phys. **2**, 435 (1848).
 75. Lindsayit von der Lindsaygrube bei Orijärvi (Finnl.); anal. R. Hermann, wie Analyse Nr. 52.
 76. Von Kontschekowskoi bei Bogoslows (Ural); anal. Scott, wie Analyse Nr. 44.
 77. Esmarkit von Arendal; anal. F. Pisani, siehe Analyse Nr. 54.

Formel.

Genau entspricht Anorthit selten der Formel $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, da das Verhältnis 1:1:2 bei wenig Analysen zutrifft. Es ist dies eine Folge der Verwitterung einerseits, des Gehalts an Alkalien, Magnesia und Eisenoxyd andererseits. Da die Abweichungen jedoch keine großen sind, kann man die Formel $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ annehmen.

C. F. Rammelsberg¹⁾ hat einige Analysen berechnet:

Fundort	Analytiker	Ca:Al:Si	^I R:Ca
Miyake-Jima	Y. Kitamura	1,0:2:2,0	1:45,6
Vesuv	H. Abich	1,0:2:2,1	1:14
St. Eustache	Ch. Deville	1,0:2:2,2	1:13
Ätna	F. Fouqué	1,0:2:2,0	1:11
Juvinas	C. F. Rammelsberg	1,0:2:2,1	1:8
Stockholm	P. E. W. Öberg	1,2:2:2,1	1:8

Gehalt an Magnesia, Kali, Eisenoxyden und anderen Bestandteilen. Es wurde schon früher bemerkt, daß der Gehalt an einigen dieser Bestandteile wahrscheinlich bei vielen Vorkommen den im Anorthit nicht seltenen Beimengungen zu verdanken ist. Dagegen kann dies nicht allgemein und nicht für alle fremden Bestandteile der Fall sein.

Was den Kaligehalt anbelangt, der fast in allen, namentlich neueren genaueren Analysen vorkommt, so haben wir es hier mit einer wahrscheinlich isomorphen oder isodimorphen Beimischung zu tun. Es ist, wie wir bei der Synthese sehen werden, gelungen, Anorthite mit einem gewissen Kaligehalt darzustellen (vgl. unten).

Was den Eisenoxyd Gehalt anbelangt, so ist die Existenz eines Eisenoxyd-Anorthits durchaus möglich. Eine solche Verbindung nimmt Silvia Hillebrand im Babingtonit an. Versuche, einen solchen darzustellen, wurden von mir ausgeführt und ergaben kein Resultat (vgl. unten). Man ist aber vielleicht berechtigt, den Eisenoxyd Gehalt als durch Beimengung eines isomorphen Eisenoxyd-Anorthits verursacht, anzunehmen.

Was den Magnesiumgehalt anbelangt, so liegt die Frage etwas weniger einfach. Mit Sicherheit ist ein Magnesium-Anorthit nicht dargestellt worden und kann man annehmen, daß ein solcher sich jedenfalls durch Instabilität

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 346 (1895).

auszeichnet. Es wäre aber immerhin denkbar, daß kleine Beimengungen eines solchen im Anorthit möglich sind oder aber, daß Magnesia in fester Lösung von dem Anorthitsilicat aufgenommen werden kann. Der Gehalt an diesem Bestandteil ist in vielen Anorthiten auffallend groß.

Wir kennen einige, welche ganz außergewöhnliche Mengen davon enthalten. Es wurde auch eine Analyse gebracht (Nr. 75, S. 987), bei welcher der ganze Kalk vielleicht durch Magnesia ersetzt ist. Es handelt sich um den Lindsayit von Orijärvi, welcher einen ungewöhnlichen Magnesiagehalt, daneben auch viel Eisenoxyd zeigt. Es ist aber, bei dem jedenfalls zersetzten Mineral nicht ausgeschlossen, daß diese Bestandteile dem größeren Teil nach möglicherweise dem Anorthit fremd sind. Eine Entscheidung ist gerade in diesem Falle nicht möglich.

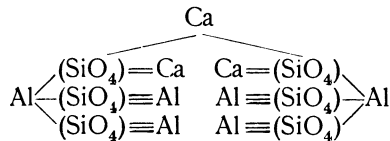
Ich möchte auf einen Versuch von M. Schmidt¹⁾ hinweisen, welcher auf einen Magnesium-Anorthit hinweist. Die Frage bleibt noch eine offene.

Was den seltenen Manganengehalt anbelangt, so kann er vielleicht auch fremden Bestandteilen zugeschrieben werden.

Auffällig ist, daß Barium in Anorthiten fehlt, obgleich die Existenz eines Barium-Anorthits, des Celsians, es wahrscheinlich macht, daß bariumhaltige Anorthite durchaus möglich sind. Ein größerer Gehalt an diesem Element könnte jedoch den Analytikern nicht entgangen sein.

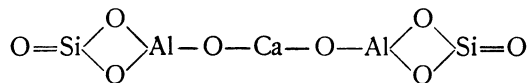
Konstitution.

F. W. Clarke²⁾ schreibt die Formel des Anorthits, wie folgt:

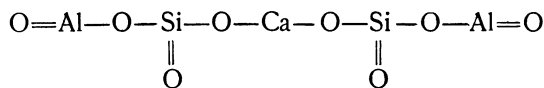


Nach G. Tschermak³⁾ ist der Anorthit wahrscheinlich ein Metasilicat, da die Isolierung der Kieselsäure, welche durch Zersetzung mit Salzsäure erfolgte, auf eine Metakieselsäure schließen läßt. Die Konstitutionsformel ist:

Entweder



oder wahrscheinlicher:



Was die isolierte Säure anbelangt, so ist ihre Dichte 1,813, Glühverlust 23,12⁰/₀ und 23,72, während sich aus der Formel H₂SiO₃ die Menge von 22,98⁰/₀ berechnet.

J. E. Reynolds⁴⁾ stellte ein Calciumsilicalcyanid von der Formel CaSi₂Al₂ dar, welches er in einem heißen Strom von Sauerstoff und Wasserdampf

¹⁾ M. Schmidt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 27, 604 (1909).

²⁾ F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. US. N. 125, 1 (1895); vgl. bei P. Groth, Tabl. systém. Genève 1904, 155.

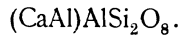
³⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 112, I, 1 (1903); siehe auch Bd. II, Abt. 1.

⁴⁾ J. E. Reynolds, Proc. Roy. Soc. Ser. A, 88, 37 (1913); N. JB. Min. etc. 1915, II, 305.

oxydierte. Auf diese Art erhielt er ein Produkt, welches alle Eigenschaften des Anorthits besitzt. Es bildet ein radialfaseriges Aggregat von polysynthetischen verzwillingten Nadeln, deren Brechungsquotient 1,582 und dessen Dichte 2,75—2,76 ist. Die Konstitution des Anorthits wäre somit:



H. S. Washington¹⁾ nennt den Anorthit Calciumanorthit und leitet denselben ab von der Säure $\text{H}_5\text{AlSi}_2\text{O}_8$, daher die Formel:



Physikalische Eigenschaften.

Spaltbar vollkommen nach (001), weniger nach (100). Muscheliger Bruch. Spröde. Härte 6 oder etwas weniger darüber. Dichte schwankend, je nach Reinheit, dem Zersetzungsgrade oder je nach dem Gehalte an Eisen, Kalium und Natrium: 2,736—2,758 (siehe auch die einzelnen Analysen). Das spezifische Gewicht des künstlichen Anorthits ist 2,7, doch ist zu bemerken, daß künstliche Kristalle zumeist keine ganz zuverlässige Bestimmung gestatten, da sie Gasporen enthalten.

Glasglanz, auf der vollkommenen Spaltfläche Perlmutterglanz. Farbe weiß, oft grau gelblichweiß und nicht selten rötlichweiß, manchmal sogar stärker rötlich. Einzelne Kristalle sind aber auch farblos.

Optische Eigenschaften. Diese sind wegen der Wichtigkeit der Bestimmung der Feldspate in Gesteinen gut erforscht (siehe über die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften der Feldspate von der chemischen Zusammensetzung bei F. Becke, Bd. II, Abt. 1, S. 5).

Die Ebene der optischen Achsen ist senkrecht oder fast senkrecht auf der Kristallfläche (021). Winkel der optischen Achsen:

Anorthit vom Vesuv $2H_0 = 114^\circ 10'$ (rotes Licht, $114^\circ 47'$ grünes Licht),²⁾

Mte. Somma (nach F. Fouqué)³⁾ $2V = 77^\circ 18'$,

Ätna " " " $2V = 77^\circ 35'$,

Brechungsquotienten⁴⁾:

Fundort	Dichte	N_α	N_β	N_γ	$2V$	Beobachter
Vesuv	2,74—2,75	1,5757	1,5837	1,5884	$102^\circ 42'$	F. Fouqué,
"		1,5756	1,5835	1,5885	$103^\circ 29'$	C. Klein,
"		1,5752	1,5833	1,5884	$103^\circ 4'$	C. Viola,
St. Clément, Puy de Dôme	2,736—2,749	1,574	1,581	1,586		A. Michel-Lévy, u. A. Lacroix.

Die Auslöschungsschiefen siehe bei E. A. Wülfing.⁴⁾

¹⁾ H. S. Washington, Am. Journ. [4] **33**, 137 (1912) u. **34**, 555 (1912).

²⁾ M. Schuster, Tsch. min. Mit. **3**, 215 (1881).

³⁾ F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 422 (1894).

⁴⁾ E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. Bd. I, Abt. 1, Stuttgart 1905, 338.

Hier einige Angaben nach F. Fouqué¹⁾:

Vesuv	− 37°	− 40°	2V = 77° 55′
„	− 36°	− 40°	2V = 77° 18′.

Die Auslöschungsschiefen beziehen sich auf die Flächen *P* und *M*.
Die Brechungsquotienten vom künstlichen Anorthit siehe bei G. A. Rankin unter Synthese unten.

Spezifische Wärme und Schmelzwärme. P. E. W. Öberg²⁾ fand die spezifische Wärme für Anorthit von Radmansö 0,1937. J. H. L. Vogt³⁾ berechnet die totale Schmelzwärme von −273° an in g-Kal. mit 503. Die latente Schmelzwärme ist 100 g-Kal.

Einfluß der Wärme auf die Kristallwinkel. Dieser wurde von J. Beckenkamp⁴⁾ untersucht und er berechnete daraus die Winkel der entsprechenden Hauptausdehnungsrichtungen. Ebenso berechnete B. Hecht⁵⁾ die Winkel zwischen den thermischen Achsen und den Kristallachsen. Vgl. auch L. Fletcher.⁶⁾

Über thermische Ausdehnung siehe auch E. v. Fedorow.⁷⁾

A. de Gramont⁸⁾ untersuchte das Spektrum von Anorthit vom Vesuv und von Neu-Caledonien; er fand die Linien von Si, Al, Ca, Na und Mg.

K. Keilhack⁹⁾ untersuchte die Lumineszenz mit Röntgenstrahlen.

W. Vernadsky¹⁰⁾ untersuchte Anorthit auf Tribo-Lumineszenz und fand diese nur schwach.

E. Engelhardt¹¹⁾ beobachtete hellblaues Lumineszenzlicht im ultravioletten Licht.

E. Kittl¹²⁾ fand das Kristallisationsvermögen und die Kristallisationsgeschwindigkeit sehr groß; und es ist daher bei rascher Abkühlung schwer möglich, glasigen Anorthit zu erhalten.

Schmelzbarkeit. Vor dem Lötrohre unschwer zu farblosem Glase schmelzbar.

Schmelzpunkt. Je nach der Erhitzungsgeschwindigkeit erhält man verschiedene Punkte. Nach der thermischen Methode, bei welcher große Erhitzungsgeschwindigkeit vorhanden ist, erhält man höhere Punkte.

Die von A. L. Day und seinen Mitarbeitern gegebenen Schmelzpunkte beziehen sich nicht auf natürlichen Anorthit, sondern auf künstlichen, welcher weder Eisen noch Natron oder Kali enthält. Diese Bestandteile, sowie die anderen mitunter enthaltenen drücken den Schmelzpunkt herunter, was auch für die be-

¹⁾ F. Fouqué, Bull. Soc. min. **17**, 306 (1894).

²⁾ P. E. W. Öberg, Öfv. Svensk. Vet. Ak. Förh. 1885, Nr. 8, 43.

³⁾ J. H. L. Vogt, Die Silicatschmelzlösungen, II (Christiania 1904).

⁴⁾ J. Beckenkamp, Z. Kryst. **5**, 441 (1882).

⁵⁾ B. Hecht, ebenda, **11**, 457.

⁶⁾ L. Fletcher, ebenda, **8**, 492 (1884).

⁷⁾ E. v. Fedorow, ebenda **28**, 490 (1897).

⁸⁾ A. de Gramont, Bull. Soc. min. **21**, 95 (1898); C. R. **126**, 1513 (1898).

⁹⁾ K. Keilhack, Z. Dtsch. geol. Ges. **49**, 131 (1898).

¹⁰⁾ W. Vernadsky, Bull. Ac. St. Petersburg. **24**, 1037 (1910); N. JB. Min. etc. 1912 I, 382.

¹¹⁾ E. Engelhardt, Inaug.-Diss. (Jena 1912).

¹²⁾ E. Kittl, Z. anorg. Chem. **77**, 335 (1912).

ginnende Zersetzung gilt. Der Unterschied kann ganz bedeutend sein. Es muß dies hervorgehoben werden, weil in manchen Lehrbüchern und Zusammenstellungen der Schmelzpunkt der künstlichen Anorthitsilicate irrtümlich mit dem des viel niedriger liegenden natürlichen Anorthits identifiziert wird, was unstatthaft ist.

Der sehr langsam erhitzte künstliche Anorthit zeigt aber ebenfalls einen viel niedrigeren Schmelzpunkt, wobei zu beobachten ist, daß der Beginn des Schmelzens weit unter dem Verflüssigungspunkte liegt.

Daß der natürliche Anorthit nicht erst bei 1551° schmilzt, wie ihn amerikanische Forscher, allerdings nur für künstlichen angeben, geht daraus hervor, daß der erstere in der Lötrohrflamme, welche keine so hohe Temperatur aufweist, nicht schwer zu schmelzen ist.

J. A. Douglas¹⁾ bestimmte die Dichte des vesuvischen Anorthits nach dem Schmelzen und verglich sie mit der Dichte des natürlichen Minerals. Die erhaltenen Zahlen sind für natürlichen Anorthit 2,750 und für das Glas 2,665. Die Volumzunahme beträgt 3,18%.

Umwandlung des Anorthits.

Viele Anorthite nehmen bei der Verwitterung Wasser auf. Manche Varietäten zeigen höheren Magnesiagehalt, andere höheren Kaligehalt. Ferner kann Eisenoxyd zugeführt werden. Dagegen scheint nur selten, wie im Lindsayit das Verhältnis der Tonerde zur Kieselsäure verändert.²⁾

Der Tankit enthält bis 4,80% Wasser (und Fluor). Die Lepolithe zeichnen sich durch höheren Magnesiagehalt aus, und auch der Eisengehalt ist oft beträchtlich.

Der Polyargit soll nach A. Des Cloizeaux³⁾ ein umgewandelter Anorthit sein.

Analysen von Polyargit.

	1.	2.
δ	2,768	—
Na ₂ O	0,67	—
K ₂ O	6,93	6,73
MgO	0,26	1,43
CaO	5,88	5,55
Mn ₂ O ₃	0,30	Spur
Al ₂ O ₃	35,64	35,11
Fe ₂ O ₃	0,14	0,96
SiO ₂	45,12	44,13
H ₂ O	4,92	5,29
	99,86	99,20

1. Roter Polyargit von der Kärrgruva, Tunaberg; anal. A. Erdmann, C. F. Rammelsberg, Handb. chem. Miner. Suppl. 5, 193 (1853).

2. Dasselbe Vorkommen; anal. A. N. Svanberg, Berzelius Jahresb. 1840, 173.

¹⁾ J. A. Douglas, Quart. Journ. Geol. Soc. **63**, 145 (1907).

²⁾ Siehe J. Roth, Allg. u. chem. Geologie. Berlin 1879, 317.

³⁾ A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. [5], **9**, 497 (1876).

Analysen von Amphodelit.

	1.	2.
δ	—	2,763
MgO	4,08	5,05
CaO	15,02	10,15
MnO	Spur	—
FeO	—	1,70
Al ₂ O ₃	35,91	35,45
Fe ₂ O ₃	0,07	—
SiO ₂	44,55	45,80
H ₂ O	0,60	1,85
	100,23	100,00

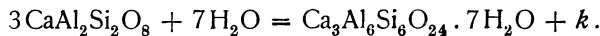
1. Roter bis rotvioletter Amphodelit von Tunaberg; anal. A. N. Svanberg, wie Analyse Nr. 2.

2. Amphodelit von Lojo (Finnland); anal. Nordenskjöld in Berzelius Jahresb. 1831, 174.

Auch der Sundvikit ist ein veränderter, wasserhaltiger Anorthit (siehe Analyse Nr. 70).

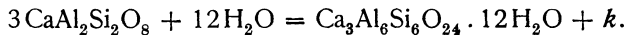
Ch. R. van Hise¹⁾ hat Formeln für Umwandlungsprozesse des Anorthits gegeben.

Thomsonitbildung geht nach folgender Reaktionsgleichung vor sich:



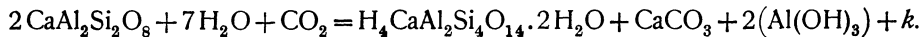
Die Volumvermehrung beträgt 34,65%.

Bei der Gismondinbildung gilt folgende Reaktion:



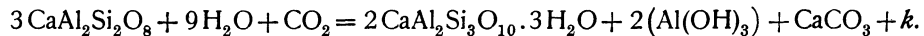
Die Volumvermehrung beträgt 52,76%.

Für die Laumontitbildung haben wir:



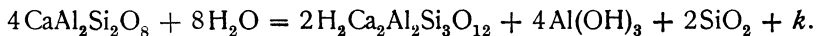
Die Volumvermehrung beträgt 33,65%.

Skolezitbildung würde sich durch folgende Gleichung erklären lassen:



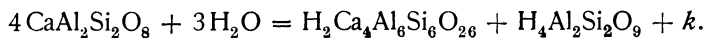
k ist 35,23%.

Prehnitbildung wird durch den folgenden Vorgang aufgeklärt:



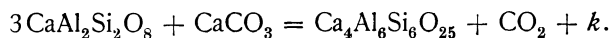
Die Volumvermehrung beträgt 14,85%.

Die Umwandlung in Zoisit erklärt sich wie folgt:



Die Volumverminderung ist 7,77%.

Umwandlung in Meionit erfolgt nach folgender Gleichung:



¹⁾ Ch. R. van Hise, Treat. on Metam. Washington 1904, 262.

Künstliche Umwandlung.

Behandlung mit Kaliumcarbonatlösung. J. Lemberg¹⁾ behandelte Anorthit vom Pesmeda mit einer Lösung von K_2CO_3 durch 10 Monate bei 100° (2). (Die Analyse desselben siehe unter 1).

	1.	2.
K_2O	0,41	12,80
Na_2O	0,47	—
CaO	14,82	6,00
Al_2O_3	29,30	25,96
SiO_2	35,44	30,42
H_2O	3,06	9,38
Rückst. in HCl unlösl. .	16,88	15,54
	<hr/>	<hr/>
	100,38	100,10

Es wird die Basis gegen Alkali ausgetauscht und es bildet sich eine wasserhaltige zeolithartige Verbindung.

Behandlung mit Natroncarbonat. Anorthit vom Vesuv (3) wurde mit einer solchen Lösung durch 180 Stunden bei $180-190^\circ$ behandelt (4).

	3.	4.
Na_2O	0,72	15,27
K_2O	0,40	—
CaO	18,44	—
Al_2O_3	34,97	24,07
SiO_2	43,89	29,79
H_2O	0,32	4,36
Na_2CO_3	—	3,64
$CaCO_3$	—	22,87
Unlöslicher Rückstand .	0,50	0,35
	<hr/>	<hr/>
	99,24	100,35

Es bildete sich in diesem Falle ein Gemenge von Calcitkristallen und einem meist amorphen, zum geringen Teil in winzigen Säulen kristallisierenden cancrinitartigen Silicat. Eine Trennung des beigemengten Calciumcarbonats war nicht möglich.

Behandlung mit Natriumsilicat. Anorthit von Pesmeda (5) wurde durch zehn Monate mit Natriumsilicatlösung ($Na_2O \cdot 2SiO_2$) behandelt (6).

	5.	6.
Na_2O	0,70	9,34
K_2O	0,75	—
CaO	13,39	1,85
Al_2O_3	27,77	19,53
SiO_2	31,96	47,93
H_2O	4,46	7,78
In Salzsäure unlöslicher Rest	21,00	12,78
	<hr/>	<hr/>
	100,03	99,21

Der Kalk ist durch Natron verdrängt worden, er wird als Doppelverbindung von Calcium- und Natriumsilicat abgeschieden. Diese Verbindung

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. 35, 605 (1883).

tritt meist in feinen Kristallnadeln auf. Der gebildete Calcit wurde durch Chlorammoniumlösung getrennt.

Behandlung mit Wasser. C. Doelter¹⁾ hat den Anorthit vom Vesuv bei 80° mit destilliertem Wasser digeriert und fand, daß deutliche Mengen von Kieselsäure und Kalk gelöst waren, dagegen nur eine Spur von Tonerde. Bei einer Menge von 0,91 g Anorthit betrug die Menge der gelösten Kieselsäure nur 0,03%. Die Versuchsdauer betrug 30 Tage.

Behandlung mit 10%iger Lösung von Natriumcarbonat. Angewandt wurden 0,38 g. Gelöst waren 0,011 SiO₂, 0,02 Tonerde und 0,046 CaO, was in Prozenten die Zahlen von 3,1%, 5,26% Tonerde und 12,1 Kalkerde ergibt. Summe der gelösten Bestandteile 20,5. Temperatur 180°. Versuchsdauer vier Wochen.

J. Šplichal (siehe unten) erhielt andere Resultate, seine Versuche dauerten aber nur 1/2—2 Stunden, welche Zeit viel zu kurz erscheint, um ein sicheres Resultat zu ergeben. Aus dem Vergleich läßt sich nur schließen, daß anfangs wenig Kalk gelöst wurde. Da jedoch bei den Versuchen von J. Šplichal die Temperatur nicht angegeben ist, welche ja jedenfalls von großem Einfluß sein muß, so läßt sich ein sicheres Resultat aus den Versuchen des Letztgenannten überhaupt nicht ziehen.

Dagegen stimmen die Versuche von C. Doelter mit jenen J. Lembergs, welcher nachwies, daß bei Behandlung mit Sodalösung der Kalk durch Natron verdrängt wird, überein.

Behandlung mit Kohlensäure. G. A. Binder²⁾ untersuchte im Anschluß an die Versuche C. Doelters den Anorthit vom Vesuv mit destilliertem Wasser bei 90°. Angewandt wurden 0,739 g Anorthit und zirka 40 ccm Wasser. Versuchsdauer vier Wochen. Die gelösten Mengen waren zu gering, um quantitativ untersucht zu werden. Bei der Untersuchung des unlöslichen Rückstandes zeigten sich Rhomboeder, die möglicherweise Chabasit waren.

Ein weiterer Versuch von C. Doelter³⁾ betraf Anorthit, welcher mit etwas frisch gefällter gelatinöser Kieselsäure in kohlensäurehaltigem Wasser in einer verschlossenen Röhre bei 200° durch 14 Tage digeriert wurde. Das erhaltene Pulver besteht teils aus unzersetztem Anorthit, teils aus Neubildungen. Dieselben haben ihren optisch bestimmbar Eigenschaften nach Ähnlichkeit mit Heulandit, während andere Kriställchen mit Chabasit Ähnlichkeit haben.

Versuche, den Anorthit zu zersetzen, wurden ferner von J. Šplichal⁴⁾ ausgeführt. Als Material diente der Anorthit von Miyake-jama (Japan), dessen Analysen S. 983 gebracht wurden.

Na ₂ O	10,00	13,00
MgO	1,12	1,04
CaO	0,97	1,12
Al ₂ O ₃	0,10	0,14
Fe ₂ O ₃	1,37	2,16
SiO ₂	0,14	0,15

¹⁾ C. Doelter Tsch. min. Mit. 11, 326 (1890).

²⁾ G. A. Binder, Tsch. min. Mit. 12, 341 (1891).

³⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 129.

⁴⁾ J. Šplichal, Abh. böhm. Ak. Prag 1913, XII. Ref. N. JB. Min. etc. 1914, I, 12.

Diese sind die prozentischen Zahlen der Auslaugung durch Kohlensäure (Dichte 1,2).

Dabei wird immer die Prozentzahl angegeben, wenn vorausgesetzt wird, daß die Zahl für jeden ausgelaugten Bestandteil 100 beträgt. Es ist zu bemerken, daß die dem Anorthitsilicat fremden Bestandteile MgO, Na₂O, Fe₂O₃ die größten prozentischen Zahlen aufweisen.

J. Šplichal schließt aus seinen Versuchen, daß Kalk und Alkalien am stärksten ausgelaugt wurden und daß die Reaktion auf Kaolinbildung verläuft. Ferner wurden Versuche mit Sodalösungen angestellt. (Konzentration und Temperatur sind im Referat nicht angegeben.)

Behandlung mit Sodalösung. Nach Versuchen von J. Šplichal ergibt sich folgendes (Temperatur ist nicht angegeben):

	In 5% iger Lösung in 1/2 Stunde	In 1% iger Lösung in 1/2 Stunde	In 10% iger Lösung in 2 Stunden
Al ₂ O ₃	—	0,26	0,71
CaO	Spur	—	—
SiO ₂	0,38	0,24	0,58

Löslichkeit in Säuren. In HCl ist Anorthit löslich. J. Šplichal fand:

	Chlorsäure	Perchlorsäure	Essigsäure
Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃	6,95	7,58	1,75
CaO	12,37	11,60	3,38
SiO ₂	8,18	8,02	2,00

Nach J. Šplichal würden durch diese Zahlen die Angaben E. Weinschenks, daß sich zur Isolierung des Anorthits die Chlorsäure besser eigne als die Essigsäure, widerlegt.

Bei der Zersetzung durch starke Säuren beobachtete J. Šplichal große Unterschiede in der Beschaffenheit der Kieselsäuregele, je nach der Natur und der Konzentration der Säure, diese ergeben pulverige Kieselsäure, während 45% Ameisensäure gallertartige liefert. Er betrachtet diese Erscheinung als Beweis gegen die G. Tschermaksche Theorie der Kieselsäuren.

Synthese.

Anorthit ist häufig dargestellt worden, da er sich namentlich aus Schmelzfluß leicht bildet. Aber auch aus Lösungen bei hohem Druck und erhöhter Temperatur ist dieses Mineral dargestellt worden.

Bildung aus Schmelzfluß. Die erste Synthese rührt von F. Fouqué und A. Michel-Lévy her, sie stellten eine Mischung aus den Bestandteilen dar nach der Formel des Anorthits und erhielten nach dem Schmelzen und langer Abkühlung der Schmelze bei einer Temperatur, welche ungefähr jener der Glasöfen entsprach, ein vollkommen kristallines Produkt, welches durch größere Kriställchen ausgezeichnet war. Die Länge der Kristalle betrug bis 2 mm bei einer Breite von 0,5 mm, auch bildeten sich viele langgestreckte Mikrolithen. Die großen Kristalle enthielten viel Gasporen, sowie Glaseinschlüsse. Die optischen Eigenschaften waren die des natürlichen Anorthits.

Seither ist auf ganz ähnliche Weise der Anorthit vielfach hergestellt worden, so von C. Doelter, E. Dittler, E. T. Allen und A. L. Day, A. Brun, A. S. Ginsberg, G. A. Rankin, O. Andersen u. a.

Bildung von Anorthit bei der Umschmelzung von Silicaten. Manche Kalksilicate geben bei der Umschmelzung Anorthit. So haben wir bereits früher gesehen, daß sich aus Kalkgranat und Vesuvian Anorthit bildet (vgl. S. 911 und S. 944). Ferner erhielt ich bei der Umschmelzung von Chabasitkristallen¹⁾ eine kristalline Schmelze von Anorthitkristallen. Auch Heulandit ergab neben Pyroxen Anorthit. Ähnlich war das Resultat bei Laumontit.

Anorthit erhielt ich auch beim Einschmelzen von Kalkspat in Basaltpulver, neben Gehlenit.

G. A. Rankin²⁾ stellte reinen künstlichen Anorthit durch Zusammenschmelzen seiner Bestandteile her; es waren lattenförmige und tafelartige Kristalle; Zwillinge waren häufig. Die Brechungsquotienten dieses Anorthits sind:

$$N_\alpha = 1,576; \quad N_\beta = 1,585; \quad N_\gamma = 1,589 \text{ (alles für Natriumlicht).}$$

Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha$ etwa 0,013. Auslöschungswinkel zirka 35° auf der Basis.

A. Brun³⁾ erhitzte ein Gemenge von $37\text{Na}_2\text{O}$, $120\text{Al}_2\text{O}_3$, 40SiO_2 zur Weißglut und erhielt eine kristalline Masse, welche aus Anorthit und Korund bestand.

K. Bauer⁴⁾ erhielt Anorthit, als er eine Dioritmischung mit einem Gemenge von Natriumfluorid, Kaliumfluorid und Calciumfluorid zusammenschmolz; daneben bildete sich auch Nephelin.

J. Morozewicz⁵⁾ erhielt bei seinen hier bereits mehrfach erwähnten Versuchen in einem Siemensofen aus künstlichen Gesteinsmischungen auch Anorthit mit kleinem Natrongehalt, wie er den natürlichen Kristallen entspricht. Die Analysen ergaben bei den durch Thouletsche Lösung getrennten Kristallen folgende Zahlen:

Na_2O}	. . . . .	1,65
CaO_2	. . . . .	17,15
Al_2O_3	. . . . .	35,20
SiO_2	. . . . .	46,00
		100,00

Es liegt ungefähr eine Mischung von $\text{An}_6 \cdot \text{Ab}_2$ vor.

G. Medanich⁶⁾ schmolz Granit von Reifnigg mit Dinatriumphosphat, Borsäure und Zinnchlorür und erhielt Anorthit, ferner beim Schmelzen einer Mischung entsprechend den Mittelwerten des Basalts vom Scheidskopf und der Vesuvlava von 1858. In dem erhaltenen Melilithbasalt waren auch Neubildungen von Anorthit.

K. Petrasch⁷⁾ erhielt Anorthit beim Zusammenschmelzen von Granit von Reifnigg mit Andesit von Piatra Mori im Verhältnis 1:2.

In den letzten Jahren wurde bei der Untersuchung von Schmelzkurven oft Anorthit aus seiner Mischung dargestellt; es sind dies also Wiederholungen des früher erwähnten Versuches von F. Fouqué u. A. Michel-Lévy (siehe S. 996).

¹⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1890, I, 118.

²⁾ G. A. Rankin, Z. anorg. Chem. **92**, 240 (1915); siehe auch H. E. Merwin bei N. L. Bowen, Am. Journ. **33**, 564 (1912).

³⁾ A. Brun, Arch. sc. phys. u. nat. **35**, 239 (1891); Z. Kryst. **23**, 299 (1894).

⁴⁾ K. Bauer, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **12**, 535 (1898/99).

⁵⁾ J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **18**, 156 (1899).

⁶⁾ G. Medanich, ebenda 1903, II, 20.

⁷⁾ K. Petrasch, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **17**, 498 (1903).

So erhielten A. L. Day u. E. T. Allen¹⁾ aus Quarz, Aluminiumsesquioxyd und Calciumcarbonat Kristalle, deren Analyse ergab:

Na ₂ O	0,11
CaO	20,06
Al ₂ O ₃	36,21
Fe ₂ O ₃	0,39
SiO ₂	43,33
	100,10

Weitere Versuche siehe auch bei A. S. Ginsberg,²⁾ G. A. Rankin, N. L. Bowen, E. Dittler, F. Tursky u. a. (vgl. Bd. I, S. 763).

Bildung aus überhitzten Lösungen. Ch. u. G. Friedel³⁾ haben den Anorthit durch Einwirkung von Kalkhydrat auf Glimmer erhalten. Angewandt wurden 6 g Kaliglimmer, 4 g Chlorcalcium und 0,6 g Kalkhydrat; bei einem zweiten Versuch wurden 3 g des letzteren und 10 g Chlorcalcium verwendet. Der Versuch wurde in der seinerzeit beschriebenen Röhre bei ungefähr 500° durchgeführt (siehe den Apparat Bd. I, S. 616).

Es bildeten sich Kristalle, welche gemessen werden konnten und welche in ihren Winkeln mit Anorthit übereinstimmten. Die Auslöschungsschiefe betrug zirka 37°. Dichte 2,77.

Die Analyse ergab:

CaO	21,47
Al ₂ O ₃	36,44
SiO ₂	42,67
	100,58

Das Produkt war in Säuren beim Kochen löslich und ergab Kieselsäure in pulveriger Form. Die Kristalle waren vor dem Lötrohre, wenn auch schwer, schmelzbar. Kalkhydrat allein hat nicht die erwünschte Wirkung.

J. E. Reynolds⁴⁾ hat, wie oben erwähnt (vgl. S. 689), aus der von ihm Silicalcyanid genannten Verbindung, durch Oxydation den Anorthit dargestellt. Er ließ Sauerstoff und Wasserdampf auf dasselbe einwirken. Die Analyse des Produkts ergab:

CaO	21,25
Al ₂ O ₃	37,30
SiO ₂	41,53
	100,08

Diese Zahlen stimmen mit jenen für natürlichen Anorthit überein. Die Dichte wurde mit 2,75—2,76 bestimmt. Der mittlere Brechungsquotient ist 1,582. Es sind verzwilligte Nadeln.

Nach M. Schläpfer⁵⁾ bildete sich Anorthit aus seinen Bestandteilen, unter Zusatz von Chlorcalcium auf hydrothermale Wege, beim Erhitzen in einer Bombe bei 470°, doch ist die Identifizierung zweifelhaft.

¹⁾ L. Day u. E. T. Allen, Z. f. phys. Chem. **54**, 17 (1906). Summe im Original unrichtig.

²⁾ A. S. Ginsberg, Z. anorg. Chem. **72**, 277 (1912).

³⁾ Ch. u. G. Friedel, Bull. Soc. min. **13**, 233 (1890).

⁴⁾ J. E. Reynolds, Proc. Roy. Soc. **88A**, 37 (1913).

⁵⁾ M. Schläpfer, Inaug.-Diss. (Zürich 1914). Ref. N. JB. Min. etc. 1915, II, 36.

Anorthit mit Barium, Strontium und Blei. F. Fouqué und A. Michel-Lévy¹⁾ haben Anorthite auf dem Wege des Schmelzflusses dargestellt, welche statt Calcium die erwähnten Metalle enthielten. Die Darstellung erfolgte, wie bei dem normalen Calcium-Anorthit. Siehe auch bei Bariumsilicaten im Verlaufe.

Einen Zink-Anorthit fanden H. Schulze u. A. Stelzner²⁾ in den Wandungen eines Zinkofens von Lipine, daneben hatten sich Gahnit und Willemit gebildet (siehe diese Mineralien Bd. II, Abt. 1).

Natron-Anorthit siehe bei Labrador (vgl. unten).

Eisen-Anorthit. Da bei der Auffassung des Babingtonits die Existenzfähigkeit eines Eisenanorthits eine Rolle spielt, so habe ich versucht, durch Zusammenschmelzen von einem Teil Kalkerde, einem Teil Eisenoxyd und zwei Teilen Kieselsäure diesen herzustellen. Es bildete sich eine ganz kristalline Masse und in den Hohlräumen der Schmelze größere Nadeln. Die Bildungstemperatur der kristallinen Schmelze war keine hohe. Eine Untersuchung der Masse ergab durchsichtige Kristalle mit Magnetit gemengt; die erwähnten Kristalle sind etwas gelblich, ihr Brechungsquotient ist etwas höher als der des Wollastonits, wahrscheinlich infolge der Eisenbeimengung.

Nach Untersuchung des Herrn Hofrats Fr. Becke sind jedoch die Nadeln optisch zweiachsig, mit positivem Charakter der Doppelbrechung, so daß Wollastonit vorliegt. Der Versuch hatte demnach ein negatives Resultat.

Gegenseitige Löslichkeit von Anorthit und Nephelinsilicat. Nach N. L. Bowen³⁾ kann Nephelin bis 35% Anorthit in fester Lösung enthalten, dagegen Anorthit nur 2% Nephelinsilicat. S. L. Washington und F. E. Wright nahmen an, daß für Natronsilicat die Grenze 5,5% ist, während nach N. L. Bowen die Grenze bei 2% liegt. Siehe auch bei A. S. Ginsberg S. 998.

Kalihaltige Anorthite. Die Aufnahmefähigkeit von Kalifeldspat im Anorthit wurde von E. Dittler untersucht.

E. Dittler⁴⁾ hat Schmelzen dargestellt, welche vom Anorthitsilicat und 10% K_2CO_3 , sowie aus Anorthitsilicat und 10% KF ausgingen; es bildeten sich Anorthit und ein ghlenitartiges Silicat.

Ferner wurden Mischungen hergestellt, welche aus 90,02% Anorthit und 9,98% Orthoklassilicat bestanden; es bildeten sich zonar struierte Kristalle mit sehr schmalen Zonen. Dasselbe Resultat ergab sich bei Mischungen, in welchen der Orthoklasgehalt bis 20% gesteigert wurde. Bei 70% Anorthitgehalt bildeten sich zweierlei Arten von Feldspaten. Der entstandene kalihaltige Anorthit hat dieselben Eigenschaften in optischer Hinsicht, wie die reinen Anorthite. Der reine Anorthit kann wahrscheinlich nur die Hälfte der zugesetzten Menge, also 10—15% betragen. Bei größerem Zusatz erstarrt das Kaliumsilicat entweder als Glas oder als Feldspat in einer Grundmasse. Bei sehr wenig Orthoklaszusatz nehmen die Kristalle Zonarstruktur an.

¹⁾ F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, l. c. 146.

²⁾ H. Schulze u. A. Stelzner, N. JB. Min. etc. 1881, 120.

³⁾ N. L. Bowen, Am. Journ. **33**, 554 (1912).

⁴⁾ E. Dittler, Tsch. min. Mit. **29**, 309 (1910).

Zufällige Bildungen.

Anorthit ist auch einigemal als zufälliges juveniles Produkt gefunden worden. So hat Ch. Vélain¹⁾ den Anorthit in einem Glas konstatiert, welches aus der Schmelzung eines Mühlsteins infolge von Brand eines Getreideschobers sich bildete.

A. Mallard,²⁾ welcher die entstandenen Produkte der Brände in den Kohlenfeldern von Commentry untersuchte, fand in diesen Kristalle, welche in ihren Winkeln und ihren optischen Eigenschaften mit Anorthit übereinstimmen. Zusammen damit hatte sich Rhabdit gebildet.

St. Meunier³⁾ beobachtete künstlichen Anorthit in den feuerfesten Steinen der Gasöfen von Vaugirard; es sind nadelförmige Kristalle, größtenteils Zwillinge.

Vorkommen und Genesis.

Der Anorthit kommt bekanntlich in basischen Eruptivgesteinen, namentlich in Laven vor und ich verweise auf die bei den einzelnen Analysen gegebenen Daten. Von Tiefengesteinen sind namentlich Diorite und Gabbros, zumal die olivinführenden zu nennen. Auch der Corsit enthält Anorthit.

Ferner ist Anorthit in manchen vulkanischen Auswürflingen konstatiert, so kennen wir die schönen Kristalle in den Kalksteinblöcken der Somma, welche namentlich K. Mierisch⁴⁾ sowie A. Lacroix⁵⁾ beschrieben haben.

Auch im Gebirge von Cimini und im Albaner Gebirge sind sie bekannt. Lose Auswürflinge von Vulkanen sind beispielsweise die von Miyake (Japan).

Andererseits ist Anorthit auch als Kontaktprodukt des Monzonits am Monzoni bekannt.

Diese verschiedenen Vorkommen zeigen Übereinstimmung mit den Synthesen, welche zeigen, daß sich Anorthit aus seinen Bestandteilen aus Schmelzfluß bilden kann.

Aber Ch. u. G. Friedel zeigten auch, daß sich Anorthit auf hydatogenem Wege bei einer Temperatur von 500° bilden kann. Ob bei den in Drusenräumen der Kalksteinauswürflinge oder bei den erwähnten Kontaktprodukten eine derartige Bildung vorliegt, läßt sich zwar nicht mit Bestimmtheit sagen, da sie sich sowohl auf ähnliche Weise oder aber auch aus Schmelzfluß mit Zuhilfenahme von Kristallisatoren bilden könnten, aber die Möglichkeit einer derartigen Entstehungsweise ist vorhanden.

Barsowit.

Rhombisch bipyramidal.

Nach G. Rose ist die Verbindung $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ dimorph, da außer dem triklinen Anorthit noch ein zweite Kristallart existiert. M. Bauer⁶⁾ fand den Barsowit rhombisch, auch unterscheidet er sich vom Anorthit durch leichtere

¹⁾ Ch. Vélain, Bull. Soc. min. **1**, 113 (1878).

²⁾ A. Mallard, ebenda **4**, 230 (1881); C. R. **92**, 333, 1885.

³⁾ St. Meunier, C. R. **100**, 1350 (1885).

⁴⁾ B. Mierisch, Tsch. min. Mit. **8**, 113 (1886).

⁵⁾ A. Lacroix, Enclaves des roches (Macon 1898).

⁶⁾ M. Bauer, N. JB. Min. etc. 1880, II, 63.

Zersetzbarkeit und geringere Dichte. P. Groth¹⁾ führt ihn als Beispiel von chemischer Isomerie an. Dagegen bezweifelt J. Morozewicz²⁾ auf Grund von Beobachtungen von A. Saizew die Existenz des Barsowits und meint, daß Anorthit vorliege.

Analysen.

	1.	2.	3.
MgO	1,55	1,42	1,65
CaO	15,46	15,30	15,10
Al ₂ O ₃	33,85	33,78	34,08
SiO ₂	49,01	49,05	48,07
	99,87	99,55	98,90

1.—3. Von den Barsowschen Goldseifen, im Barsowkatal (Ural); anal. Varrentrap bei G. Rose, Pogg. Ann. **48**, 567 (1839); auch G. Rose, Reise nach dem Ural 1842, II, 150.

	4.	5.	6.
Alkalien ³⁾	1,06	1,58	2,82
MgO	—	0,28	—
CaO	18,54	16,81	16,28
Al ₂ O ₃	34,27	30,81	30,19
SiO ₂	38,57	35,78	33,81
Korund	7,56	14,74	16,90
	100,00	100,00	100,00

4.—6. Von den Barsowschen Goldseifen; anal. Friderici, N. JB. Min. etc. 1880, II, 69.

Daraus berechnen sich die Zahlen für den reinen Barsowit.

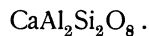
	7.	8.	9.	10.
Alkalien	1,16	1,30	3,39	—
Magnesia		0,33	—	1,55
CaO	20,05	19,82	19,59	15,39
Al ₂ O ₃	37,07	36,35	36,33	34,08
SiO ₂	41,72	42,20	40,69	48,98
	100,00	100,00	100,00	100,00

7., 8. u. 9. Die obigen Analysen nach Abzug des beigemengten Korunds auf 100 berechnet. 10. Mittel der Analyse Varrentraps.

Formel.

Die Analysen Varrentraps sind von jenen Fridericis abweichend, während diese letzteren untereinander gut übereinstimmen. Varrentrap erhielt größere Kieselsäure- und niedrigere Tonerdegehalte.

Nach M. Bauer ist die Zusammensetzung dieselbe, wie die des Anorthits, die kleinen Unterschiede erklären sich durch Zersetzung. Demnach ist die Formel:



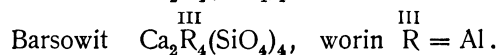
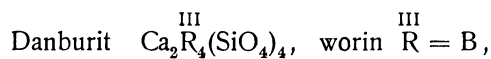
In der chemischen Kristallographie von P. Groth **2**, 281 (1908) wird der Barsowit nicht erwähnt.

¹⁾ P. Groth, Tabl. syst. Genève 1904, 126.

²⁾ J. Morozewicz, Tsch. min. Mit. **18**, 202 (1899).

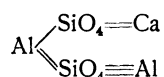
³⁾ Aus der Differenz bestimmt.

W. C. Brögger,¹⁾ welcher den Barsowit auch als selbständiges Mineral betrachtet, stellt den Barsowit neben Hellandit, Danburit, Andalusit und Topas. Die Formeln von Danburit und Barsowit schreibt er:



Die Formeln der übrigen Mineralien siehe dort.

F. L. Ransome und Ch. Palache²⁾ haben auch Beziehungen mit Lawsonit (siehe unten) gefunden. Lawsonit wird als Hydroxytopas betrachtet, welcher zwischen diesem und den Sprödglimmern steht. Nach Abspaltung des Wassers des Lawsonits entsteht Barsowit, dessen Formel von ihnen



geschrieben wird.

Eigenschaften. Von Anorthit unterscheidet sich Barsowit durch seine Zersetzbarkeit mit Salzsäure, er wird sehr leicht unter Abscheidung von Kiesellagerte zersetzt. Diese ist eine dicke, nicht fließende Gallerte, während bei Anorthit sich die Kieselsäure in pulveriger oder schleimiger Form absondert.

Die Spaltbarkeit ist bei Barsowit gekennzeichnet durch zwei aufeinander senkrechte Richtungen; die Lage der Hauptschwingungsrichtungen unterscheidet ihn ebenfalls vom Anorthit.

Vor dem Lötrohre schwer und nur an den Kanten schmelzbar.

Die Dichte unterscheidet den Barsowit nach M. Bauer vom Anorthit. Diese ist bei dem durch Korund verunreinigten Barsowit 2,796; zieht man die Korundmenge von 2,56⁰/₁₀, deren Dichte 3,987 ist, ab, so erhält man die Zahl 2,584. Das spezifische Gewicht vom Anorthit ist jedoch 2,72.

Der Barsowit ist durch Korund, Ceylanit, Epidot, Kalkspat, weißen Glimmer und Chlorit verunreinigt. Die von M. Bauer untersuchten Stücke enthielten nur Kalkspat und Korund.

Umwandlung.

J. Lemberg) hat Barsowit analysiert und diesen durch 7 Monate mit einer Lösung von Na₂O.SiO₂ bei 100⁰ behandelt.

	11.	12.
Na ₂ O	0,37	9,84
K ₂ O	0,37	—
CaO	16,93	4,02
Al ₂ O ₃	34,27	24,64
SiO ₂	45,32	53,72
H ₂ O	2,57	7,62
	99,83	99,84

11. Analyse nach Abzug des beigemengten Korunds; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **35**, 610 (1883).

12. Umwandlungsprodukt mit kieselsaurem Natron; anal. wie oben.

¹⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **42**, 435 (1907).

²⁾ F. L. Ransome u. Ch. Palache, Z. Kryst. **25**, 535 (1896).

Die Analyse weicht etwas von der Fridericis ab, namentlich ist der Wassergehalt nicht gering, Magnesia fehlt. J. Lemberg bemerkt, daß das Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ im Barsowit dasselbe ist wie im Eläolith.

Da beide Mineralien leicht in Kieselsäuresilicat übergehen, so konnten sie sich im allgemeinen nur in kieselsäurearmen und tonerreicheren Lösungen bilden und der Überschuß kristallisierte als Korund im Barsowit, als Diaspor im Eläolith heraus.

Bei der von J. Lemberg durchgeführten Umwandlung wurde namentlich Kalk gegen Natron umgetauscht und Kieselsäure und Wasser aufgenommen; er deutet das Umwandlungsprodukt als ein zeolithisches, bemerkt aber, daß unter dem Mikroskop noch unveränderte Reste des ursprünglichen Minerals zu erkennen waren.

Skapolithgruppe.

Von C. Doelter (Wien).

Unter Skapolith in weiterem Sinne versteht man eine Anzahl isomorpher Silicate, welche aus einem Calcium-Aluminiumsilicat mit einem analogen Natrium-Aluminiumsilicat bestehen, wobei das erstere stark vorwiegt. In reinem Zustande scheint das letztere Silicat überhaupt nicht vorzukommen, wie bereits früher bei Besprechung der Natrium-Aluminiumsilicate gezeigt wurde, denn der Marialith enthält stets auch das Calciumsilicat.

Diese Calciumaluminiumsilicate sind aber auch dadurch gekennzeichnet, daß in ihnen Chlor, dann Kohlensäure, sowie meist auch Schwefelsäure vorkommt. Sie bieten uns daher eine Analogie mit jenen Natrium-Aluminiumsilicaten, welche wir früher bei der Sodalithgruppe kennen lernten, also Sodalith, Hauyn, Cancrinit, Davyn, Mikrosommit (vgl. diesen Band S. 229). Allerdings muß betont werden, daß Schwefelsäure und Kohlensäure oft nur in sehr kleinen Mengen vorkommen, und daß dies teilweise auch für Chlor zutrifft.

Die Mineralien, welche hier zu behandeln sind, wurden Wernerit, Meionit, Mizzonit, Marialith, Skapolith benannt. Die verschiedenen Synonyma siehe unten.

Achsenverhältnisse.

Tetragonal-pyramidal-hemiedrisch.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Marialith} \\ \text{Mizzonit} \end{array} \right\} a:c = 1:0,4415.$$

$$\text{Meionit} \quad a:c = 1:0,4393.$$

Bezüglich der kristallographischen Konstanten hat A. Himmelbauer¹⁾ eine Zusammenstellung gegeben.

Aus seiner Zusammenstellung geht hervor, daß die Schwankungen der Winkel sehr beträchtliche sind. Der geringste Wert für die *c*-Achse liegt bei Dipyr nach A. Des Cloizeaux mit dem Achsenverhältnis 1:0,4351. Dagegen zeigt den größten Wert der Marialith von Pianura mit $a:c = 1:0,4460$. Derselbe Autor hat auch die topischen Parameter berechnet und in Zusammenhang mit dem Gehalt an Marialithsilicat gebracht.

Es ergeben sich nach A. Himmelbauer folgende Achsenverhältnisse:

$$\text{Meionit} \quad a:c = 1:0,4392.$$

$$\text{Marialith} \quad a:c = 1:0,4456.$$

¹⁾ A. Himmelbauer, l. c. 137.

Synonyma und Varietäten: Dipyrr, Riponit, Prehnitoid sind kalkarme Varietäten.

Kalkreiche, natronarme sind: Paranthin, Nuttallit, Glaukolith, Strogonowit, Paralogit. Ganz natronfrei sind: Ersbyit, Atheriastit, Algerit; Couzeranit und Wilsonit sind Zersetzungsprodukte.

Natronreicher als der Ersbyit sind Eckebergit, Porzellanit, Passautit.

Die eigentlichen Skapolithe sind meist natronarm, manche sogar frei von diesem Element.

Analysen.

Einteilung der Analysen der Skapolithminerale.

Was die Analysezusammenstellung anbelangt, so kann man die Skapolithe (wobei ich den Begriff Skapolith auf die ganze Gruppe ausdehne) verschieden einteilen; es läßt sich kein Einteilungsprinzip à priori als das einzige oder nur beste bezeichnen. Durch die neueren Arbeiten, namentlich der von L. M. Borgström, welche eine durchaus neue und originelle Auffassung vertritt, sind weitere Einteilungsprinzipien gegeben, welche große Beachtung verdienen.

Eine sehr gute Einteilung ist die von G. Tschermak,¹⁾ welche auch A. Himmelbauer angenommen hat. Sie ist auf der später näher zu entwickelnden Ansicht von G. Tschermak begründet, welcher zwei isomorphe Verbindungen in den Skapolithen annimmt, nämlich ein Calcium-Aluminiumsilicat, den Meionit, und ein chlorhaltiges Natrium-Aluminiumsilicat, den Marialith. Letzterer existiert nicht in reinem Zustande. Diese Einteilung hat den Vorzug, daß sowohl das Verhältnis $\text{CaO}:\text{Na}_2\text{O}$ berücksichtigt wird, als auch der Kieselsäuregehalt, welcher mit steigendem Marialithsilicat steigt.

Die einfachste Einteilung, wie sie auch hypothesefrei durchzuführen wäre, könnte man auf Grund des Verhältnisses von Kalkerde zu Alkalien vornehmen, oder nur zu Natron. Dabei fällt es auf, daß bei vielen Analysen ein merklicher Gehalt an Kali vorhanden ist, welcher bei den verschiedenen theoretischen Überlegungen nicht in Betracht gezogen wurde. Bei einer großen Anzahl älterer Analysen scheint die Bestimmung des Kalis überhaupt unterlassen worden zu sein.

Gerade diese Schwierigkeit bezüglich der Deutung des Kalis veranlaßt mich, die Einteilung nach dem Natrongehalte, bzw. nach dem Alkaligehalte zu unterlassen. Auch die nicht seltene Zersetzung dieser Mineralien kann von Einfluß auf das angegebene Verhältnis sein.

Die Nebenbestandteile Cl, CO₂ und SO₃ und ihre Bedeutung für die Klassifikation der Analysen.

Außer Chlor wurde aber in den Skapolithen auch Kohlendioxyd und Schwefelsäureanhydrid nachgewiesen. Die Kohlensäure, welche auch die älteren Analysen aufweisen, wurde zumeist als nicht zu der Skapolithverbindung gehörig betrachtet.

So hat besonders C. F. Rammelsberg²⁾ das Calciumcarbonat teils als durch beigemengten Kalkspat, teils als durch Zersetzung entstanden erklärt.

¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **87**, I, 1143 (1883).

²⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 244 ff. (1895).

Es ist allerdings, auf was in neuerer Zeit auch A. Himmelbauer¹⁾ hingewiesen hat, in einigen Skapolithen Kalkspat als Beimengung vorhanden. Den Schwefelsäuregehalt hat aber bereits ersterer Forscher als durch Beimengung von Na₂SO₄ vermutet.

F. Adams²⁾ hat 1879 in dem Skapolith von Ripon bei Quebec Schwefelsäureanhydrid nachgewiesen.

G. Tschermak machte darauf aufmerksam, daß Chlor und Schwefelsäure zu den normalen Bestandteilen des Skapoliths gehören, die Frage, ob frische Skapolithe bisweilen Kohlensäure als wesentlichen Bestandteil enthalten, läßt G. Tschermak noch offen. Er ist aber der Ansicht, daß „in der Tat Skapolithe vorkommen, in denen eine Molekülverbindung von Silicat und Carbonat enthalten ist“. Er verweist auch auf die Ähnlichkeit von Skapolith mit Cancrinit und Davyn und hat zuerst auf die Ähnlichkeit dieser Gruppe mit der Sodalithgruppe aufmerksam gemacht.

L. M. Borgström³⁾ führte eine neue Einteilung der Mineralien der Skapolithgruppe ein, indem er die von G. Tschermak betonte Analogie dieser Gruppe mit jener der Sodalithgruppe nachwies und die von ersterem Forscher aufgestellte Mischungstheorie erweiterte.

Man kann danach unterscheiden:

Oxydmeionit, Carbonatmeionit, Sulfatmeionit, dann Chloridmarialith, Sulfatmarialith, Carbonatmarialith.

R. Brauns⁴⁾ untersuchte den Skapolith von Laach und fand das bei obiger Einteilung noch fehlende Glied, den Oxydmarialith.

Bei der Einteilung der Analysen ergibt sich jedoch die Schwierigkeit, daß manche Skapolithe sowohl Chlor, als auch Kohlensäure enthalten.

Ich habe daher die Analysen nach folgenden Gesichtspunkten geordnet:

- I. Ältere Analysen ohne Chlor, Kohlensäure und Schwefelsäure.
- II. Neuere Analysen ohne Kohlensäure.
- III. Neuere Analysen mit erheblichen Mengen von Kohlensäure.
- IV. Analysen mit viel Schwefelsäure.

Ältere Analysen ohne Chlor, Kohlensäure und Schwefelsäure.

	<i>Dipy.</i>			
	1.	2.	3.	4.
δ	2,668	2,646	2,62	2,63
Na ₂ O	9,00	9,40	8,65	7,68
K ₂ O	1,86	0,70	0,78	0,90
MgO	2,77	—	0,49	—
CaO	7,43	9,00	6,85	9,44
MnO	—	—	0,39	—
Al ₂ O ₃	23,98	24,80	22,68	23,05
Fe ₂ O ₃	0,40	—	—	—
SiO ₂	52,74	55,50	56,69	56,22
H ₂ O	1,18	—	4,55	2,41
	99,36	99,40	101,08	99,70

¹⁾ A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak., math.-nat. Klasse 119, 115 (1910).

²⁾ F. Adams, Am. Journ. (3) 17, 315 (1879).

³⁾ L. M. Borgström, Z. Kryst. 54, 238 (1915).

⁴⁾ R. Brauns, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 39 (Bauer-Festschr.) 118 (1914).

1. Dipyr von Breno aus schwarzem Kalkstein (Adamellogruppe); anal. W. Salomon, Tsch. min. Mit. **15**, 159.

2. Von Libarens, südlich von Mauléon (Basses Pyrén.), aus Kalkstein; anal. A. Delesse, Ann. mines **4**, 609 (1843); auch C. R. **18**, 494 (1844).

3. Von ebenda; anal. F. Pisani bei A. Des Cloizeaux, Man. de Min., Paris 1862, 227.

4. Von Pouzac (Bagnère de Bigorre, Hautes Pyrén.), aus Kalkstein in Kontakt mit Ophit; anal. A. Damour, L'Institut 1862, 16.

Meionit.

	5.	6.	7.	8.	9.	10.
δ	2,769	—	—	2,734–2,737	—	2,623
Na ₂ O	2,73	12,65	0,45	1,25	2,51	9,83
K ₂ O	1,40	2,11	0,31	0,93	0,86	2,14
MgO	0,13	—	—	0,83	0,46	0,22
CaO	18,98	9,61	22,43	21,41	19,00	8,77
Al ₂ O ₃	29,83	23,54	31,71	30,89	30,40	23,80
Fe ₂ O ₃	—	—	—	0,41	—	—
SiO ₂	45,13	52,19	42,07	42,55	41,80	54,70
H ₂ O	0,41	—	0,31	0,19 ¹⁾	3,17 ¹⁾	0,13
	98,61	100,10	97,28	98,46	98,66 ²⁾	99,59

5. Vom Laacher See; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **119**, 262 (1863). Vgl. dagegen S. 1017 die neueren Analysen.

6. Von Le Selle, Monzoni; anal. Kiepenhäuser bei G. vom Rath, Ber. niederhein. Ges. Bonn 1874, 381.

7. Vom Vesuv, Meionit; anal. E. Th. Wolff, Inaug.-Diss., Berlin 1843. Ältere Analysen stammen von K. Gmelin und von F. Stromeyer.

8. Meionit von ebenda; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **90**, 87 (1853).

9. Dasselbe Vorkommen; anal. A. Damour, L'Institut 1862, 21. Vgl. die spätere Analyse von E. Neminar S. 1015.

10. Mizzonit von ebenda; anal. G. vom Rath, Z. Dtsch. geol. Ges. **15**, 246 (1863).

Wernerit.

	11.	12.	13.
δ	3,004	—	—
Na ₂ O	0,58	1,28	—
K ₂ O	0,32	6,06	—
MgO	0,31	2,77	2,80
CaO	20,21	7,75	22,64
MnO	—	0,54	—
FeO	2,95	1,51	—
Al ₂ O ₃	27,37	22,10	24,10
Fe ₂ O ₃	—	3,16	5,60
SiO ₂	45,90	48,92	38,00
H ₂ O	2,09	5,69	6,95
	99,73	99,78	100,09

11. Mit Zoisit im Kalkstein, nordöstlich von Milltown, bei Glen Urquhart (Roß-Shire); anal. F. Heddle, Min. Mag. **5**, 19 (1882); Z. Kryst. **7**, 198 (1887).

12. Mit Salit aus Marmor von Tisee (Schottl.); anal. wie oben. Stark kalihaltig.

13. Atheriastit mit schwarzem Granat und Keilhaut von Arendal; anal. Berlin bei P. C. Weibye, Pogg. Ann. **79**, 302 (1850).

¹⁾ Glühverlust.

²⁾ Dazu 0,46% unzersetzter Rückstand.

	14.	15.	16.	17.	18.
δ	—	—	—	2,760	
Na ₂ O	3,25	3,86	5,12	—	—
CaO	15,94	13,53	9,33	17,20	23,40
Al ₂ O ₃	31,05	27,60	32,27	33,50	32,60
Fe ₂ O ₃	—	0,55 ¹⁾	1,91	—	—
SiO ₂	48,77	52,11	51,34	47,60	45,60
H ₂ O	0,61	0,73	1,00	—	—
	99,62	98,38	100,97	98,30	101,60

- 14 u. 15. Beide von Ersby; anal. Hartwall u. Hedberg, Berzelius Jahresber. 4, 155.
 16. Von Petteby im Kirchspiel Pargas (Finnl.); anal. wie oben.
 17. Derb mit Plagioklas, aus Pegmatit, von Stansvik (Finnl.); anal. Lagus u. Olkonen bei F. J. Wiik, Z. Kryst. 7, 110 (1883).
 18. Dasselbe Vorkommen; anal. wie oben.

Ältere Analysen der Skapolithe von Arendal.

	19.	20.	21.	22.	23.
δ	—	—	3,697	2,751	2,852
Na ₂ O	7,09	?	6,88	6,45	4,31
K ₂ O	0,85	?	0,97	1,55	4,42
MgO	0,58	—	0,26	0,30	4,02
CaO	13,34	2,98	17,23	17,30	2,15
Al ₂ O ₃	25,81	25,72	26,12	25,31	16,20
Fe ₂ O ₃	0,75	1,04	1,39	2,02	7,90
SiO ₂	50,91	61,64	46,82	45,05	59,74
H ₂ O	0,41	1,86	0,33	1,24	1,83
	99,74	—	100,00	99,22	100,57

19. Weiße bis gelbliche dünne Kristalle; anal. E. Th. Wolff, wie Analyse Nr. 9.
 20. Große gelbgraue, matte Kristalle von ebenda; anal. wie oben, gelblichweiß.
 21. Vom Magnetitlager; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. 90, 96 (1853).
 22. Von ebenda, derb, gelblichgrün; anal. wie oben.
 23. Rote, umgewandelte Kristalle von ebenda; anal. wie oben, 300.

	24.	25.	26.
Na ₂ O	7,59	12,69	—
K ₂ O	0,87	—	—
MgO	0,85	—	—
CaO	12,71	0,56	18,37
Al ₂ O ₃	27,02	23,40	36,93
Fe ₂ O ₃	0,21	Spur	—
SiO ₂	49,88	54,60	—
H ₂ O	0,77	9,03	43,63
	99,90	100,28	98,93

24. Rötlichweiß von Malsjö, Wermland (Schweden); anal. E. Th. Wolff, siehe Analyse Nr. 7.

¹⁾ Fe₂O₃ + MgO.

25. Aus dem Ilmengebirge, mit Sodalith aus Miascit, weiß; anal. Th. Tschernytscheff, Russ. min. Ges. 17, 266 (1882). Entspricht einem reinen Marialith, der sehr zersetzt ist. Vgl. S. 407.

26. Von Ulriksaborg bei Helsingfors (Finnl.), farblos in Drusen des Hornblendegneises; anal. F. J. Wiik, Z. Kryst. 7, 110 (1883).

Ekebergit.

	27.	28.	29.
δ	2,746	2,735	2,80
Na ₂ O	5,25	6,14	6,05
K ₂ O	—	0,65	—
MgO	—	—	0,68
CaO	13,50	14,44	15,59
Al ₂ O ₃	28,75	26,40	25,41
Fe ₂ O ₃	0,75	0,54	1,40
SiO ₂	46,00	49,26	49,42
H ₂ O	2,25	0,69	1,45
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	96,50	98,12	100,00

27. Aus der Eisenerzgrube von Heselkulla bei Örebro (Schweden), graugrün; anal. Ekeberg, Afh. Fis. 2, 153 (1807).

28. Von ebenda, ölgrau; anal. E. Th. Wolff, Inaug.-Diss. (Berlin 1843). Vgl. auch Analyse Nr. 93 mit CO₂-Gehalt.

29. Von Pargas (Finnland) aus Kalkstein; anal. Hartwall, Berzel. Jahrb. 4, 155.

Glaukolith, Paralogit.

	30.	31.	32.
δ	—	2,666	—
Na ₂ O	3,10	4,57	10,86
K ₂ O	1,00	0,56	—
MgO	2,68	0,46	1,01
CaO	11,31	15,68	14,44
MnO	0,60	—	—
FeO	0,40	—	—
Al ₂ O ₃	28,12	26,72	26,89
Fe ₂ O ₃	—	1,49	—
SiO ₂	50,49	46,01	44,95
H ₂ O	1,79	0,47	1,85
CaCO ₃	—	1,68	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,49	97,64	100,00

30. Vom Flußufer des Sljüdjanka (Baikalsee), derb mit Kalkspat gemengt, Glaukolith; anal. Giwartowsky, Bull. soc. natur. Moscou 21, 548 und Journ. prakt. Chem. 47, 380 (1849). — Eine ältere Analyse stammt von C. Bergemann, Pogg. Ann. 9, 267 (1827).

31. Dasselbe Vorkommen; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. 90, 90 (1853).

32. Paralogit, als Begleiter des Lasursteines, vom Baikalsee. weiß, stellenweise blau, auch violett; anal. Thoreld bei N. Nordenskjöld, Schweiggers Journ. 31, 417 (1821).

	33.	34.	35.	36.
δ	2,34	2,746	2,50	2,733
Na ₂ O	—	4,71	10,07	4,91
K ₂ O	—	0,32	0,46	0,12
MgO	0,75	0,54	0,36	0,84
CaO	3,00	17,00	7,79	16,63
MnO	—	—	0,18	—
FeO	—	—	1,01	—
Al ₂ O ₃	25,75	26,34	22,45	25,38
Mn ₂ O ₃	1,50	—	—	—
Fe ₂ O ₃	1,50	0,32	—	1,48
SiO ₂	61,50	46,35	56,00	48,15
H ₂ O	5,00	1,60	1,04	0,85
	99,00	98,17 ¹⁾	99,36	98,36

33. Von Sjösa, Kirchspiel Swarta, violettblau, derb u. rotbraun; anal. J. Berzelius, Afh. Fis. 2, 202 (1807) (zweifelhafte Analyse).

34. Kalksteinbruch Becksäter, Kirchspiel Drothen (Ostgotland), violettblau; anal. Berg, Öfv. Akad. (Stockholm 1844) 9.

35. Kristallinisch, von Solberg, Prehnitoid; anal. C. W. Blomstrand, nach C. Hintze, Miner. II, 1569.

36. Von Hirvensale (Finnl.), bläuliche, aschgraue Kristalle; anal. E. Th. Wolff, Inaug.-Diss. (Berlin 1843). — Nach N. Nordenskjöld stammt dieses Material aber nicht von dort, sondern von Laurinkari; vgl. darüber C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1860, 717.

Ältere Analysen von Skapolith von Pargas.

	37.	38.	39.	40.	41.
δ	2,736	—	2,743	2,712	2,654
Na ₂ O	—	—	—	0,76	2,29
K ₂ O	—	—	—	0,68	1,31
MgO	—	—	0,54	—	—
CaO	18,96	18,44	33,58	17,84	17,22
Al ₂ O ₃	35,43	34,48	20,36	32,76	30,96
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	Spur
SiO ₂	43,83	43,00	41,25	45,10	45,46
H ₂ O	1,03	1,60	3,32	1,04	1,29
	99,25	97,52	99,05	98,18	98,53

37. Aus den Kalksteinbrüchen von Storgard (Pargas), Kristall; anal. N. Nordenskjöld, Schweiggers Journal 31, 417 (1821).

38. In ausgelaugten Höhlen der Brüche von Ersby, undurchsichtig und perlmutterglänzend; anal. wie oben.

39. Aus den Kalksteinbrüchen von Storgard, wasserhaltiger Skapolith, weiß bis gelblich matte Kristalle; anal. wie oben. — Ungewöhnlich hoher CaO-Gehalt!

40. Farblose bis grünliche dicke Kristalle; anal. E. Th. Wolff, Inaug.-Diss. (Berlin 1843).

41. Grünliche bis grünlichgelbe Kristalle, in Kalkspat, mit Augit und Apatit von Pargas; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. 90, 101 (1853).

¹⁾ 0,99 % Rückstand.

Ersbyit.

	42.
δ	2,723
Na ₂ O	2,75
K ₂ O	1,15
MgO	0,15
CaO	20,17
Al ₂ O ₃	30,37
SiO ₂	44,26
	<hr/>
	98,85

42. Von Pargas (Finnl.), farblos, mit Augit und Titanit; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 384 (1871).

Ältere Analysen amerikanischer Vorkommen.

	43.	44.	45.
δ	2,708	2,74	2,665
Na ₂ O	3,05	—	8,70
K ₂ O	1,40	3,48	1,73
MgO	1,20	—	0,78
CaO	17,59	17,40	9,86
Al ₂ O ₃	27,51	30,11	23,97
Fe ₂ O ₃	—	1,86	Spur
SiO ₂	47,47	45,79	52,25
H ₂ O	1,48	1,63	1,20
	<hr/>		
	99,70	100,27	98,49

43. Von Bucks Co. (Pennsylv.); anal. A. Leeds, Am. Journ. **6**, 26 (1873).

44. Weiß und bläulich, von Diana, Lewis Co. N. York, mit Titanit in Kalkspat; anal. Stadtmüller, Am. Journ. **8**, 394 (1849). — Vgl. auch eine ältere Analyse von R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **54**, 177 (1851).

45. Farblos bis milchweiß, von Gouverneur, St. Lawrence Co. (N. York), in Kalkstein; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **91**, 99 (1853).

Nuttalit.

	46.	47.	48.	49.	50.
δ	2,709	2,66	2,69	2,748	2,718
Na ₂ O	7,76	8,66	1,46	2,46	} 6,55
K ₂ O	—	1,27	0,94	0,63	
MgO	—	0,20	0,78	1,23	—
CaO	17,31	9,28	13,51	20,81	15,40
MnO	—	0,14	0,15	—	—
Al ₂ O ₃	25,75	23,92	29,30	23,65	29,09
Fe ₂ O ₃	2,26	1,14	1,16	3,38	—
SiO ₂	47,67	56,04	51,68	45,57	48,34
H ₂ O	—	—	0,82	0,78	0,62
	<hr/>				
	100,75	100,65	99,80	98,51	100,00

46. Weiße Kristalle von Bolton; anal. Würtz, Am. Journ. **10**, 325 (1850).

47. Weiße Kristalle von ebenda; anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **54**, 410 (1851).

48. Rosenrot, spatig, von ebenda; anal. wie oben.
 49. Graulichschwarze Nuttallitkristalle von ebenda; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **96**, 99 u. 297 (1853).
 50. Von ebenda; anal. Th. Petersen bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 465. — Diese Skapolith-Analyse zeigt 7,80 CaCO₃, welche bei der Berechnung auf 100 in Abzug gebracht wurden.

	51.	52.	53.	54.
δ	2,709	—	2,718	2,640–2,667
Na ₂ O	—	3,64	4,52	2,88
K ₂ O	7,30	—	0,54	4,30
MgO	—	—	1,29	3,63
CaO	18,34	18,62	15,02	12,88
Al ₂ O ₃	25,10	26,48	28,16	26,20
Fe ₂ O ₃	7,89	—	0,32	—
SiO ₂	37,81	46,30	48,79	46,30
H ₂ O	1,50	5,04	0,74	2,80
	97,94	100,08	99,38	98,99

51. Nuttallit von Bolton (Massach.); anal. J. Thomson, Min. 1836, 383.
 52. Von ebenda; anal. J. Thomson, Min. I, 273.
 53. Kristallinisch rötlich von ebenda; anal. E. Th. Wolff, Inaug.-Diss. (Berlin 1843).
 54. Grünlichgrau, durchscheinend, von Perth, Lanark Co.; anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **19**, 368 (1855).

Zersetzte Skapolithe.

Algerit.

Algerit ist ein bereits umgewandelter Skapolith, welcher in Glimmer-substanz teilweise übergeht.

	55.	56.	57.	58.
δ	2,697–2,712	2,78	—	2,70
Na ₂ O	Spur	—	} 13,23	—
K ₂ O	10,21	9,97		Spur
MgO	1,15	5,18		2,02
CaO	2,20	—	—	12,00
FeO	—	—	—	1,72
Al ₂ O ₃	24,91	24,41	25,67	28,77
Fe ₂ O ₃	1,85	1,48	1,93	—
SiO ₂	49,82	49,96	49,42	47,35
H ₂ O	7,57	5,06	6,18	1,80
CO ₂	1,74	—	—	4,72
CaCO ₃	—	4,21	3,57 ¹⁾	—
	99,45	100,27	100,00	98,38

55. Von Franklin (N. Jersey), gelbliche Prismen im Kalkstein; anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **8**, 103 (1849).
 56. Dasselbe Vorkommen; anal. Crossley, Phil. Mag. **37**, 179 (1850).
 57. Dasselbe Vorkommen; anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **17**, 351 (1854).

Hierher gehört auch folgende Analyse, welche wohl auf Algerit bezogen wird:

58. Ebenfalls von Franklin (N. Jersey), lauchgrün, zersetzt; anal. Brew er in J. D. Danas Miner. 1868, 322.

¹⁾ Kalk als Carbonat bestimmt.

Wilsonit.

	59.	60.	61.
Na ₂ O	1,45	0,88	1,97
K ₂ O	8,37	9,30	7,43
MgO	3,81	4,19	4,20
CaO	6,50	0,95	5,34
Al ₂ O ₃	27,94	31,20	30,31
Fe ₂ O ₃	0,20	—	—
SiO ₂	43,55	47,60	41,26
H ₂ O	8,61	5,43	8,83
	100,43	99,55	99,34

59. Rosenrote u. pfirsichblütenrote Massen, von Bathurst (Canada); anal. T. Sterry Hunt, Am. Journ. **19**, 428 (1855).

60. Von ebenda; anal. wie oben.

61. Von ebenda; anal. Selkmann bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 471.

Couseranit.

	62.	63.	64.	65.
δ	2,76		—	—
Na ₂ O	4,27	0,76	3,96	4,43
K ₂ O	1,12	8,82	5,52	2,68
MgO	2,44	7,20	1,40	1,18
CaO	10,73	0,99	11,85	9,17
FeO	3,46	1,90	—	—
Al ₂ O ₃	22,25	20,20	24,02	32,85
SiO ₂	52,20	58,33	52,37	44,08
H ₂ O	4,50	2,35	—	6,20
	100,97	100,55	99,12	100,59

62 und 63. Beide von Pouzac (siehe bei Dipyr); anal. F. Pisani, wie Analyse Nr. 5.

64. Aus dem Département de l'Ariège; anal. P. A. Dufrénoy, Min. 1842, III, 417.

65. Von Saleix, Départ. Ariège im Kalkstein; anal. Grandeau, Ann. chim. phys. **67**, 174 (1863).

Porzellanspat.¹⁾

	66.	67.
Na ₂ O	5,46	5,92
K ₂ O	—	0,17
CaO	14,42	13,53
Al ₂ O ₃	27,90	27,39
SiO ₂	49,30	50,29
H ₂ O	0,90	—
	97,98	97,30

66. Porzellanspat aus den Porzellanerdegruben von Oberzell bei Passau, weiß in Feldspat; anal. J. N. Fuchs in C. v. Leonhards Taschenbuch **17**, 104 (1823).

67. Dasselbe Vorkommen; anal. Fr. v. Kobell, Journ. prakt. Chem. **1**, 89 (1834).

Siehe dort Analyse mit Chlorgehalt von demselben Fundort.

Analysen von Zersetzungsprodukten, welche dem Kaolin nahe stehen siehe unten S. 1032.

¹⁾ Der Name rührt von den Zersetzungsprodukten her, der Porzellanerde nahe stehend.

Ältere Analysen mit Kohlensäure.

	68.	69.	70.
δ	2,837	2,658	—
Na ₂ O	0,58	5,81	3,50
K ₂ O	0,37	1,51	—
MgO	8,50	1,05	—
CaO	9,02	12,47	20,20
FeO	—	—	0,89
Al ₂ O ₃	15,77	25,33	28,57
Fe ₂ O ₃	19,14	—	—
SiO ₂	29,52	49,36	40,58
H ₂ O	10,89	2,47	—
CO ₂	—	—	6,40
CaCO ₃	4,62	1,35	—
	<hr/> 98,41	99,35	100,14

68. Grauschwarze Prismen von Arendal; anal. E. Th. Wolff, Inaug.-Diss. (Berlin 1843); N. JB. Min. etc. 1846, 334. Sehr unrein, zweifelhafte Analyse.

69. Blättrig weiß, von Malsjö, Wermland (Schweden); anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. 90, 90 (1853).

70. Strogonowit von den Ufern des Südjankafusses (Transbaikalien), lichtgrün; anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. 34, 176 (1845).

Riponit.

	71.
Na ₂ O	8,36
K ₂ O	1,13
MgO	Spur
CaO	9,09
Al ₂ O ₃	22,45
Fe ₂ O ₃	0,49
SiO ₂	54,86
H ₂ O	0,86
Cl	2,41
SO ₃	0,80
	<hr/> 100,45

71. Weiße bis grünliche Kristalle von Ripon, Ottawa Co. (Canada); anal. F. D. Adams, Am. Journ. 17, 317 (1879).

Neuere Analysen ohne Kohlensäure-, aber mit Chlorgehalt.

	72.	73.	74.	75.	76.	77.
Na ₂ O	2,49	6,33	4,20	11,09	8,10	9,12
K ₂ O	—	0,22	0,69	—	0,53	—
CaO	20,76	15,94	15,59	10,24	10,54	9,84
Al ₂ O ₃	30,69	27,34	26,99	25,49	24,95	24,67
SiO ₂	44,47	48,06	49,30	50,73	52,90	53,32
H ₂ O	1,07	1,61	0,66	1,96	—	0,71
Cl	0,20	0,41	0,81	0,09	2,33	1,75
	<hr/> 99,68	99,91	98,24	99,60	100,35	99,41

72. Farblos von Pargas; anal. C. F. Rammelsberg, Mon.-Ber. Berliner Ak. 1885, 595. Vgl. auch die älteren Analysen auf S. 1008.

73. Rötlich von Malsjö, derb; anal. wie oben.

74. Von Ersby (Finnl.); anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 571 (1887).
 75. Gouverneur, St. Lawrence Co. (N. York); anal. C. F. Rammelsberg, wie Analyse Nr. 72.

76. Von ebenda; anal. derselbe, ebenda S. 604.

77. Trübe kristalline Massen von Pargas; anal. derselbe, wie oben S. 599.

	78.	79.	80.	81.	82.	83.	84.
δ	—	—	—	2,738	—	2,610	2,689
Na ₂ O	6,31	3,55	8,20	5,57	5,02	4,41	3,30
K ₂ O	3,93	6,43	0,73	1,08	0,33	1,25	1,80
MgO	—	1,40	—	0,21	Spur	9,01	—
CaO	9,60	8,76	9,38	13,98	15,71	2,06	16,89
Al ₂ O ₃	24,08	23,68	23,62	27,46	27,95	24,79	26,77
SiO ₂	53,32	53,97	55,04	49,37	49,09	54,61	49,01
H ₂ O	0,71	0,98	0,28	1,96 ⁴⁾	1,17 ⁴⁾	1,76 ⁴⁾	1,70 ⁴⁾
Cl	1,71	(0,68) ¹⁾	2,25	1,19	1,50	2,00	—
SO ₃	—	—	—	0,02	—	—	—
	99,66	98,77	99,50	100,84	100,77	100,21 ²⁾	99,86 ³⁾

78. Grünliche Kristalle von Pargas; anal. C. F. Rammelsberg, Mon.-Ber. Berliner Ak. 1885, 599; auch Min.-Chem. Erg.-Heft 1, 1886, 214.

79. Von Pouzac, Bagnères de Bigorre (Hautes Pyr.); anal. E. Schulze bei V. Goldschmidt, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. 1, 225 (1881). Vgl. auch Analyse Nr. 62, 63.

80. Von St. Lawrence Co.; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 572 (1887). Vgl. Analyse Nr. 91, Chlorgehalt aus NaCl berechnet.

81. Aus einem gabbroartigen Gestein von Rancho Zopilote (Oaxaca, Mexico); anal. H. Lenk, Z. Kryst. **33**, 655 (1900).

82. Aus einem calcitführenden Gestein von der Sierra de Ejutla (Oaxaca, Mexico); anal. wie oben.

83. Von Mineral Spring, Easton (Pennsylv.) umgewandelt (ungewöhnlicher MgO-Gehalt); anal. J. Eyerman, Miner. Pennsylv. nach Z. Kryst. **54**, 97 (1916).

84. Vom Vanarstdalm Steinbruch, Buchs Co. (Pennsylv.); anal. wie oben. (Die Chlorbestimmung fehlt.)

Ältere Analysen mit Bestimmung von Chlor, Kohlendioxyd u. Schwefelsäureanhydrid.

	85.	86.	87.	88.	89.
δ	2,675	2,676	2,660	2,683	2,682
Na ₂ O	6,52	7,19	6,64	6,62	7,03
K ₂ O	0,79	0,42	1,58	0,45	0,47
MgO	—	—	0,23	—	—
CaO	12,44	11,57	11,30	13,11	12,83
FeO	0,39	0,26	0,11	—	—
Al ₂ O ₃	25,56	24,24	25,32	26,42	25,60
Fe ₂ O ₃	—	—	—	Spur	Spur
SiO ₂	52,48	52,57	52,65	52,62	53,24
H ₂ O	0,61	0,69	0,42	0,43	0,50 ⁴⁾
Cl	0,27	0,23	0,33	0,10	0,12
CO ₂	0,14	0,39	—	—	—
SO ₃	0,58	0,90	0,14	0,79	0,66
Glühverl.	—	—	0,47 ⁵⁾	—	—
	99,78	98,46	98,72	100,54	100,45

¹⁾ Im Original zeigt die Analyse keinen Chlorgehalt, die betreffende Zahl wurde nach L. M. Borgström eingesetzt. Die Summe von 98,77% ist die des Originals ohne Chlor.

²⁾ Außerdem noch 0,32 Fe₂O₃. ³⁾ Außerdem noch 0,39 FeO. ⁴⁾ Glühverlust.

⁵⁾ Glühverlust, in der Summe nicht enthalten, ist wohl teilweise Kohlensäure?

85. Milchweißer Kristall von Malsjö; anal. L. Sipöcz, Tsch. min. Mit. **4**, 266 (1882).
 86. Dünne farblose Prismen von Arendal; anal. wie oben.
 87. Grünlichweiße, durchscheinende Kristalle von Gouverneur (N. York); anal. wie oben.
 88. Aus Augit-Skapolithgneis von der Kupfermine Herreroland (Potmine nach C. Hintze, Min. II, 1574); anal. H. Wulf, Tsch. min. Mit. **8**, 219 (1887).
 89. Von Husab, Herreroland; anal. wie oben.

Ältere Analysen von Skapolithen mit viel Kohlensäure.

	90.	91.	92.	93.	94.
δ	—	2,731	2,7204	2,804	2,69
Na ₂ O	1,35	2,91	3,65	4,50	6,89
K ₂ O	0,76	0,74	1,15	0,80	0,54
MgO	0,31	—	0,43	0,36	—
CaO	21,45	18,50	15,94	12,89	9,10
FeO	—	0,30	0,46	2,65	0,30
Al ₂ O ₃	32,09	28,05	27,33	26,06	27,64
SiO ₂	43,36	46,16	47,12	49,49	52,94
H ₂ O	0,27	0,60	0,50	—	0,66
Cl	0,14	0,12	0,20	—	—
CO ₂	0,72	3,00	2,73	3,00	1,50
SO ₃	—	0,10	—	—	—
	100,45	100,48	99,51	100,00 ¹⁾	99,82 ¹⁾
ab O=Cl ₂		03	0,05		
		100,35	99,46		

90. Meionit aus Somma-Auswürflingen; anal. E. Neminar, Tsch. min. Mit. 1877, 63.
 91. Von St. Lawrence Co. (N. York); anal. L. Sipöcz, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 266.
 92. Von Boxborough (Massach.), weiße dicke Säulen mit Biotit und Strahlstein verwachsen; F. Becke, Tsch. min. Mit. Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 267.
 93. Aus der Eisengrube von Hesselkulla bei Örebro (Schweden); anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **54**, 410 (1851).
 94. Von Gulsjö (Schweden); anal. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. **54**, 410 (1851).

Skapolithe mit viel Kohlensäure. (Neuere Analysen.)

	95.	96.	97.	98.	99.	100.
δ	—	—	2,675	2,688	2,550	2,601
Na ₂ O	3,64	3,88	6,29	8,16	7,12	10,48
K ₂ O	3,62	0,52	0,77	0,71	4,25	0,40
MgO	0,79	0,52	0,05	0,04	0,14	0,29
CaO	13,32	16,89	12,36	10,00	6,32	5,59
FeO	—	0,64	—	0,27	0,08	0,27
Al ₂ O ₃	25,68	25,76	23,68	23,11	22,72	21,27
Fe ₂ O ₃	0,66	—	0,58	—	—	—
SiO ₂	46,30	46,94	52,30	53,10	54,89	57,59
H ₂ O	2,12	0,84	1,50	0,49	3,14	0,76
Cl	0,32	0,68	—	2,14	1,01	3,02
CO ₂	3,52	4,33	2,63	2,15	2,00	1,06
SO ₃	—	0,25	—	1,31	—	—
	99,97	101,25	100,16	101,48	101,67	100,73

¹⁾ MnO = 0,25%.

95. Tytaii, Lojo (Finnl.); Slavski bei P. v. Sustschinsky, Tr. Soc. Imp. Natur. St. Pétersbourg **36**, 8 (1912).

96. Grass Lake (N. York); anal. E. S. Sperry bei E. Dana, Min. N. York 1892, 469.

97. Farblose Kristalle, in Hohlräumen von Granat, von der Elisabethgrube, French Creek, Chester Co. (Penns.); anal. F. A. Genth, Am. Journ. **40**, 116 (1890).

98. Von Pierrepont (N. York); anal. E. S. Sperry nach E. Dana, Min. N. York 1892, 470.

99. Aarvold (Norw.), am Kontakt von Nordmarkit und Kalkstein; anal. M. Dittrich bei V. M. Goldschmidt, Kontaktmetam. im Christianiagebiet, Christiania 1911, 319.

100. Von Macomb (N. York); anal. E. S. Sperry nach E. Dana, Min., N. York 1892, 472.

Unvollständige Analysen von A. Himmelbauer.

	101.	102.	103.	104.
MgO . . .	0,15	0,20	0,02	0,23
CaO . . .	17,37	16,62	12,40	7,08
Al ₂ O ₃ . . .	25,90	25,39	23,86	19,47
SiO ₂ . . .	47,30	47,09	51,09	56,67
Fe ₂ O ₃ . . .	0,32	0,10	0,16	0,20

101. Skapolith von Grass Lake, brauner Kristall; anal. A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak. **119**, 119 (1910).

102. Kristalline grobspatige Masse, farblose Kristalle von Bolton (Massach.); anal. wie oben.

103. Skapolith von Gulsjö (Schweden), weiß; anal. wie oben.

104. Couzeranit von Ariège, aus Kalkstein, wasserklare Prismen; anal. wie oben.

Unvollständige neue Analyse nach N. Sundius.

	105.
CaO	6,27
Al ₂ O ₃	22,07
SiO ₂	57,31
Cl	3,49
F	0,02
CO ₂	0,34
SO ₃	0,25

105. Aus Skapolith-Diopsidamphibolit von Kalpivaara (Schweden); anal. L. Sahlbohm u. E. Norin bei N. Sundius, Inaug.-Diss. Upsala 1915, 182.

Skapolith mit Chlor-, Kohlendioxyd- und Schwefelsäureanhydridgehalt.

Neuere Analysen von L. M. Borgström.

	106.	107.	108.	109.	110.
Na ₂ O . . .	1,95	2,71	3,96	7,02	7,71
K ₂ O . . .	0,34	0,29	0,57	0,90	0,72
MgO . . .	0,15	0,31	0,17	0,08	2,37
CaO . . .	20,44	17,72	16,03	11,13	8,48
Al ₂ O ₃ . . .	30,91	28,06	26,50	24,21	21,12
Fe ₂ O ₃ . . .	0,06	0,44	0,13	0,20	0,25
SiO ₂ . . .	41,55	44,45	46,25	51,63	54,04
H ₂ O . . .	0,63	0,85	1,16	0,60	1,48
Cl	0,22	0,03	0,72	2,32	2,29
CO ₂ . . .	4,07	4,74	3,12	1,59	1,33
SO ₃ . . .	0,27	—	1,41	0,98	0,23
	100,59	99,60	100,02	100,66	100,02

106. Meionit vom Vesuv (Sommablöcke); anal. L. M. Borgström, Z. Kryst. **54**, 254 (1915).
 107. Kristall von Ersby, Kirchspiel Pargas (Finnl.); anal. wie oben.
 108. Salband eines aus Quarz und Calcit bestehenden Ganges, von Laurinkari (Finnl.); anal. wie oben.
 109. Kristall von Haliburton; anal. wie oben.
 110. Kristalle von Enterprise, Ontario (Canada); anal. wie oben.

Neuere Analysen mit merklichem SO₃-Gehalt, ohne Kohlensäure und Spuren von Chlor.

	111.	112.	113.	114.	115.	116.
δ . . .	2,775	2,768	2,744	2,748	—	2,728
Na ₂ O . . .	2,64	2,70	4,21	3,78	5,92	5,91
K ₂ O . . .	0,35	1,38	1,19	1,14	0,68	0,68
MgO . . .	0,66	0,13	0,10	0,53	Spur	—
CaO . . .	19,28	18,74	17,65	16,13	12,00	11,96
Al ₂ O ₃ . . .	28,52	29,45	28,41	27,06	} 28,80	} 28,71
Fe ₂ O ₃ . . .	0,87	—	0,63	1,34		
SiO ₂ . . .	43,55	44,56	45,28	47,88	51,80	51,64
TiO ₂ . . .	0,16	—	—	—	—	—
Cl . . .	0,15	—	—	—	—	—
SO ₃ . . .	3,83	3,03	2,53	2,12	1,11	1,10
	100,01	99,99	100,00	99,98	100,31	100,00

111. Aus Skapolith-Hornblende-Augit-Auswürfling vom Laacher See; anal. J. Uhlig bei R. Brauns, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **39** (Festband), 100 (1914). Dazu 1,26% Wasser.
 112. Aus Skapolith-Feldspat-Auswürfling vom Laacher See; anal. G. vom Rath mit nachträglicher Bestimmung von SO₃ durch Dr. Gilbert bei R. Brauns, l. c. 81.
 113. Aus Skapolith-Diopsid-Auswürfling von ebenda; anal. wie oben Gilbert bei R. Brauns, l. c. 91.
 114. Aus Skapolith-Feldspat-Auswürfling vom Laacher See; anal. M. Dittrich bei R. Brauns, l. c. 103.
 115. Aus Skapolith-Diopsid-Auswürfling vom Laacher See; anal. M. Dittrich bei R. Brauns, l. c. 92.
 116. Die Zahlen der Analyse auf 100 berechnet.

Während des Druckes erschien eine neue Arbeit von R. Brauns mit weiteren Analysen.

	117.	118.
Na ₂ O	2,73	2,97
K ₂ O	0,67	0,25
MgO	0,14	0,18
CaO	18,35	18,72
MnO	Spur	—
Al ₂ O ₃	29,99	28,48
Fe ₂ O ₃	0,59	0,92
SiO ₂	43,98	44,04
TiO ₂	Spur	0,12
Cl	0,49	—
CO ₂	0,64	—
SO ₃	2,28	2,06
H ₂ O bis 120° . . .	0,21	0,04 ¹⁾
H ₂ O bis 1250° . .	—	2,09 ²⁾
	100,07	99,87

¹⁾ H₂O bis 110°.

²⁾ H₂O über 110°.

117. Aus Hornblende-Skapolithgestein vom Laachersee; anal. R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1917, I, 15.
 118. Aus Hornblende-Hauyn-Skapolithgestein von ebenda; anal. wie oben.

Neueste Analysen von N. Sundius.

Die fünf folgenden Analysen wurden mir erst nach Beendigung des Manuskripts bekannt.

	119.	120.	121.	122.	123.
Na ₂ O	7,64	—	—	—	—
K ₂ O	0,72	—	—	—	—
CaO	7,51	17,49	15,55	15,72	15,64
Al ₂ O ₃	22,14	28,41	27,19	26,95	27,07
SiO ₂	56,82	45,53	48,51	48,68	48,60
Cl	2,89	0,10	0,17	—	0,17
SO ₃	0,22	0,04	0,02	—	0,02
CO ₂	1,14	4,61	4,42	4,53	4,48
H ₂ O	1,08	—	—	0,23	0,23
	100,16 ¹⁾	96,18	95,86	96,11	96,21

119. Von Olsbo, Froland; anal. E. Jonsson bei N. Sundius, Bull. geol Inst. Upsala 15, 8 (1916).

120. Von Hesselkulla, Schweden; anal. N. Sundius, wie oben (fehlt Alkalienbestimmung).

121. Mühlfeld, nieder-österr. Waldviertel; anal. wie oben (fehlt Alkalienbestimmung).

122. Von ebenda; anal. wie oben (fehlt Alkalienbestimmung).

123. Mittel aus den beiden Analysen.

Formel und Konstitution.

C. F. Rammelsberg rechnete zu den Skapolithen (Werneriten) auch Sarkolith und Melilith. Gemäß seinen Anschauungen über Silicate, suchte er auch diese Gruppe als aus Halb- und Singulosilicaten zusammengesetzt darzustellen. Licht wurde erst durch die Arbeiten G. Tschermaks gebracht, welcher in der Skapolithgruppe, ähnlich wie in der Plagioklasgruppe, zwei isomorphe Silicate einführte, durch deren Mischung sich alle Varietäten erklären ließen. Was die Abtrennung der einzelnen Glieder anbelangt, so schloß G. Tschermak den Melilith und den Sarkolith aus der Gruppe aus. Schon G. vom Rath, welcher den wichtigsten Beitrag in den Jahren 1850 bis 1863 zur chemischen Kenntnis der Skapolithe geliefert hatte, unterschied namentlich den Meionit, den Marialith, den Mizzonit, dann die Skapolithe und Wernerite.

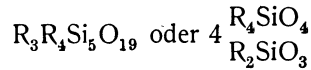
Die Berechnungen der Analysen stammen von C. F. Rammelsberg einerseits, von G. Tschermak andererseits.

Berechnungen von C. F. Rammelsberg.

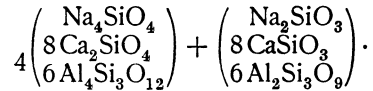
Fundort	Analytiker	R:R ₂ :Si	Na:R
Ersby	G. vom Rath	1,4 : 1 : 2,46	1 : 3,2
Ersby	G. vom Rath	1,4 : 1 : 2,5	1 : 4

¹⁾ Summe im Original unrichtig.

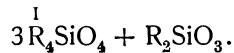
Für diese werden die Formeln angenommen:



und

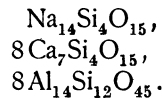


Die allgemeine Formel ist für diese beiden Skapolithe:

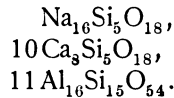


Pargas	Wolff	1,16 : 1 : 2,4	1 : 8
Pargas	G. vom Rath	1 : 1 : 2,5	1 : 8
Clay Co.	Berkley	1 : 1 : 2,3	1 : 5

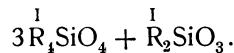
Für die beiden ersten Analysen ergibt sich, wenn Na:Ca = 1:4



Für die letzte ist Na:Ca = 1:5, die Formel also:

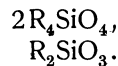


Die allgemeine Formel ist:

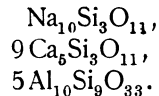


Arendal	G. vom Rath	1,7 : 1 : 2,9	1 : 1,35
Arendal	G. vom Rath	1,7 : 1 : 3	1 : 1,35
Bolton	G. vom Rath	1,8 : 1 : 3	1 : 4,3
Bolton	G. vom Rath	1,6 : 1 : 2,7	1 : 4,5

Für die beiden ersteren ergibt sich:

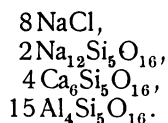


Für die beiden letzteren, wenn Na:Ca = 1:4,5

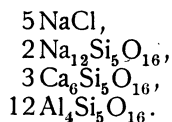


Fundort	Analytiker	R:R ₂ :Si	$\begin{matrix} I & II \\ R & R \end{matrix}$
Gouverneur	G. vom Rath	1,5 : 1 : 3,7	1,6 : 1
Gouverneur	L. Sipöcz	1,2 : 1 : 3,5	1,1 : 1
Gouverneur	C. F. Rammelsberg	1,2 : 1 : 3,6	1,1 : 1
Pargas	C. F. Rammelsberg	1,2 : 1 : 3,7	1,4 : 1
Malsjö	L. Sipöcz	1,2 : 1 : 3,5	1 : 1,3
Arendal	L. Sipöcz	1,2 : 1 : 3,5	1 : 1,2

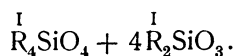
Wenn Na:Ca = 1:1, so ist die Formel:



Wenn Na:Ca = 1,5:1, so ist die Formel:



Die allgemeine Formel ist:

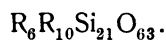


Chester Co.	F. A. Genth	1,2 : 1 : 3,6	1,5 : 1
Ripon	F. D. Adams	1,2 : 1 : 4,1	1,2 : 1
Mizzonit, Vesuv	G. vom Rath	1,5 : 1 : 4	2,25 : 1
Solberg	C. W. Blomstrand	1,4 : 1 : 4,1	2,2 : 1
Dipyr Libarens	A. Delesse	1,36 : 1 : 4	2 : 1
Dipyr Libarens	V. Goldschmidt	1,3 : 1 : 4,3	1,3 : 1
Dipyr Libarens	F. Pisani	1,3 : 1 : 4,3	2 : 1
Pouzac	A. Damour	1,35 : 1 : 4	1,6 : 1
Pouzac	F. Pisani	1,7 : 1 : 4	1 : 1,8

Diese Analysen entsprechen der Formel:

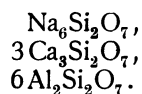


vielleicht auch:

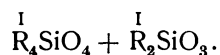


Bolton	E. Th. Wolff	1,3 : 1 : 2,9	1 : 2
Bolton	Th. Petersen	1,3 : 1 : 2,8	1 : 1,3
Malsjö	G. vom Rath	1,4 : 1 : 3,3	1 : 1,1
Malsjö	C. F. Rammelsberg	1,4 : 1 : 2,9	1 : 1,4
Baikalsee	C. Bergemann	1,3 : 1 : 3,1	1 : 2,5
Baikalsee	G. vom Rath	1,4 : 1 : 2,8	1 : 1,8

Daraus ergibt sich, wenn Na:Ca = 1:1,5, die Formel:

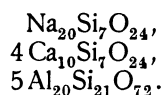


Die allgemeine Formel ist:

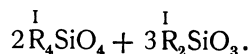


Rossie	L. Sipöcz	1,1 : 1 : 2,8	1 : 1,4
Porzellanspat, Passau	K. v. Schafhäutl	1,1 : 1 : 1,3	1 : 1,3

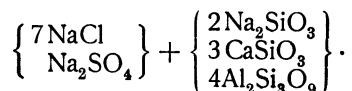
Die Formel ist, wenn Na:Ca = 1:2



Die allgemeine Formel ist:



Für das Vorkommen von Ripon stellt er folgende Formel auf:



C. F. Rammelsberg ist der Ansicht, daß zweierlei Verbindungen vorliegen:

A. Halbsilicate, zu welchen er den Sarkolith stellt, während Meionit und Melilith fraglich sind.

B. Verbindungen von Halbsilicaten mit normalen Silicaten.

Zu diesen rechnet er Meionit, Melilith und die verschiedenen Skapolithe, welche sechs Gruppen bilden und welchen sich als siebente der Marialith anschließt.

Die wahre Natur der Skapolithe wurde erst durch G. Tschermak¹⁾ erkannt, indem er vor allem zeigte, daß bei den Skapolithen das Verhältnis zwischen Kieselsäure und Tonerde dasselbe ist wie bei den Feldspaten. In den beiden Silicaten, welche in diesen Mineralien enthalten sind, ist das Verbindungsverhältnis von Kieselsäure und Tonerde dasselbe, wie in den Komponenten der Plagioklase Albit und Anorthit.

Fundort	SiO ₂ : Al ₂ O ₃ : CaO + Na ₂ O
Meionit, Vesuv	7,23 : 3,12 : 4,13
Gouverneur	8,78 : 2,46 : 3,26
Malsjö	8,75 : 2,53 : 3,35
Arendal	8,76 : 3,36 : 3,27

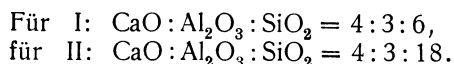
Diese Analysen rühren von E. Ludwig und L. Sipöcz her. Man findet aber dasselbe Verhältnis, wenn man die anderen Analysen weiterer Beobachter berechnet, namentlich trifft dies bei jenen von G. vom Rath zu.

Fundort	SiO ₂ : Al ₂ O ₃ : CaO + Na ₂ O	Al ₂ O ₃ : CaO + Na ₂ O
Vesuv	7,09 : 3,02 : 4,33	3 : 4,29
Ersby	7,38 : 2,94 : 4,20	3 : 4,28
Laach	7,52 : 2,90 : 4,01	3 : 4,14
Pargas	7,58 : 3,05 : 3,59	3 : 3,53
Baikalsee	7,92 : 2,77 : 4,00	3 : 4,33
Malsjö	8,34 : 2,49 : 3,63	3 : 4,37
Gouverneur	8,71 : 2,33 : 3,54	3 : 4,56
Mizzonit, Vesuv	9,12 : 2,31 : 3,43	3 : 4,45
Marialith, Pianura	10,46 : 2,12 : 2,45	3 : 3,59

Die Mittelwerte Al₂O₃ : CaO + Na₂O sind 3 : 4,17.

Bei den Skapolithen ist daher das Verhältnis Al₂O₃ : CaO + Na₂O, nicht wie bei den Plagioklasen 1 : 1, sondern 3 : 4.

Die Verbindungsverhältnisse der beiden konstituierenden Silicate sind daher:



¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. 88, I, 1154 (1883).

Bisher hatte man jedoch diese Mineralien als Sauerstoffverbindungen betrachtet, doch ist auch das Chlor und SO_3 zu beachten. Die Verhältnisse sind:

Fundort	Na : Cl : SO_3
Ripon	2,94 : 0,68 : 0,10
Gouverneur	2,48 : 0,60 : 0,02
Malsjö	2,27 : 0,48 : 0,07
Mittelwerte	2,56 : 0,59 : 0,06

Daraus ergibt sich das Verhältnis $\text{Na}:\text{Cl} = 4:1$.

Die Zusammensetzung der beiden konstituierenden Silicate ist:

Meionit	$\text{Ca}_8\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{50}$,
Marialith	$\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_{18}\text{O}_{48}\text{Cl}_2$.

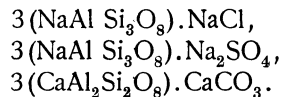
Die prozentische Zusammensetzung ist:

Natrium	—	10,87
Calcium	17,92	—
Aluminium	18,48	9,75
Silicium	18,81	29,79
Sauerstoff	44,79	45,39
Chlor	—	4,20
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00

Man kann die Formeln schreiben:

Meionit	$3(\text{Ca}_2\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}) \cdot 2\text{CaO}$,
Marialith	$3(\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}) \cdot 2\text{NaCl}$.

Neue Gesichtspunkte führte L. M. Borgström¹⁾ ein. Bisher war in allen Formeln der Kohlensäure- und Schwefelsäuregehalt nicht berücksichtigt worden; allerdings hatten bereits R. Hermann²⁾ im Jahre 1851 und später G. Tschermak die Vermutung geäußert, daß kohlenensäurehaltige Glieder der Skapolithreihe vorhanden seien. L. M. Borgström hat besondere Bestimmungen ausgeführt (siehe in der Analysentabelle). Er berechnet auch den Gehalt an Kohlensäure, welcher sich aus dem Gehalt an Cl und SO_3 berechnen läßt gemäß der Annahme, daß diese Skapolithe aus folgenden Verbindungen bestehen:



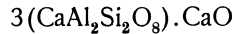
Die Kohlensäure wurde auch vielfach, so von G. vom Rath und von C. F. Rammelsberg als Produkt der Zersetzung betrachtet. Gegenüber dieser Ansicht bemerkt L. M. Borgström, daß aus der Bestimmung der Brechungsquotienten hervorgehe, daß die Variation des Kohlensäuregehaltes mit einer entsprechenden Veränderung der Brechungsquotienten verbunden sei (vgl. S. 1029).

Die berechneten Kohlensäuremengen stimmen bei den meisten Analysen gut überein, bei älteren Analysen, wie jenen von E. S. Sperry, dagegen nicht.

¹⁾ L. M. Borgström, Z. Kryst. **54**, 239 u. 252 (1915).

²⁾ R. Hermann, Erdmanns Journ. prakt. Chem. **54**, 410 (1851).

Was nun die Existenz des von G. Tschermak und später von den meisten Autoren angenommenen Oxyd-Meionitsilicats:



anbelangt, schließt L. M. Borgström insbesondere aus den Analysen von A. Himmelbauer, daß diese Verbindung nicht im Skapolith vorhanden sei. Er unterscheidet folgende Verbindungen:

1. Chloridmarialith 3 NaAlSi₃O₈, NaCl,
2. Sulfatmarialith 3 NaAlSi₃O₈ · Na₂SO₄,
3. Carbonatmarialith 3 NaAlSi₃O₈ · Na₂CO₃,
4. Carbonatmeionit 3 CaAl₂Si₂O₈ · CaCO₃,
5. Sulfatmeionit¹⁾ 3 CaAl₂Si₂O₈ · CaSO₄.

Die Zusammensetzung ist für die fünf Verbindungen folgende:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O . . .	14,63	16,41	17,07	—	—	—
CaO . . .	—	—	—	23,90	23,07	25,17
Al ₂ O ₃ . . .	18,07	16,51	17,18	32,72	31,52	34,38
SiO ₂ . . .	64,05	58,44	60,82	38,68	37,18	40,45
Cl . . .	4,18	—	—	—	—	—
SO ₃ . . .	—	8,64	—	—	8,23	—
CO ₂ . . .	—	—	4,93	4,70	—	—
	100,93	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Unter 6. hat L. M. Borgström noch die Zusammensetzung des Oxyd-Meionits hinzugefügt.

Zur Kontrolle wurden die neuen Analysen unter der Annahme dieser fünf Silicate berechnet. Die Gehalte sind:

Meionit, Vesuv. Chloridmarialith 8%, Sulfatmarialith 4%, Carbonatmeionit 88%.

Skapolith, Pargas. Carbonatmarialith 25%, Carbonatmeionit 75%.

Skapolith, Laurinkari. Chloridmarialith 16,87%, Sulfatmarialith 16,67%, Carbonatmeionit 66,46%. (Im Original 66,66%.)

Skapolith, Haliburton. Chloridmarialith 53%, Carbonatmeionit 35%, Sulfatmeionit 12%.

Skapolith, Enterprise. Chloridmarialith 60%, Sulfatmarialith 3%, Carbonatmeionit 37%.

Aus seinen Berechnungen folgert L. M. Borgström, daß die Existenz des Oxydmeionits nicht notwendigerweise anzunehmen sei. Die früher genannten Verbindungen sind nach ihm als Doppelsalze aufzufassen.

L. M. Borgström hat auch die Molekularvolumina berechnet, wobei er von den Dichten 2,50 für Chloridmarialith und 2,772 für den Carbonatmeionit ausgeht. Er findet die Werte 331,2 für Chloridmarialith und 338,2 für Carbonatmeionit.

Zu bemerken wäre noch, daß bei allen Berechnungen der Kaligehalt nicht berücksichtigt ist und daß viele Skapolithe einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an diesem Metall aufweisen.

¹⁾ Für den Sulfatmeionit schlägt R. Brauns, N. JB. Min. etc., Beil.-Bd. 39, 120 (1914) (Festschrift M. Bauer) den Namen Silvialith vor.

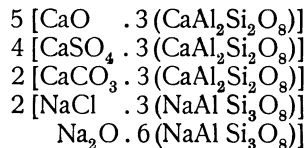
R. Brauns¹⁾ nimmt im Gegensatz zu L. M. Borgström die Existenz eines Oxydmeionits und weiter auch eines analogen Oxydmarialiths von der Formel $6(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8) \cdot \text{Na}_2\text{O}$ an.

Nach ihm ist der Skapolith vom Laachersee zusammengesetzt aus: dem Sulfatmeionit (Silvialith), Oxydmeionit und chlorfreiem Oxydmarialith. Die Zusammensetzung der Oxydverbindungen wäre folgende:

	1.	2.	3.
Na_2O	—	—	15,13
CaO	23,06	25,13	—
Al_2O_3	31,49	34,31	18,67
SiO_2	37,23	40,56	66,20
SO_3	8,22	—	—
	100,00	100,00	100,00

In seiner neuesten Arbeit hat R. Brauns auch eine weitere Analyse berechnet:

Analyse Nr. 117 ergab:



R. Brauns sieht darin einen Beweis dafür, daß sowohl ein Oxyd-Meionit als auch ein Oxyd-Marialith existiert, im Gegensatze zu der oben angegebenen Ansicht L. M. Borgströms.

Konstitutionsformel.

Wenn, wie es nach dem heutigen Standpunkt unserer Kenntnisse anzunehmen ist, die konstituierenden Silicate dieselben sind, wie die der Feldspate, so können wir auch annehmen, daß wir dieselben Konstitutionsformeln für Skapolith anzunehmen haben, wie für diese und würde es sich nur noch darum handeln, wie wir uns die Bindung der Moleküle NaCl , CaCO_3 , Na_2SO_4 und Na_2CO_3 vorzustellen haben.

Die einfachste Bindung wäre wohl die, daß es sich, wie bereits beim Sodalith ausgeführt wurde, um Molekülverbindungen handelt, und daß Chlor, Schwefel und Kohlenstoff nicht in atomistischer Bindung sich befinden. Bei Sodalith nahmen wir, ebenso wie bei Hauyn und ähnlichen Gliedern der Sodalithgruppe an, daß NaCl durch Nebenvalenzen an das Silicat gebunden ist und daß es sich um eine Molekülverbindung im Sinne A. Werners handelt (vgl. S. 237).

Dann haben wir für die Konstitution dieser Skapolithgruppe nur die der Natrium- bzw. Calciumfeldspate anzunehmen; was in der Sodalithgruppe der Nephelin (bzw. auch das analoge Calciumsilicat, welches auch dort dem Anorthit entspricht), ist hier das Albitsilicat $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ und das Anorthit-silicat $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$.

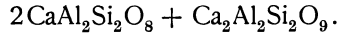
¹⁾ R. Brauns, l. c., S. 121.

L. M. Borgström schon deshalb verworfen wird, weil die Summe der Valenzen in jener Formel eine ungerade ist. Die Washingtonsche Formel hat auch ein Atom Sauerstoff zu wenig, als nötig ist, um die angegebenen Metalle als Oxyde auftreten zu lassen. L. M. Borgström spricht sich für die P. Grothschen Konstitutionsformeln aus, welche er auch für den Carbonatmeionit mit einer durch die Einführung des CO_2 notwendigen Modifikation annimmt. Was die Säure des Skapoliths anbelangt, so sind alle jene geäußerten Ansichten hypothetische.

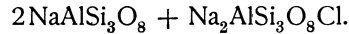
Demgegenüber hat A. Himmelbauer¹⁾ durch direkte Versuche die Säure zu bestimmen versucht. Diese Versuche wurden nach der G. Tschermakschen Methode ausgeführt (vgl. Bd. II, 1, S. 224).

Es wurden Meionit vom Vesuv, Skapolith von Grass Lake und der von Gulsjö und Arendal, sowie Couzeranit untersucht.

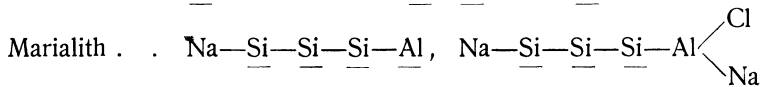
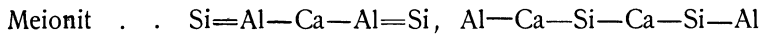
A. Himmelbauer schreibt auf Grund seiner Untersuchungen die Formel des Meionits



Die Formel des Marialiths ist:



Die Konstitutionsformel ist folgende, wobei nach dem Vorgange G. Tschermaks die Bindung —O— durch einen Strich — dargestellt wird.



A. Himmelbauer bemerkt noch: Wie eine im Sinne von van Bemmelen aufgebaute Kieselsäure diese Verhältnisse erklären soll, ist ohne Annahme einer Menge von erklärenden Hypothesen nicht denkbar.

Chemische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohr unter Anschwellen zu weißem, blasigem Glas schmelzbar, **Schmelzpunkte:**

Meionit vom Vesuv	1250—1330 ⁰ (A. Brun) ²⁾
" " " " " "	1138—1178
Skapolith von Grass Lake	1125—1198 (A. Himmelbauer) ³⁾
" " Arendal	1150—1238 "
" " Gouverneur	1128—1183 "
Marialith " Pianura	1088—1233 "
Couzeranit " Ariège	1143—1178 "

Die Zersetzbarkeit in Säuren ist verschieden. Die basischeren Skapolithe mit viel Kalk werden nahezu vollkommen durch Säuren zersetzt, die mittleren dagegen nur wenig und die Marialithe gar nicht angegriffen. Wir haben daher dasselbe Verhältnis wie bei Anorthit und Albit.

Das Pulver von Meionit reagiert kräftig alkalisch (nach A. Kenngott).⁴⁾ Chlorreiche Skapolithe geben mit Silbernitrat die Chlorreaktion.

¹⁾ A. Himmelbauer, l. c., S. 178.

²⁾ A. Brun, Ann. sc. phys. nat. Genève 1902.

³⁾ A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak. 119, 164 ff. (1910).

⁴⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 434.

Physikalische Eigenschaften.

Spaltbar ziemlich vollkommen nach (100), weniger nach (110).

Härte 5—6. Spröde.

Dichte stark schwankend, siehe die Analysen. Die Dichten von Marialithsilicat und Meionitsilicat lassen sich zufolge G. Tschermak nach der Mischungsregel berechnen. Das niedrigste spezifische Gewicht hat Marialith mit 2,560, während das höchste der theoretische Meionit mit 2,815 aufweisen würde. Diese Zahlen rühren von A. Himmelbauer¹⁾ her.

Zusammenhang der Dichte mit der chemischen Zusammensetzung.

Über diesen hat A. Himmelbauer eine tabellarische Übersicht gegeben. Das höchste Gewicht hat der Meionit vom Vesuv, welcher bei einem Gehalt an Marialithsilicat von 12% den Wert von 2,734—2,737 hat. Doch zeigen Bestimmungen von E. Neminar und G. vom Rath niedrigere Werte trotz höherem Gehalt an diesem Silicat. Die Steigerung ist daher nicht proportional mit wachsendem Gehalt an demselben, wenn auch im allgemeinen bei Steigerung des Gehaltes an Marialithsilicat die Dichte abnimmt. Immerhin sind Ausnahmen vorhanden, welche vielleicht doch nicht Beobachtungsfehlern zuzuschreiben sind. Gut scheint die Abnahme des Molekulargewichtes mit steigendem Gehalt an NaCl und Na₂O zu stimmen.

Meiner Ansicht nach sollte der Einfluß des Kalis und des Wassers nicht vergessen werden, namentlich bei den Dichten.

Auch N. Sundius²⁾ hat sich mit dem Gegenstande befaßt und stellt in einer Tabelle die Dichten mit dem Gehalt an Marialithsilicat zusammen. Im allgemeinen ergibt sich eine Verringerung der Dichte mit steigendem Gehalt an dem genannten Silicat. Aber auch hier gibt es Ausnahmen.

Offenbar ist neben dem Einfluß des Marialithsilicats auch ein solcher der Bestandteile Kohlendioxyd und Schwefelsäureanhydrid, dann auch des Kalis und Wassers vorhanden. Übrigens kommt N. Sundius auch zu dem Resultate, daß das vorliegende Material nicht ausreichend für die Diskussion sei.

Optische Eigenschaften. Glasglanz, auf der Oberfläche perlmuttartig, auf Bruchflächen mitunter harzartig.

Farblos, weiß, grau, grünlich, rötlich, auch braun. Bemerkenswert sind auch blaue, grünblaue und violblaue Farben, welche ähnlich jenen des Sodaliths sind.

Optischer Charakter negativ.

Brechungsquotienten. Diese schwanken mit der chemischen Zusammensetzung. Neuere Bestimmungen liegen in größerer Anzahl vor. Ursprünglich glaubte man die Veränderung nur mit der Mischung des Marialith- und Meionitsilicats in Verbindung bringen zu müssen. L. M. Borgström³⁾ hat aber gezeigt, daß die Veränderung des Kohlensäuregehaltes mit einer entsprechenden Veränderung des Brechungsquotienten und der Doppelbrechung verbunden ist.

¹⁾ A. Himmelbauer, l. c. 131.

²⁾ N. Sundius, Geologie des Kirunagebietes, Inaug.-Diss. (Upsala 1915), 223.

³⁾ L. M. Borgström, l. c. 240.

Varietät	Fundort	N_{ω}	N_{ϵ}	$N_{\omega}-N_{\epsilon}$	Beobachter
Dipyr	von Pouzac	1,5545	1,5417	0,0128	G. Lattermann, ¹⁾
Mizzonit	vom Vesuv	1,5580	1,5434	0,0146	E. A. Wülfing, ²⁾
Meionit	" "	1,563	1,545	0,018	P. Franco, ³⁾
Skapolith	von Arendal	1,5697	1,5485	0,0212	K. A. Zimányi, ⁴⁾
"	" "	1,583	1,554	0,029	A. Lacroix, ⁵⁾
"	" Hallesta Christiansund	1,592	1,555	0,037	"
"	" Laurinkari	1,583	1,553	0,030	"
"	" Ersby	1,570	1,547	0,023	"
"	" Malsjö	1,588	1,553	0,035	"
Nuttalit	" Bolton	1,588	1,552	0,036	"
"	" "	1,583	1,552	0,031	"
Glaukolith	vom Baikalsee	1,581	1,551	0,030	"
Dipyr	von Pierrepont	1,562	1,546	0,016	"

Neuere genaue Bestimmungen rühren von A. Himmelbauer⁶⁾ her, welcher diese an analysiertem Material unternahm, um den Zusammenhang der Brechungsquotientenvariationen mit der chemischen Zusammensetzung festzustellen.

Ich gebe hier dessen Messungen für Natriumlicht.

Varietät	Fundort	N_{ω}	N_{ϵ}	$N_{\omega}-N_{\epsilon}$
Meionit	Vesuv	1,58526	1,55436	0,0309
"	1. Kern "	1,58968	1,55638	0,0333
"	2. Hülle "	1,58417	1,55419	0,0998
Skapolith	Grass Lake	1,58284	1,5612	0,03164
"	Bolton	1,58534	1,55641	0,02893
"	Arendal	1,56645	1,54642	0,02003
"	Gouverneur	1,55942	1,54369	0,01573
"	" "	1,56062	1,54402	0,0166
Couzeranit	Ariège	1,55536	1,54288	0,01248
Marialith	Pianura	1,54630	1,53949	0,00681

Nach A. Himmelbauer sind die Gehalte an Marialithsilicat bei den gemessenen Kristallen folgende:

Meionit 1.	4 0/0
Meionit 2.	4
Skapolith Grass Lake	31
Bolton	32
Arendal	54
Gouverneur 1.	55
Gouverneur 2.	55
Couzeranit	72
Pianura	85

¹⁾ G. Lattermann nach E. A. Wülfing, Mikrosk. Phys. I, 2, 63.

²⁾ E. A. Wülfing, ebenda.

³⁾ P. Franco, Z. Kryst. **26**, 217 (1896).

⁴⁾ K. A. Zimányi, Z. Kryst. **22**, 336 (1894).

⁵⁾ A. Lacroix, Bull. Soc. min. **12**, 357 (1889).

⁶⁾ A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak. **119**, 150 (1910).

Die Resultate seiner Messungen zeichnet er in ein Diagramm, in welchem die Abszisse die Molekularprocente an Marialithsilicat darstellt, während die Größen für die Brechungsquotienten als Ordinaten figurieren.

Es wurden sowohl die eigenen Beobachtungen, wie die zuverlässigen oben angegebenen verwendet.

Die Punkte liegen für die A. Himmelbauerschen Messungen so ziemlich auf einer geraden Linie, während dies für die übrigen Beobachtungen zum Teil nicht ganz zutrifft. Er macht auch auf einige Fehlerquellen aufmerksam und betont speziell bei Marialith die Unsicherheit in der chemischen Zusammensetzung.

Es erscheint aber diese Abweichung, wie aus den späteren Messungen L. M. Borgströms hervorgeht, wohl aus einem anderen Faktor hervorzugehen, nämlich dem Kohlensäuregehalt.

L. M. Borgström hat einige neue Messungen ausgeführt und stellt diese im Zusammenhange mit dem Kohlensäuregehalt zusammen.

Fundort	Gehalt an CO ₂	N _ω	N _ε	N _ω —N _ε
Ersby	4,74	1,5954	1,5569	0,0385
Vesuv	4,07	1,6066	1,5711	0,0355
Sillböle	3,78	1,5865	1,5585	0,028
Stansvik	3,21	1,5841	1,5543	0,0298
Laurinkari	3,12	1,5804	1,5529	0,0275
Haliburton	1,59	1,5694	1,5500	0,0194
Enterprise	1,33	1,5502	1,5424	0,0178

In der graphischen Darstellung ist auf der Abszisse der Kohlensäuregehalt und auf der Ordinate der Wert für die Brechungsquotienten eingetragen. Die Punkte liegen auf einer geraden Linie.

Weitere Bestimmungen rühren von N. Sundius¹⁾ her.

Fundort	N _ω	N _ε	N _ω —N _ε	Gehalt an Marialithsilicat
Vahaive . .	1,575	1,550	0,026	42 %
Pahtosvaara .	1,554	1,541	0,0134	71
Kalpivaara .	1,550	1,540	0,0101	75,5

Auch N. Sundius¹⁾ stellt auf Grund der Messungen von L. M. Borgström, A. Himmelbauer und seinen eigenen eine Kurve auf, kommt aber nicht zu dem Resultate von L. M. Borgström, sondern mehr zu dem von A. Himmelbauer. Nach ihm ist der Wert des Brechungsquotienten mehr abhängig von dem Verhältnisse CaO:Na₂O. Die untergeordneten Bestandteile Chlor, Kohlendioxyd, Schwefelsäureanhydrid haben nur geringen Einfluß. Dagegen kann ein größerer Gehalt an Kali den Wert des Brechungsquotienten beeinflussen.

Auch für den Wert der Doppelbrechung wäre, ihm zufolge, der Einfluß der untergeordneten, vorhin erwähnten Bestandteile nur von geringer Bedeutung. Nur der Gehalt an Kohlensäure scheint größeren Einfluß zu besitzen. Die Stärke der Doppelbrechung hängt hauptsächlich von dem Verhältnis CaO:Na₂O ab. Die Kohlensäure ist an das Meionitsilicat gebunden.

¹⁾ N. Sundius, l. c. 218.

In seiner neuerlichen, vor ganz kurzem erschienenen Arbeit, ist N. Sundius¹⁾ an der Hand der letzten Analysen (vgl. S. 1018) wieder auf diesen Gegenstand zurückgekommen und hat er sowohl die Bestimmung der Brechungsquotienten von A. Himmelbauer, L. M. Borgström, als auch die von V. M. Goldschmidt und seine eigenen in einem Diagramm vereinigt, bei welchem auf der Abszisse die Mengen von Marialithsilicat von 0—100% eingetragen sind, während auf der Ordinate die Werte der Brechungsquotienten und die der Doppelbrechung eingezeichnet wobei auch einige neue Bestimmungen ausgeführt sind:

		N_{ω}	N_{ϵ}	$N_{\omega} - N_{\epsilon}$
Hesselkulla	(30% Marialithsilicat)	1,5880	1,5534	0,0346
Waldviertel	(40% „)	1,583	1,549	0,035
Olsbo	(71% „)	1,5516	1,5427	0,012

Er fand seine frühere Behauptung bezüglich des Einflusses von Na_2O und CaO auf diese optischen Konstanten bestätigt. Dagegen scheint aus der Lage des Punktes des Kohlensäureskapoliths von Pargas hervorzugehen, daß eine größere Steigerung von CO_2 über die Proportionen hinaus, die durch den Gehalt an Meionit gegeben sind, eine beträchtliche Steigerung der Doppelbrechung der Skapolithe eine wesentliche Rolle spielen dürfte. Die Gehalte an CaO und CO_2 wirken in derselben Richtung.

Er kommt dann auf die Ansicht V. M. Goldschmidts²⁾ zurück, welcher den Einfluß von Wasser und Kali betonte und eine starke Herabdrückung der Lichtbrechung beim Skapolith von Arvoldstal konstatierte. Die Frage läßt sich aus dem einzigen Falle nicht entscheiden.

Auch R. Brauns bringt in einer während des Druckes erschienenen Arbeit neue Brechungsquotientenbestimmungen.

Analysen Nr.	N_{ω}	N_{ϵ}	$N_{\omega} - N_{\epsilon}$	Lichtart
115	1,5869	1,5568	0,0311	Li
115	1,5903	1,5593	0,0310	Na
115	1,5937	1,5618	0,0310	Tl
114	1,5838	1,5555	0,02983	Li
114	1,5873	1,5589	0,0284	Na
114	1,5901			Tl

Die Unterschiede sind für den ordentlichen Strahl zwischen beiden Skapolithen merklich, im ersten ist die Brechung und Doppelbrechung schwächer. R. Brauns schließt, daß vielleicht außer dem Kalkgehalt, auch der an Schwefelsäure von Einfluß sein kann.

Spezifische Wärme. J. Joly³⁾ fand für undurchsichtigen Wernerit den Wert 0,2003.

Thermisch ist Skapolith positiv, Verhältnis der thermischen Achsen nach E. Jannettaz⁴⁾: 0,815.

¹⁾ N. Sundius, Bull. of the geol. Inst. Upsala **15**, 3 (1916).

²⁾ V. M. Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose im Kristianagebiet (Kristiania 1911), 315.

³⁾ J. Joly, Proc. Roy. Soc. **41**, 250 (1887).

⁴⁾ E. Jannettaz, Bull. Soc. min. **15**, 138 (1892).

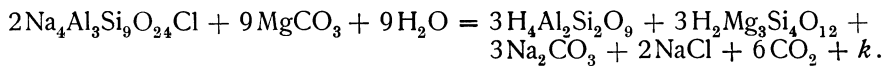
Umwandlung.

Die Skapolithe sind vielfach umgewandelt, und es wurde bereits eine Anzahl von Analysen gebracht, welche als solche umgewandelter Skapolithe bezeichnet werden müssen.

Die frühere, noch von C. F. Rammelsberg gehegte Ansicht, daß der Kohlensäuregehalt der Verwitterung zuzuschreiben sei, hat sich als nicht richtig erwiesen; aber höherer Wassergehalt zeigt jedenfalls Zersetzung an.

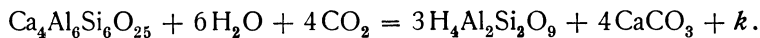
Die Mineralien, welche sich bei der durchgreifenden Umwandlung des Skapoliths zeigen, sind namentlich Glimmer, Epidot und Kaolin, auch Umwandlung in Albit kommt vor.

Nach Ch. R. van Hise¹⁾ bildet sich aus Marialith, wenn Magnesiumcarbonat einwirkt, Kaolin und Talk nach folgender Gleichung:



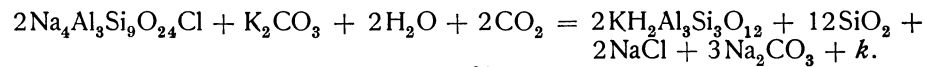
Dabei findet eine Volumvermehrung von 7,69% statt.

Aus Meionit kann sich Kaolin und Kalkspat bilden unter der Einwirkung von Wasser und Kohlensäure.



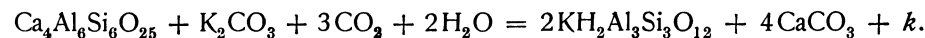
Die Volumveränderung k ist 35,40%.

Die Umwandlung in Glimmer findet unter Einwirkung von Kohlensäure, Kaliumcarbonat und Wasser nach folgender Gleichung statt:



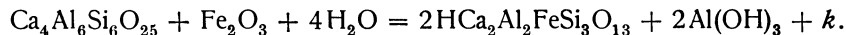
Die Volumverminderung beträgt 16,74%.

Für Meionit wäre die Reaktion



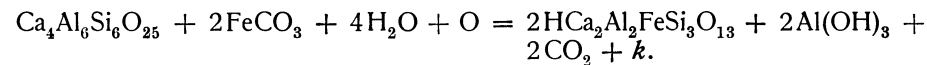
Die Volumvermehrung ist 29,42%.

Die Epidotbildung erklärt Ch. R. van Hise durch Zufuhr von Eisenoxyd und Wasser, wie folgt:



Unter der Voraussetzung, daß Fe_2O_3 als Hämatit vorhanden gewesen wäre (was ich als unwahrscheinlich erachte, da es sich wohl um ein kolloides Eisenoxydhydrat handeln müßte), wäre eine Volumverminderung von 1,62% eingetreten.

Es wäre nach dem genannten auch die Möglichkeit vorhanden, daß Eisencarbonat tätig gewesen wäre, dann wäre die Reaktion:



In diesem Falle wäre eine Vermehrung des Volumens um 7,55% eingetreten.

¹⁾ Ch. R. van Hise, Treat. on Metamorphose Washington 1903, 312.

Über die chemischen Beziehungen zwischen Skapolith und den Umwandlungsprodukten Albit, Zoisit, Epidot, Muscovit siehe G. Tschermak.¹⁾

Die früher allgemein angenommene Ansicht, daß Kalkspat, welcher sich in Skapolithen findet, ein Zersetzungsprodukt desselben sei, ist nicht allgemein gültig.

Die Pseudomorphose von Augit nach Skapolith dürfte keine Zersetzungsumänderung sein.

Bekannt ist die Umwandlung in Albit. Th. Scheerer hat die aus Skapolith entstandenen Albite analysiert; sie haben die normale Zusammensetzung des Albits (vgl. S. 394). Häufig ist die Umwandlung in Speckstein, bei welcher der Kalk durch Magnesia ersetzt wird und die Tonerde weggeführt ist. Auch Pektolith bildet sich aus Skapolith.

V. M. Goldschmidt²⁾ beschreibt Umwandlungen in mikropertithischen Feldspat, dann aber auch in Analcim und Natrolith.

Analysen von umgewandelten Skapolithen.

Der Porzellanspat ist als ein bereits etwas umgewandelter Skapolith zu betrachten. Dieser frische Porzellanspat unterliegt weiteren Veränderungen, welche darin bestehen, daß der Kalk weggeführt und noch mehr Wasser aufgenommen wird, dagegen sind die Veränderungen bezüglich des Kieselsäure- und Tonerdegehaltes geringfügig.

Hier eine Reihe von Analysen solcher Zersetzungsprodukte nach der Zusammenstellung von C. Hintze.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Na ₂ O . .	2,65	—	—	—	—	—	—
K ₂ O . .	—	—	—	—	3,42	0,81	1,32
MgO . .	—	—	—	—	—	—	1,28
CaO . .	10,88	0,74	0,83	2,70 ³⁾	0,47	0,63	3,02
Al ₂ O ₃ . .	30,23	32,00	35,93	35,00	31,02	31,11	36,54
Fe ₂ O ₃ . .	—	0,90	1,00	—	0,91	1,05	0,69
SiO ₂ . .	46,52	45,06	43,65	45,14	48,21	51,02	46,59
H ₂ O . .	9,53	18,00 ⁴⁾	18,50	17,16	16,01	14,23	9,69

1. Beginnende Zersetzung, von Mitterwasser; anal. C. W. Gümbel, Geogn. Besch. Bayerns, Ostbayr. Grenzgeb. **2**, 356, 412 (1868).

2. Derbe, geschlämte Porzellanerde von Passau; anal. J. N. Fuchs, Denkschr. Münchner Ak. **7**, 65 (1818).

3. Kristalline geschlämte Porzellanerde von ebenda; anal. wie oben.

4. Dasselbe Vorkommen; anal. J. Forchhammer, Berzelius' Jahresber. **15**, 218 (1835).

5.—7. Von ebenda; anal. Knaffl, Österr. Z. f. Bergbaukunde, redig. von A. v. Hingenau, 1865, 2.

¹⁾ G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **88**, I, 1176 (1887).

²⁾ V. M. Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet, Kristiania 1911, 316.

³⁾ Fe₂O₃ + CaO.

⁴⁾ Überdies 2,96 % Feldspat.

Umwandlung in Glimmer.

	8.	9.	10.	11.
Na ₂ O	0,82	1,11	1,26	0,42
K ₂ O	5,64	6,71	7,56	5,77
MgO	15,78	0,36	0,40	0,42
CaO	—	2,14	2,41	—
Al ₂ O ₃	26,15	24,91	28,05	27,37
Fe ₂ O ₃	—	4,84	5,46	—
SiO ₂	46,75	44,49	50,10	65,82
H ₂ O	0,63	3,44	3,87	0,20
CaCO ₃	—	11,11	—	—
	95,77	99,11	99,11	100,00

8. Glimmer-Pseudomorphose von Pargas (Finnl.); anal. G. Bischof, Chem. Geol. II, 1433 (Bonn).

9. Umwandlung des Skapoliths in Glimmer von Arendal; anal. G. vom Rath, Pogg. Ann. **91**, 288, 290 (1853).

10. Dieselbe Analyse ohne Calciumcarbonat.

11. Glimmer-Pseudomorphose von Arendal; anal. G. Bischof, Chemische Geologie 1. Aufl., 1433 (Bonn).

Künstliche Umwandlung.

J. Lemberg¹⁾ hat eine Reihe von Versuchen mit Skapolith ausgeführt. Zuerst gibt er von dem Vorkommen von Ersby aus.

	1.	2.	3.	4.	5.
Na ₂ O	3,48	—	12,50	15,67	—
NaCl	1,35	—	—	—	—
K ₂ O	0,69	20,65	1,74	—	21,65
CaO	15,59	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	26,99	23,67	24,22	27,34	27,73
SiO ₂	49,30	43,66	44,58	48,66	49,45
H ₂ O	0,66	12,02	16,96	8,33	1,17
	98,06	100,00	100,00	100,00	100,00

1. Skapolith von Ersby.

2. Derselbe mit K₂CO₃-Lösung (18%) durch 195 Stunden bei 215–220° behandelt. Es bildeten sich unregelmäßige Körner und kleine, schlecht entwickelte Säulen.

3. Das erhaltene Produkt zehn Tage lang bei 100° mit Kochsalzlösung behandelt.

4. Das bei Versuch 3 erhaltene Produkt durch 390 Stunden mit 10%iger Lösung von Na₂SO₄ bei 215–225° behandelt. Wahrscheinlich hat sich ein basischer Analcim gebildet.

5. Behandlung des Produktes 4 mit Chlorkaliumlösung bei 200°. Es bildet sich Leucit und wird KOH abgespalten.

	6.	7.	8.	9.
Na ₂ O	16,29	0,78	14,55	16,31
Na ₂ CO ₃	—	—	13,17	7,48
K ₂ O	—	20,16	—	—
CaO	—	—	1,06	—
Al ₂ O ₃	26,54	27,06	25,09	26,84
SiO ₂	48,55	49,12	40,32	43,03
H ₂ O	8,72	1,95	6,61	6,36
	100,10	99,07	100,80	100,02

¹⁾ J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **39**, 570 (1887).

6. Der Skapolith von Ersby bei 210–220° durch 956 Stunden mit 10%iger Na_2SO_4 -Lösung behandelt. Das neugebildete Silicat war in unregelmäßigen Körnern ausgebildet und ist wahrscheinlich mit dem des Versuches 4 übereinstimmend.

7. Dieses Produkt geht durch Behandlung mit KCl-Lösung bei derselben Temperatur durch 100 Stunden in das Silicat 7 über, wobei KOH abgespalten wird.

8. Der Skapolith von Ersby bei 210–220° durch 460 Stunden mit 16%iger Na_2CO_3 -Lösung behandelt, wobei bedeutende Mengen von SiO_2 abgespalten werden. Es bildete sich Cancrinit in feinen Säulchen; derselbe gelatiniert mit HCl.

9. Das in Versuch 6 erhaltene Produkt wurde durch 165 Stunden bei 210–215° mit 18%iger Na_2CO_3 -Lösung behandelt und wird unter Abspaltung von Kieselsäure in einen Cancrinit übergeführt, welcher in kleinen Säulen kristallisiert. Er ist jedoch mit dem Silicat des Versuches 6 vermennt.

Weitere Versuche von J. Lemberg wurden an Skapolith von St. Lawrence Co. ausgeführt.

	10.	11.	12.
Na_2O	6,29	14,19	—
NaCl	3,69	—	—
K_2O	0,73	—	21,38
CaO	9,38	—	—
Al_2O_3	23,62	23,61	24,18
SiO_2	55,04	53,67	53,78
H_2O	0,28	8,53	0,66
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,03	100,00	100,00

10. Skapolith von St. Lawrence Co.

11. Dieser durch 297 Stunden mit 8%iger Na_2CO_3 -Lösung bei 215° behandelt. Es bildete sich unter Abspaltung von SiO_2 ein in unregelmäßigen Körnern auftretender normaler Analcim.

12. Der bei Versuch 11 erhaltene Analcim durch 100 stündige Behandlung mit KCl-Lösung bei 210° in einen Leucit übergeführt.

	13.	14.	15.	16.	17.
Na_2O	—	12,01	14,35	—	—
K_2O	19,40	0,80	—	21,43	19,17
Al_2O_3	21,89	21,97	24,10	24,31	21,26
SiO_2	49,98	49,72	53,06	53,79	48,80
H_2O	8,73	15,50	8,49	0,47	10,77
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

13. Der Skapolith von St. Lawrence Co. bei 220° durch 300 Stunden mit 10%iger K_2CO_3 -Lösung behandelt. Es bildeten sich unregelmäßige Körner, welche in ihrer chemischen Zusammensetzung mit einem aus Andesin erhaltenen Produkt übereinstimmten.

14. Das Produkt des Versuches 13 11 Tage lang bei 100° mit Kochsalzlösung erhitzt.

15. Das Produkt des vorigen Versuches analcimisiert (100 Stunden).

16. Das Produkt des Versuches 15 durch 78 Stunden mit KCl-Lösung bei 200° behandelt.

17. Das geglühte Skapolithpulver 290 Stunden mit der K_2CO_3 -Lösung bei 220° erhitzt.

Synthese.

Die mannigfaltigen Versuche zur Synthese des Skapoliths haben zur Herstellung ähnlicher Produkte geführt, doch kann die Synthese noch nicht als sicher gelten, da die Identifizierung mit dem Skapolith bei den erhaltenen

Produkten nicht vollständig gelungen ist. Die meisten Versuche beziehen sich auf Meionit.

L. Bourgeois¹⁾ hat die Bestandteile des Meionits im Fourquignonofen zusammengeschmolzen und hat ein tetragonales Produkt erhalten, welches als optisch einachsig erkannt wurde: jedoch waren die Kristalle optisch positiv, während der natürliche Meionit optisch negativ ist. Es würde sich also um ein optisch abweichendes Produkt handeln. Bei einigen Versuchen erinnerten die Kristallskelette an Nephelin.

Die chemische Analyse ergab²⁾:

Na ₂ O	2,4
CaO	22,1
Al ₂ O ₃	30,6
SiO ₂	40,8

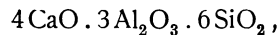
Das Produkt gelatiniert mit Salzsäure.

Als L. Bourgeois jedoch einen reinen Calcium-Meionit ohne Natron herstellen wollte, erhielt er Anorthit.

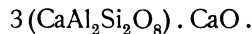
C. Doelter und E. Hussak³⁾ erhielten bei ihren Umschmelzungsversuchen von Granat und Vesuvian Produkte, welche mit Meionit Ähnlichkeit hatten und vielleicht mit den von L. Bourgeois erhaltenen Produkten übereinstimmen.

C. Doelter⁴⁾ hat Versuche zur Synthese des Skapoliths ausgeführt. Die Umschmelzung des Skapoliths sowie des Meionits ergab ein dem ursprünglichen Mineral ähnliches tetragonales Produkt.

Das Zusammenschmelzen einer Mischung:

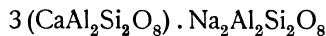


wie sie die G. Tschermaksche Theorie verlangt, ergab ein tetragonales Mineral mit Spaltbarkeit nach dem Prisma, welches als meionitähnlich zu deuten ist. Dasselbe Resultat ergab sich beim Zusammenschmelzen von:



Ferner wurde das Anorthitsilicat mit Chlornatrium zusammengeschmolzen, wobei sich optisch einachsige tetragonale Säulen bildeten.

Das Marialithsilicat darzustellen, gelang nicht. Die Mischung:



ergab ein Schmelzprodukt, welches zum größten Teil ebenfalls kristallin war, aber es waren nur Kristallskelette.

Den neueren Theorien entsprechend müßten die Versuche unter Einwirkung von Kohlensäure ausgeführt werden.

H. Leitmeier⁵⁾ hat die Bestandteile des Borgströmschen Carbonatmeionits nach Abrechnung von CO₂ in einer Kohlensäureatmosphäre geschmolzen und darin langsam erstarren gelassen; es hatte sich aber nur Glas und leistenförmige Anorthitkristalle — wie die optische Untersuchung ergab — gebildet.

¹⁾ L. Bourgeois, Bull. Soc. min. **5**, 15 (1882).

²⁾ Nach F. Fouqué u. A. Michel-Lévy, Synth. d. min. (Paris 1882), 158.

³⁾ C. Doelter u. E. Hussak, N. JB. Min. etc. 1884, I, 18.

⁴⁾ C. Doelter, N. JB. Min. etc. 1897, I, 14.

⁵⁾ H. Leitmeier unveröffentlicht.

Vorkommen und Genesis.

Skapolith kommt in vulkanischen Auswürflingen als Kontaktprodukt von Tiefengesteinen und Kalksteinen vor. In vulkanischen Gesteinen kommt er als primäres Mineral nicht vor, da die betreffenden Vorkommen bisher als Umwandlungsprodukte von Feldspaten gedeutet wurden. In der Tat scheint sich Skapolith häufig als Umwandlungsprodukt solcher zu bilden.

Als primärer Gesteinsgemengteil kommt dieses Silicat namentlich in kristallinen Schiefeln und namentlich in solchen, welche Kalksteineinlagerungen enthalten, vor, oder in solchen, welche kalkreich sind. So kommt Skapolith in kalkreichen Gneisen vor und haben u. a. F. Becke,¹⁾ A. Lacroix²⁾ und A. E. Törnebohm³⁾ derartige Vorkommen beschrieben.

Sehr viele Skapolithvorkommen sind auch an Amphibolite gebunden. Daß er in kontaktmetamorphen Kalksteinen vorkommt, braucht nicht besonders erwähnt zu werden.

Was nun die Genesis anbelangt, so können wir leider aus den synthetischen Versuchen nicht vieles ableiten, weil die Identifizierung mit Skapolith bisher nicht genau für die erhaltenen Kunstprodukte vorgenommen wurde. Indessen verweise ich auf den S. 1035 angeführten, von mir ausgeführten Versuch der Umschmelzung des Skapoliths. Versuche mit Skapolith in einer Kohlensäureatmosphäre wären vielleicht zweckmäßig. Es scheint aber, daß aus einem „trockenen“ Schmelzfluß sich das Mineral nicht bildet, was im Hinblick auf die Bestandteile Kohlensäure, Schwefelsäureanhydrid und Chlor begrifflich erscheint.

Da die synthetischen Versuche keinen genügenden Aufschluß geben, so sind wir auf die Beobachtungen in der Natur angewiesen.

Die Skapolithe aus Auswürflingen und in Kontaktkalksteinen entstanden auf dem Wege der Kontaktmetamorphose; wir können uns jedoch über die Vorgänge bei derselben keine richtige Vorstellung machen. Handelt es sich um einen Schmelzfluß, bei welchem die Kristallisatoren, hier also besonders Chlor, Schwefelsäureanhydrid und Kohlensäure, welche vielleicht aus dem Kalkstein stammt, zugegen waren?

Man kann die Vorgänge auch als pneumatolytische deuten, womit aber wieder keine genauere Vorstellung der physikalisch-chemischen Vorgänge verbunden ist.

Vielleicht ist am wahrscheinlichsten ein Schmelzfluß bei Gegenwart von viel Chlor, SO_3 , wobei Calciumcarbonat in einer Kohlensäureatmosphäre unter Druck mitwirkte.

Es gibt aber noch andere Möglichkeiten, wie sie in letzter Zeit von N. Sundius besprochen wurden. Er verweist auf die Skapolithbildung in den norwegischen Apatitgängen. Die wirksamen Lösungen oder Gase rührten in diesem Falle von basischen Intrusivgesteinen her, während durch V. M. Goldschmidt gezeigt wurde, daß auch saure Eruptivgesteine mitwirken können. Für die Skapolithe des Kirunagebietes in Schweden nimmt N. Sundius einfache Umkristallisierung an, die flüchtigen Stoffe stammen dabei aus den Gesteinen, bzw. aus dem Magma. Bei effusiven Gesteinen wäre dies nach N. Sundius nicht der Fall.

¹⁾ F. Becke, Tsch. min. Mit. **4**, 369 (1882).

²⁾ A. Lacroix, Bull. Soc. min. **12**, 83 (1889).

³⁾ A. E. Törnebohm, Geol. För. Förh. **6**, 193 (1882).

Endlich sei aber auch auf die Skapolithbildung durch Umwandlung hingewiesen, bei welcher heiße Lösungen, wahrscheinlich auch überhitztes Wasser, mitgewirkt haben. Skapolith kann sich in der Natur wohl aus Feldspaten auf diese Art bilden.

Im ganzen sind uns die näheren Vorgänge über Skapolithbildung noch recht unklar.

Paranthin.

δ	2,75
Na ₂ O	1,82
CaO	17,23
Al ₂ O ₃	34,03
SiO ₂	47,54
H ₂ O	1,02

Blaugrau aus einem Korundlager.

Von Clay Co., Nord-Carolina; anal. V. N. Berkley bei F. P. Dunnington, Am. Journ. Chem. Soc. Dez. 1892, 620; Z. Kryst. **23**, 504 (1894).

Sarkolith.

Tetragonal, hemiedrisch, nach F. Zambonini bipyramidal.

Achsenverhältnis $a:c = 1:0,88737$ (H. J. Brooke).

$a:c = 1:0,4183$ (P. Groth).

$a:c = 1:0,9861$ (F. Zambonini).

Der Sarkolith wird von manchen zur Skapolithgruppe gerechnet.

Analysen.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	2,93	3,30	4,43
K ₂ O	—	1,20	Spur
MgO	—	—	0,36
CaO	32,43	32,36	33,70
Al ₂ O ₃	24,50	21,54	21,63
SiO ₂	42,11	40,51	39,34
	101,97	98,91	99,46

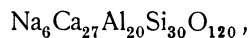
Sämtliche Analysen stammen vom Vesuv.

1. Anal. A. Scacchi, Quadri crist. Napoli 1842, 66.

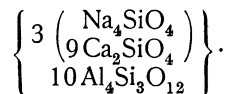
2. Anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **109**, 570 (1860).

3. Anal. A. Pauly, ZB. Min. etc. 1906, 266.

Formel. C. F. Rammelsberg¹⁾ stellt die Formel auf:

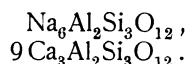


welche er schreibt:

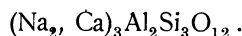


¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 1886, 207.

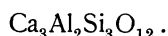
Oder auch:



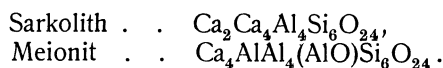
Die Formel wird jetzt geschrieben:



Reiner natriumfreier Sarkolith würde die Formel haben:



P. Groth¹⁾ vergleicht diese Formel mit jener des Meionits:



Nimmt man für den natriumfreien Sarkolith die Formel $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ an, so zeigt es sich, daß diese Verbindung dimorph ist, da, wie wir gesehen haben, daß der Calcium-Aluminium-Granat oder Grossular dieselbe Formel hat (vgl. S. 887). Für den natriumhaltigen Sarkolith hätten wir wohl eine Mischung zweier isomorpher Silicate, des eben genannten und des Natrium-Aluminium-silicats $\text{Na}_6\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ anzunehmen.

Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre zu weißem Email schmelzbar. Durch Salzsäure vollkommen unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzbar.

Dichte 2,545 nach H. J. Brooke, 2,936 nach A. Breithaupt, 2,932 nach C. F. Rammelsberg. F. Zambonini²⁾ fand nach der Schwebemethode 2,920; er ist der Ansicht, daß der von H. J. Brooke gegebene Wert ein irrthümlicher ist.

Härte 5—6. Ohne wahrnehmbare Spaltbarkeit. Spröde. Bruch muschelrig.

Farbe fleisch- bis rosenrot; auch aschgrau. Glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend.

Brechungsquotienten. A. Pauly³⁾ fand:

$$N_\omega = 1,6404 \quad N_\varepsilon = 1,6566 \quad \text{für Natriumlicht.}$$

F. Zambonini fand die Werte:

	N_ω	N_ε
Lithiumlicht . .	1,6000	1,6111
Natriumlicht . .	1,6035	1,6147
Thalliumlicht . .	1,6067	1,6180

Doppelbrechung stark und positiv. Der Wert nach A. Pauly ist für Natriumlicht: 0,01626. F. Zambonini fand:

Lithiumlicht . .	$N_\varepsilon - N_\omega = 0,0111$
Natriumlicht . .	$N_\varepsilon - N_\omega = 0,0112$
Thalliumlicht . .	$N_\varepsilon - N_\omega = 0,0113$

¹⁾ P. Groth, Tabl. Syst. Genève 1904, 159.

²⁾ F. Zambonini, Miner. Vesuv. Napoli 1910, 250.

³⁾ A. Pauly, ZB. Min. etc. 1906, 266.

Synthese. Obgleich eine Synthese in der Literatur nicht angegeben wird, so wäre es nicht unmöglich, daß manches, was als Meionit gedeutet wurde, dem Sarkolith zuzuschreiben wäre.

Vorkommen und Genesis. Sarkolith kommt in den Sommaauswürflingen vor. A. Lacroix wies nach, daß das Gestein, in welchem sie sich bildeten, ein leucitreiches war, welches durch Zusammenschmelzen mit Kalkstein umgewandelt wurde. Der Sarkolith wird von vielen Mineralien begleitet, namentlich von Wollastonit, Davyn, Humboldtith. Er dürfte sich wohl aus Schmelzfluß gebildet haben, wobei die eingeschmolzenen Kalksteine an seiner Entstehung mitgewirkt haben dürften.

Kakoklas.

Synonym: Cacoclasite.

Tetragonal: Achsenverhältnis $a:c = 1:0,858$.

Analysen.

	1.	2.	3.
δ	—	3,337	3,222
Na ₂ O	0,32	Spur	0,31
K ₂ O	0,17	Spur	0,49
MgO	0,77	Spur	0,20
CaO	38,16	40,95	36,38
Al ₂ O ₃	19,79	17,34	19,63
Fe ₂ O ₃	1,33	0,51	0,39
SiO ₂	36,74	31,52	32,67
H ₂ O	0,23	1,04	2,28
CO ₂	—	6,73	4,25
P ₂ O ₅	2,49	2,19	3,36
	100,00	100,28 ¹⁾	99,96 ²⁾

Nach Abzug dieser Menge, sowie der als CaCO₃ berechneten Menge für die Kohlensäure, und der auf Apatit berechneten Phosphorsäuremenge ergibt sich folgende Zusammensetzung:

	2a.	3b.
Na ₂ O	—	0,44
K ₂ O	—	0,28
MgO	—	0,69
CaO	51,93	37,47
Al ₂ O ₃	30,45	27,68
Fe ₂ O ₃	0,90	0,55
SiO ₂	14,89	29,67
H ₂ O	1,83	3,22
	100,00	100,00

Sämtliche Analysen von Wakefield, Ottawa Co. (Canada).

1. Anal. I. R. Haines bei H. Carvill Lewis, Proc. Ac. Phil. 26. Nov. 1883 und Am. Nat. **18**, 416 (1884).

2. u. 3. Anal. F. A. Genth, Am. Journ. **38**, 198 (1889); Z. Kryst. **19**, 86 (1891).

¹⁾ Enthielt 23,04 % Quarz.

²⁾ Enthielt 11,63 % Quarz.

F. A. Genth hat auch die Molekularverhältnisse berechnet und fand für die beiden Analysen:

$$\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O}$$

2. . .	18 :	6	:	5	:	2
3. . .	12 :	5	:	8	:	3

Die Molekularverhältnisse sind keine einfachen, so daß F. A. Genth zu dem Schlusse gelangt, daß es sich um ein Gemenge eines unbekanntes Minerals mit Quarz, Apatit und Calcit handelt, welches die Form des Skapoliths besitzt. H. Carvill Lewis sah das Mineral als pseudomorph an und brachte es in Beziehung mit Gehlenit.

Eigenschaften. Ohne Spaltbarkeit. Härte 5—6. Dichte 3,057—3,337. Weiß bis graulichweiß, glas- bis harzglänzend.

Vor dem Lötrohre unter Anschwellen schmelzbar, in Säuren schwer löslich, jedoch nach dem Schmelzen mit Säuren gelatinierend.

Im blauen Kalkspat mit Spinell, Pyroxen, Graphit und Magneteisen vorkommend.

Didymolith (Didjumolit.)

Monoklin. Achsenverhältnis $a:b:c = 0,6006:1:0,2867$; $\beta = 106^\circ$.

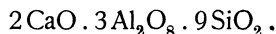
Analysen.

	1.	2.
MgO . . .	1,22	—
CaO . . .	10,83	12,70
Al ₂ O ₃ . . .	30,13	33,27
Fe ₂ O ₃ . . .	4,07	—
SiO ₂ . . .	53,33	54,03
	99,98 ¹⁾	

1. Im Kalkstein, nahe dem Nephelinsyenitkontakt am Fluß Tatarka, Jenisseisches Bergrevier (Sibirien); anal. A. Meister, Verh. d. k. russ. min. Ges. **46**, 151 (1908); Z. Kryst. **51**, 302 (1913).

2. Die Analyse 1 umgerechnet, indem Fe₂O₃ mit Al₂O₃ vereinigt und MgO zu CaO gerechnet wurde.

Formel. Aus den Zahlen 2 ergibt sich die Formel:



Eigenschaften. Kommt in Zwillingen vor. Zweiachsig.

Brechungsquotient $N_\beta = 1,5008$ und $1,58$, $N_\gamma - N_\alpha = 0,015$; $2V = 81^\circ 26\frac{1}{2}'$ Mittelwert. Doppelbrechung negativ.

Dunkelgrau, undurchsichtig. Durch Glühen wird er graulichweiß und durchsichtig.

Spröde, Härte 4—5, näher an 5.

¹⁾ Darin 0,40% Kohlenstoff.

In Säuren, mit Ausnahme von Flußsäure, unzersetzbar.

Vor dem Lötrohre an den Rändern schwer zu weißer, schlackiger Masse schmelzbar.

Das Mineral ist wahrscheinlich ein Kontaktprodukt, durch Nephelinsyenit hervorgerufen.

Außer dem Didymolith kommen an derselben Stelle noch zwei andere Mineralien vor, welche von ähnlicher Zusammensetzung sind, in welchen jedoch die Kalkerde durch Magnesia ersetzt ist, bei bedeutend niedrigerem Kieselsäuregehalt.

Die Analysen derselben ergaben:

K ₂ O	0,86	—
Na ₂ O	0,90	—
MgO	8,61	6,89
CaO	0,17	0,46
FeO	3,46	—
Al ₂ O ₃	31,65	44,68
Fe ₂ O ₃	1,09	9,52
SiO ₂	42,17	37,96
TiO ₂	0,50	—
Glühverlust	8,14	—
	98,92 ¹⁾	99,51

Guarinit.

Synonym: Hjortdahlit.

Rhombisch, holoëdrisch. $a:b:c = 0,9927:1:0,3701$.

Analysenmethode. Der Guarinit war von G. Guiscardi zuerst für ein Silicotitanat gehalten worden. G. T. Prior hat, um endgültig nachzuweisen, daß kein solches, sondern ein Silicozirkoniat vorliege, einen besonderen Analysengang ausgearbeitet. Das Mineralpulver wurde in konz. Schwefelsäure zersetzt, wobei, um das entweichende Siliciumfluorid aufzufangen, während der Zersetzung Kohlensäure durchgeleitet wird. Das mitgerissene Siliciumfluorid wird in Kaliumsiliciumfluorid umgewandelt. Alle Operationen in Platingefäßen ausgeführt. Übrigens ist schon durch die Analyse 2 bewiesen, daß nicht eine dimorphe Art mit Titanit vorliegt, wie G. Guiscardi glaubte. Der Guarinit wurde abwechselnd zu den Silicotitanaten, dann zu den reinen Silicaten und schließlich durch F. Zambonini²⁾ als identisch mit Hjortdahlit zu den Silicozirkoniaten gesetzt.

Die Zusammenstellung der Analysen zeigt die Wandlung der Ansichten. Daneben stelle ich die Analyse von Hjortdahlit.

¹⁾ Summe im Referat unrichtig.

²⁾ Nachdem F. Zambonini nachgewiesen hat, daß Hjortdahlit und Guarinit identisch sind, jedoch Guarinit kein einfaches Silicat, sondern ein Silicozirkoniat ist, wäre dieses Mineral bei der letzteren Gruppe richtig am Platze. Da Herr Prof. F. Zambonini, welcher diese Gruppe bearbeitet, (siehe Bd. III), ihn jedoch dort aus Versehen nicht einzureihen glaubte, möge er hier, wo er früher eingereicht worden war, angeführt sein.

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	6,13	6,53	—	6,57
K ₂ O	0,43	—	—	1,56
MgO	0,57	0,10	—	—
CaO	35,80	32,53	28,01	25,20
MnO	1,56	0,96	Spur	—
FeO	1,91	0,94	—	—
Al ₂ O ₃	—	—	—	25,37
Fe ₂ O ₃	—	0,34	Spur	1,69
SiO ₂	30,53	31,60	33,64	34,84
ZrO ₂	19,70	21,48	—	—
TiO ₂	—	1,50	33,92	—
Nb ₂ O ₅	1,68	—	—	—
Ta ₂ O ₅	0,21	—	—	—
H ₂ O	—	0,58	—	—
F	1,28	5,83	—	—
	99,80	102,39	95,57	99,91 *)
ab O=F ₂	0,54	2,43		
	99,26	99,96		

*) Außerdem noch 1,23% Y₂O₃ und 3,45% Ce₂O₃.

1. Vom Vesuv; anal. G. T. Prior, Min. Mag. **15**, 257 (1909); Z. Kryst. **50**, 203 (1912).

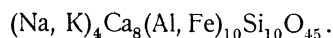
2. Hjortdahlit von Mittel-Arö im Langensundfjord; anal. H. T. Cleve bei W. C. Brögger, Z. Kryst. **16**, 367 (1890).

3. Vom Vesuv, Guarinit; anal. G. Guiscardi, Z. Dtsch. geol. Ges. **10**, 16 (1858).

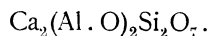
4. Von ebenda; anal. O. Rebuffat, Lav. chim. della Scuola Ingegn. Napoli 1894, 1.

Formel. Zuerst galt die Ansicht, daß die Formel des Guarinit die des Titanits sei: CaSiTiO₅.

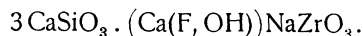
O. Rebuffat wies nach, daß keine Titansäure vorhanden sei, dagegen Tonerde. Demnach wäre der Guarinit ein Tonerdesilicat von der Formel:



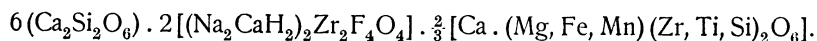
P. Groth schrieb die Formel:



Auf Grund dieser Analyse wurde der Guarinit mit Danburit zusammengestellt. Nachdem jedoch von G. T. Prior nachgewiesen wurde, daß ein Zirkonosilicat vorliege, ergibt sich aus dessen Analyse die Formel:



Für den Hjortdahlit hatte W. C. Brögger aus der Analyse von H. T. Cleve berechnet:



Demnach ist jetzt der Hjortdahlit überhaupt zu streichen, der Guarinit aber aus der Reihe der Kalk-Tonerdesilicate ebenfalls zu entfernen und zu den Silicozirkoniaten des Calciums einzureihen.

Eigenschaften. $\delta = 3,196-3,25$. Härte 6. Fettglanz bis Diamantglanz, Durchsichtig bis durchscheinend. Spaltbar nach (010). Brechungsquotienten $N_\beta = 1,68-1,71$.¹⁾

Doppelbrechung²⁾ $N_\gamma - N_\beta = 0,0047$; $N_\beta - N_\alpha = 0,0048$; $N_\gamma - N_\alpha = 0,0095$; nach F. Zambonini Pleochroismus.

Vor dem Lötrohre leicht schmelzbar, gibt gelblichweißes Email. In Säuren gelatinierend.

Vorkommen. Guarinit kommt mit Sanidin und Nephelin in den Auswürflingen der Somma vor, hat also eine Entstehung wie diese.

Hjortdahlit kommt ebenfalls mit Orthoklas und Eläolith vor, ebenso findet sich bei beiden der Titanit als Begleiter.

Hydroxylhaltige Calciumaluminium-orthosilicate.

Die wasserhaltigen Calcium-Aluminiumsilicate zerfallen in solche, welche Hydroxyl enthalten, welche also Wasser als Konstitutionswasser, wie dies in der älteren Ausdrucksweise bezeichnet wurde, enthalten und in solche, die Kristallwasser oder adsorbiertes (gelöstes Wasser) enthalten.

Zu den ersteren gehören die Sprödglimmer, der Epidot, der Prehnit, der Milarit, der Vesuvian und andere. Zu den eigentlichen wasserhaltigen Calcium-Aluminiumsilicaten gehören die Zeolithe und einige andere Mineralien.

Sprödglimmer.

Die Gruppe der Sprödglimmer umfaßt eine Anzahl hydroxylhaltiger Calcium-Aluminiumsilicate, nämlich Margarit, Xanthophyllit, Brandisit, Clintonit und Chloritoid.

Diese Mineralien stehen durch ihre Kristallform, durch ihre Spaltbarkeit den Glimmern nahe, unterscheiden sich aber chemisch; ferner wird auch als Unterschied von geringerer Bedeutung angeführt, daß sie nicht die Elastizität der Glimmer zeigen, da sie spröde sind. Auch ihre große Härte gegenüber der der Glimmer ist hervorzuheben.

Am meisten den Glimmern ähnlich ist der Margarit, welcher als Kalkglimmer bezeichnet wurde.

Kristallographisch ähneln sie den Glimmern, von welchen sie sich nur durch die Länge der Vertikalachse unterscheiden, welche ungefähr doppelt so groß ist wie die der Glimmer.

Das Achsenverhältnis dieser monoklin-holoedrischen Mineralien ist:

$$a : b : c = 0,5774 : 1 : 0,5773, \beta = 109^\circ 35\frac{1}{2}' \text{ (nach P. Groth).}$$

Ein Glied dieser Gruppe, der Chloritoid, enthält jedoch statt Kalkerde Eisenoxydul, muß also unserer Einteilung zufolge bei den Eisensilicaten betrachtet werden.

¹⁾ H. Rosenbusch u. E. A. Wülfing, Mikr. Phys. Stuttgart 1905, I, 1, 384.

²⁾ F. Zambonini, ZB. Min. etc. 1902, 528.

Bei Chloritoid werden auch die Eisenminerale Salmit, Venasquit, Sismondin und Masonit behandelt, welche auch als Varietäten des Chloritoids aufgefaßt werden. Sie unterscheiden sich indessen optisch vom Chloritoid.

Außer dem Kalkglimmer gehören hierher eine Anzahl von Mineralien, in welchen sowohl Kalk als auch Magnesia vertreten ist, die daher isomorphe Mischungen eines Calcium-Aluminiumsilicats mit einem analogen Magnesium-Aluminiumsilicat sind.

Margarit (Calcium-Aluminiumglimmer).

Monoklin-holoedrisch (Achsenverhältnis siehe S. 1043).

Synonym: Perlglimmer.

Varietäten: Clingmanit, Corundellit, Diphanit, Emerylith.

Analysenzusammenstellung.

Eine nähere chemisch begründete Unterscheidung in den Analysen läßt sich nicht durchführen, da die chemischen Unterschiede etwa im Gehalte an Eisenoxydul und Magnesia zu geringe sind, um eine Einteilung danach durchzuführen. Es bleibt daher nur eine geographische Einteilung zu treffen.

Ganz alte Analysen von Fundorten, von welchen neuere Analysen existieren, wurden weggelassen.

Europa.

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	1,87	2,01	0,74	2,38
K ₂ O	—	—	0,44	0,39
MgO	0,70	0,68	0,64	1,22
CaO	11,50	12,25	10,79	10,29
Al ₂ O ₃	50,24	51,66 ¹⁾	52,63	50,15
Fe ₂ O ₃	1,65	—	1,61	1,05
SiO ₂	28,47	28,64	29,57	30,11
F	—	—	0,13	0,14
H ₂ O	5,00	4,76	3,20	4,64
	99,43	100,00	99,75	100,37

Sämtliche vom Zillertal, am Greiner, im Chloritschiefer.

1. u. 2. Anal. L. Smith u. J. G. Brush, Am. Journ. **15**, 209 (1853).

3. Anal. Faltin, Z. ges. Naturw. **5**, 301 (1855).

4. Anal. Öllacher bei C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. 1875, 535.

	5.	6.	7.	8.	9.
Na ₂ O	1,25	—	—	2,86	2,31
MgO	0,48	—	—	Spur	—
CaO	10,82	11,92	10,80	10,84	11,57
Al ₂ O ₃	49,52	48,53	50,08	48,88	49,67
Fe ₂ O ₃	1,65	0,87	—	1,63	1,33
SiO ₂	30,02	28,90	30,10	29,87	30,22
H ₂ O	5,55	5,08	4,52	4,32	5,12
	99,29	95,30	95,50	98,40	100,22

¹⁾ Mit Fe₂O₃.

5. Aus der Smirgel-Fundstätte von Naxos, sog. Emerylith; anal. L. Smith, Am. Journ. 11, 59 (1851).

6. u. 7. Von ebenda; anal. wie oben.

8. Aus der Smirgel-Lagerstätte von der Insel Nikaria (Klein-Asien); anal. wie oben.

9. Von ebenda; anal. wie oben.

	10.	11.	12.
Na ₂ O	1,50	2,31	2,31
MgO	0,50	—	—
CaO	13,56	9,53	9,41
MnO	—	—	Spur
Al ₂ O ₃	50,88	48,21	48,80
Fe ₂ O ₃	1,78	2,81	1,50
SiO ₂	29,66	30,90	31,93
H ₂ O	3,41	4,61	3,62
	101,29	98,37	97,57

10. Vom Gümur-Dagh (Klein-Asien); anal. L. Smith, Am. Journ. 11, 59 (1851).

11. u. 12. Beide von ebenda; anal. wie oben.

Sibirien.

	13.	14.
δ	3,04—3,07	
Na ₂ O	3,76	—
MgO	0,36	—
CaO	10,41	13,11
MnO	Spur	1,05
FeO	—	3,02
Al ₂ O ₃	47,99	43,33
SiO ₂	32,31	34,02
H ₂ O	5,17	5,34
	100,00	99,87

13. Aus Chloritschiefer von der Bynarka (Ural); anal. A. Saytzeff, Z. Kryst. 15, 560 (1899).

14. Aus den Smaragdgruben der Takowaja (Ural), in Glimmerschiefer, sog. Diphanit; anal. Jewreinow, Pogg. Ann. 70, 554 (1847).

Nord-Amerika.

	15.	16.	17.	18.	19.
Li ₂ O	0,32	—	—	—	—
Na ₂ O	1,91	2,46	—	2,21	2,97
MgO	0,32	0,24	1,00	0,30	0,28
CaO	10,02	10,38	11,04	10,66	9,24
MnO	0,20	—	—	—	—
FeO	—	—	5,12	—	—
Al ₂ O ₃	48,87	53,84	46,58	49,24	51,20
Fe ₂ O ₃	2,50	0,30	—	—	—
SiO ₂	32,21	29,84	32,73	32,31	31,06
H ₂ O	4,61	1,32	4,49	5,27	5,27
	100,96	98,38	100,96	99,99	100,02

15. Von der Smirgelgrube Green Mountains bei Chester (Massas.); anal. L. Smith, Am. Journ. **42**, 90 (1866).

16. Anal. Jackson, ebenda 107.

17. Im Glimmerdiorit von Peekskill (N. York); anal. T. M. Chatard, ebenda **36**, 263 (1888).

18. u. 19. Beide Emerylith mit Korund zusammen von Village Green, Delaware Co. (Penns.); anal. Craw, Am. Journ. **8**, 379 (1849).

	20.	21.	22.	23.	24.
δ	3,055	3,064	3,087	—	—
Li ₂ O	—	—	0,45	—	—
Na ₂ O	2,19	1,22	0,67	—	2,74
K ₂ O	0,26	0,20	0,22	—	—
MgO	0,76	1,09	0,45	0,75	0,45
CaO	10,84	11,28	11,08	11,33	11,13
FeO	0,84	0,59	0,43	0,34	Spur
Al ₂ O ₃	49,83	51,19	52,47	49,57	49,51
Cr ₂ O ₃	—	0,13	—	—	—
SiO ₂	30,72	29,63	28,11	28,80	31,15
H ₂ O	6,21	4,73	6,43	6,64	5,68
	101,65	100,06	100,31	97,43	100,66

*) Davon 3,31% Korund.

20. u. 21. Beide von der Cullakenee Mine, Clay Co.; anal. F. A. Genth, wie Analyse Nr. 22.

22. Von der Culsagee Mine, Clay Co.; anal. F. A. Genth, Am. phil. Soc. 1873, 42.

23. Von ebenda; anal. T. M. Chatard, wie Analyse Nr. 22.

24. Mit Korund von Iredell Co. (N. Carol.); anal. T. M. Chatard, Am. Journ. **28**, 20 (1884). Auch bei F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. **419**, 291 (1910).

	25.	26.	27.
δ	—	—	3,025
Na ₂ O	2,27	2,47	4,74
K ₂ O	2,82	2,33	0,39
MgO	—	—	0,93
CaO	5,49	6,02	10,09
Al ₂ O ₃	48,02	48,19	45,96
Cr ₂ O ₃	—	—	0,02
Fe ₂ O ₃	1,03	1,43	1,29
SiO ₂	35,79	33,38	35,83
H ₂ O	5,40	5,56	2,85
	100,82	99,38	102,10

25. Umwandlungsprodukt von Andalusit, weiß, mit anderem Glimmer gemengt; anal. F. A. Genth, Am. Journ. **30**, 49 (1890).

26. Von ebenda; anal. De Benneville bei F. A. Genth, wie oben.

27. Mit Rubin auf den Goldfeldern am Back Creek, Prov. Westland (Neu-Seeland); anal. P. Marshall bei G. H. F. Ulrich, Min. Mag. **10**, 217 (1893); Z. Kryst. **25**, 299 (1896).¹⁾

¹⁾ Diese australische Analyse wurde hier eingefügt.

	28.	29.	30.	31.	32.
δ	—	—	—	3,004	3,085
Li ₂ O	—	—	—	—	0,38
Na ₂ O	6,15	2,26	1,64	1,18	0,67
K ₂ O	—	—	1,39	1,04	0,20
MgO	1,24	0,12	0,39	0,63	0,74
CaO	9,87	11,57	10,04	11,09	11,52
FeO	—	—	0,46	0,57	0,39
Al ₂ O ₃	48,40	50,03	48,55	49,28	52,44
SiO ₂	29,17	31,72	33,21	32,15	28,71
H ₂ O	3,99	4,88	4,59	4,16	5,40
HF	2,03	—	—	—	—
	100,85	100,58	100,27	100,10	100,45

28. Sogen. Clingmanit mit Korund von French Bread River, Madison, Bucombe (N. Carolina); anal. J. Silliman in J. D. Dana, Miner. 1850, 362.

29. Mit gelbem Korund von Gainesville (Georgia); anal. T. M. Chatard, Am. Journ. 28, 20 (1884).

30. Von ebenda; anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc. Sept. 1873, 42.

31. Von ebenda; anal. wie oben.

32. Weiß, mit Korund, von Dudleyville (Alabama); anal. F. A. Genth, wie oben.

	33.	34.	35.	36.	37.
Na ₂ O	1,22	2,23	1,62	—	4,78
K ₂ O	—	0,54	0,85	—	0,57
MgO	0,50	0,72	0,62	0,05	0,41
CaO	10,15	10,87	11,31	11,36	7,81
FeO	—	—	—	—	0,91
Al ₂ O ₃	51,60	51,40	50,57	54,28	49,62
SiO ₂	31,26	30,18	29,99	32,15	32,19
H ₂ O	4,27	4,52	5,14	0,50	3,93
	99,00	100,46	100,10	98,34	100,22

33. Von Village, grün, wie oben; anal. wie oben.

34. Von ebenda; anal. wie oben.

35. Corundellit mit Smirgel und Korund, von Unionville, Chester Co.; anal. Craw nach J. D. Dana, Miner. 1850, 362.

36. Von ebenda; anal. Hartshorne, wie oben.

37. Von ebenda; anal. F. A. Genth, Am. Phil. Soc. 1873, 42.

	38.	39.	40.	41.	42.
δ	—	—	—	—	2,990
Li ₂ O	0,36	—	—	—	—
Na ₂ O	0,96	1,34	1,72	2,66	2,61
K ₂ O	0,65	—	0,25	0,24	0,10
MgO	0,76	0,54	0,37	0,88	0,78
CaO	11,86	10,70	12,13	10,86	11,32
FeO	0,39	0,52	0,42	0,85	0,78
Al ₂ O ₃	49,33	51,01*)	50,86	47,24	48,73
SiO ₂	30,70	31,48	30,45	31,29	29,34
H ₂ O	5,91	3,94	4,48	5,92	6,55
	100,92	99,53	100,68	99,94	100,21

*) Davon 2,00% Korund.

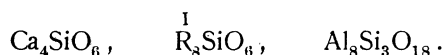
38. Von Unionville; anal. F. A. Genth, wie Analyse Nr. 37.
 39. Von ebenda; anal. G. A. König, wie oben.
 40. Von ebenda; anal. F. A. Genth, wie oben.
 41. Von ebenda; anal. T. M. Chatard bei F. A. Genth, wie oben.
 42. Von der Cullakenee Mine, Clay Co. (N. Carolina); anal. T. M. Chatard bei F. A. Genth, wie Analyse Nr. 37.

Formel.

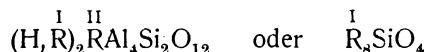
C. F. Rammelsberg¹⁾, welcher den Margarit zu den Glimmern rechnet, fand im Mittel für Margarit das Verhältnis $R:Si = 8:1$, wenn Aluminium und Calcium in ihre Äquivalente von R verwandelt werden.

Er fand $Ca:Al = 1:4$ oder $1:3$.

Das Verhältnis der angenommenen Silicate ist ein wechselndes. Diese sind:



Früher hatte C. F. Rammelsberg²⁾ die Formel:



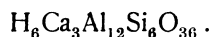
aufgestellt. Dabei nimmt er an, daß ein Teil des Wassers nicht zur Konstitution gehöre, was aber kaum wahrscheinlich sein dürfte.

Nach G. Tschermak³⁾ entsprechen die Analysen des Tiroler Margarits nahezu der Formel:

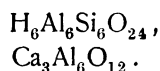


Doch bemerkt er, daß ein natriumhaltiges analoges Silicat in kleinen Mengen beigemischt ist.

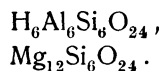
In seiner später erschienenen Arbeit⁴⁾ über die Clintonitgruppe nimmt er die dreifache Molekülgröße an, so daß die Formel wird:



Diese läßt sich als aus Silicat und Aluminat zusammengesetzt annehmen, so daß man hätte:



Man kann diese Formel der Magnesiumglimmerformel vergleichen:

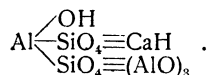


P. Groth nimmt die Formel: $R_2CaAl_4Si_2O_{12}$ an.

Konstitution.

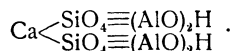
F. W. Clarke⁵⁾ hat eine Konstitutionsformel gegeben. Er geht von der empirischen Formel $H_2CaAl_4Si_2O_{12}$ aus und stellt eine der Glimmerformel ähnliche Konstitution auf. Diese Formel ist:

- ¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft II, 421 (1895).
²⁾ Derselbe, Min.-Chem., Erg.-Heft I, 123 (1886).
³⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 131 u. 167 (1879).
⁴⁾ Derselbe, Z. Kryst. **3**, 505 (1879).
⁵⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. **38**, 384 (1889).



Es gibt aber noch eine zweite Möglichkeit, wenn man von dem normalen Calciumsalz ausgeht; doch dürfte wegen des Vorkommens mit Diaspor die erste Formel die wahrscheinlichere sein.

Die zweite Möglichkeit ist folgende:

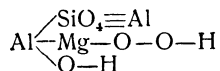


S. Weyberg¹⁾ nimmt eine Margaritsäure an, welcher er die Formel gibt:



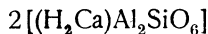
Er hat auch Versuche angestellt, um die Salze dieser Margaritsäure darzustellen. Er erhielt das Kalisalz dieser Säure aus Kaolin und Kaliumchromat. Dann wurden die Additionsprodukte mit CaCl_2 und CaBr_2 dargestellt. Bei letzterem Versuch erhielt er außer einem Salz $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7 \cdot \text{CaAl}_2\text{O}_4 \cdot \text{CaBr}_2$ eine tetragonal-prismatische Verbindung $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$. Indessen haben diese Versuche keinen Bezug auf den eigentlichen Margarit, der hydroxylhaltig ist.

F. L. Ransome und Ch. Palache²⁾ besprechen die Beziehungen zwischen Andalusit, Lawsonit und den Sprödglimmern, welchen sie die Konstitutionsformel



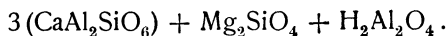
gaben.

Über die Konstitution des Margarits und der Sprödglimmer im allgemeinen hat sich auch F. J. Wiik³⁾ geäußert. Er nimmt die Formel



an und gibt für diese eine Konstitutionsformel auf Grund kristallographisch-chemischer Analogien.

Die Sprödglimmer haben die Formel⁴⁾:



R. Brauns⁵⁾ leitet die Formel des Margarits von der des Zinnwaldits ab, als empirische Formel nimmt er mit G. Tschermak



an. Aus dieser wird die Konstitutionsformel abgeleitet.

Chemische und physikalische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre unter Anschwellen nur an den Kanten schmelzbar. Im Kölbchen gibt er Wasser. Durch Säuren, namentlich durch konz.

¹⁾ S. Weyberg, Tr. Musée Géol. Pierre le gr., Acad. St. Pétersbourg **5**, 57 (1911); Z. Kryst. **53**, 611 (1914).

²⁾ F. L. Ransome u. Ch. Palache, Z. Kryst. **25**, 535 (1896).

³⁾ F. J. Wiik, Z. Kryst. **23**, 410 (1894).

⁴⁾ Im Original steht Mg_2SiO_4 , wohl ein Druckfehler.

⁵⁾ R. Brauns, N. JB. Min. etc. 1894, I, 241.

kochende Salzsäure wird er, wenn auch nur schwer, angegriffen, aber nur unvollkommen zersetzt. Nach A. Kenngott¹⁾ reagiert das Pulver deutlich alkalisch, nach dem Glühen jedoch schwächer.

Spaltbar nach der Tafelfläche vollkommen. Die Spaltblättchen sind spröde. Die Schlagfigur ist ähnlich der des Glimmers. Dichte 2,99—3,08. Härte 3,5—4,5.

Farbe weiß, rötlichweiß, gelblich, perlgrau. Durchscheinend bis durchsichtig. Strichfarbe weiß.

Glasglanz, auf der Spaltfläche Perlmutterglanz.

Die Ebene der optischen Achsen ist senkrecht zur Symmetrieebene. $N = 1,64—1,65$. (Nach F. Becke.)²⁾ Doppelbrechung schwach. $N_o - N_e = 0,009$. Optischer Charakter negativ. Achsenwinkel $2E = 109^\circ 32'$ bis $128^\circ 48'$ für rotes Licht nach A. Des Cloizeaux.³⁾ G. Tschermak⁴⁾ fand für gelbes Licht 120° . G. H. Williams⁵⁾ fand für Margarit von Peckshill den Wert von $114\frac{1}{2}^\circ$.

Synthese.

Nach K. v. Chroustchhoff⁶⁾ soll sich Margarit gebildet haben, als er nach seiner bei den Glimmern beschriebenen Methode Lepidolith mit alkalischen Erden zusammenschmolz. Eine in Aussicht gestellte Publikation über diesen Gegenstand ist jedoch nicht erschienen.

Umwandlung.

F. A. Genth⁷⁾ beobachtete die Umwandlung von Margarit in der Glimmer-varietät Dudleyit (vgl. bei Vermiculit etc. S. 731, Analyse Nr. 18). Bei der Umwandlung wurde der ganze Kalk durch Magnesia ersetzt.

Es gibt auch eine Pseudomorphose von Margarit nach Korund.

Vorkommen und Genesis.

Bei Betrachtung der Paragenesis fällt das konstante Vorkommen des Margarits mit Smirgel und Korund auf. Vereinzelt kommt er auch im Chlorit-schiefer vor. Wahrscheinlich hat er sich durch die Einwirkung von Silicat-lösungen auf Bauxit gebildet, wobei die Gegenwart von Calciumsalzen notwendig ist. Nähere Details dieser Reaktion fehlen. Man kann sich denken, daß die auf diese Weise gebildeten Produkte ebenso, wie der Bauxit sich in Smirgel umwandelte, bei erhöhter Temperatur und hohem Druck in Margarit umwandelten, wohl vermutlich aus dem kolloiden Zustande.

¹⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 770.

²⁾ F. Becke bei G. Tschermak, Z. Kryst. **2**, 47 (1878).

³⁾ A. Des Cloizeaux, Am. Journ. **44**, 283 (1867).

⁴⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **2**, 48 (1878).

⁵⁾ G. H. Williams, Am. Journ. **36**, 263 (1886).

⁶⁾ K. v. Chroustchhoff, Bull. Soc. min. **11**, 173 (1888).

⁷⁾ F. A. Genth, Am. phil. Soc. **13**, 404 (1873).

Brandisit.

Monoklin, Achsenverhältnis nicht bestimmt.

Synonym: Disterrit.

Analysen.

	1.	2.	3.
K ₂ O	0,57	—	—
MgO	25,01	20,46	21,78
CaO	4,00	12,14	2,53
FeO	—	1,62	—
Al ₂ O ₃	43,22	39,10	43,20
Fe ₂ O ₃	3,60	3,24	5,38
SiO ₂	20,00	18,75	22,83
H ₂ O	3,60	5,35	3,29
	100,00	100,66	99,01

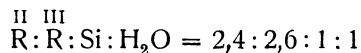
1. Vom Monzoni, Toal della Foja; anal. F. v. Kobell, Journ. prakt. Chem. **4**, 154.
2. Von ebenda; anal. L. Sipöcz bei G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 502 (1879).
3. Von Tiriolo (Catanzaro); anal. Ugo Panichi, R. Acc. d. Linc. **20**, 421 (1911); N. JB. Min. etc. 1912, II, 347.

Formel.

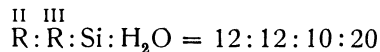
Die drei Analysen weichen voneinander ab, doch dürfte die von L. Sipöcz die einzige richtige sein.

Was die Analyse von Tiriolobrandisit anbelangt, so ist der geringe Kalkgehalt auffällig; da der Analytiker selbst die beginnende Verwitterung angibt, so dürfte bereits eine Auslaugung des Kalkes stattgefunden haben.

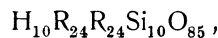
C. F. Rammelsberg¹⁾ nahm für Brandisit die Verhältniszahlen



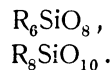
an. Nimmt man das Verhältnis:



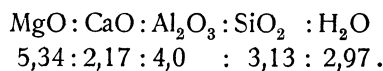
an, so ergibt sich für Seyberthit, Xanthophyllit und Brandisit:



was einem Silicat $\overset{\text{II}}{\text{R}}_7\text{SiO}_9$ entspricht, das geschrieben werden kann:



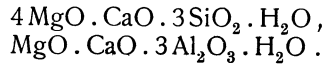
G. Tschermak²⁾ berechnet aus der Analyse von L. Sipöcz:



¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft II, 432 (1895); siehe auch Derselbe, Erg.-Heft I, 70 (1886).

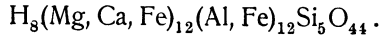
²⁾ G. Tschermak u. L. Sipöcz, Z. Kryst. **3**, 502 (1899).

Eine einfache Formel läßt sich aus diesen Zahlen nicht berechnen, wodurch die Vermutung begründet wird, daß es sich um eine isomorphe Mischung von zwei verschiedenen Verbindungen handelt. Sowohl Seyberthit als auch Brandisit haben die Zusammensetzung:



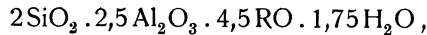
Die Berechnung der Analyse stimmt gut mit diesen Formeln überein, wenn man statt des Eisenoxyds die äquivalente Menge von Tonerde und statt des Eisenoxyduls die äquivalente Menge von Magnesia einsetzt.

P. Groth¹⁾ schreibt die Formel des Brandisits:

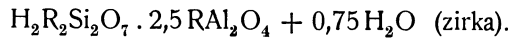


F. W. Clarke²⁾ nimmt für Brandisit eine ähnliche Formel wie für Seyberthit an, nur unterscheidet sich diese dadurch, daß ein Viertel des R durch H₂ ersetzt wird.

Auch F. Zambonini³⁾ hat sich mit der Formel des Brandisits beschäftigt. Aus der L. Sipöczschen Analyse leitet er die Formel ab:



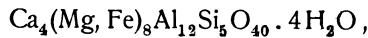
welche analog der Xanthophyllitformel (vgl. S. 1057) sich schreiben läßt:



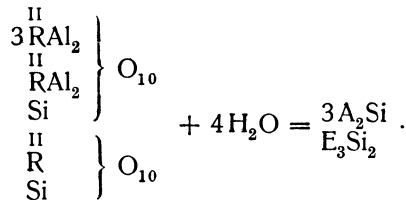
Wenn man das Ganze R = Mg setzt (was jedoch meiner Ansicht nach nicht zulässig ist), so erhält man die Werte unter I, wenn man Fe = Mg setzt, die Werte unter II.

	I	II	
MgO	30,81	31,56	
Al ₂ O ₃	43,35	43,17	
SiO ₂	20,49	20,46	
H ₂ O	5,35	5,61	
	100,00	100,80	(Im Original 100,00)

V. Goldschmidt⁴⁾ nimmt für Brandisit bzw. Clintonit folgende Formel an:



welche er konstitutiv folgendermaßen schreibt:



Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre unsmelzbar, doch wird er weiß. Im Kölbchen gibt er etwas Wasser. Von konz. Schwefelsäure wird er angegriffen, durch

1) P. Groth, *Tabl. systémat.* Genève 1904, 134.
 2) F. W. Clarke, l. c. (vgl. S. 1053).
 3) F. Zambonini, *Atti R. Acc. Napoli* 14, 356 (1908).
 4) V. Goldschmidt, *Z. Kryst.* 17, 58 (1890).

Salzsäure weniger, doch scheint dies von dem Zersetzungszustande abzuhängen, da L. Sipöcz¹⁾ bei frischem Brandisit eine Zersetzbarkeit bei Anwendung von konz. Salzsäure konstatierte.

Spaltbar nach der Basis, weniger gut als bei Xanthophyllit. Bruch muschelrig, zerbrechlich.

Dichte 3,0—3,062 nach K. v. Hauer, 3,09 nach L. Sipöcz. Härte 5 auf der Basis, auf den Seitenflächen 6.

Optische Eigenschaften. Ebene der optischen Achsen die Symmetrieebene. Achsenwinkel $2E = 18-35^\circ$ nach G. Tschermak.²⁾ A. Des Cloizeaux³⁾ konstatierte in manchen Kristallen einen Achsenwinkel $= 0^\circ$, in anderen bis 30° . Eine Zunahme des Winkels bei Temperaturerhöhung konnte er nicht mit Sicherheit ausfindig machen. Pleochroismus bei frischen Kristallen vorhanden. Glasglanz, wenig durchsichtig. Farbe lauchgrün bis schwarzgrün.

Vorkommen. Brandisit findet sich im Toal delle Foja am Kontakt des Kalksteins mit Monzonit, zusammen mit Fassait und Pleonast.

Umwandlung. P. v. Sustchinsky beschreibt eine Umwandlung in Chlorit; eine solche dürfte auch bei dem Material von Tiriolo (Analyse Nr. 3) vorgelegen haben, dadurch erklärt sich der hohe Magnesiumgehalt.

A. Müller⁴⁾ erwähnt dagegen Umwandlung des Fassaits in Brandisit, Kieselsäure und Kalk sind entfernt, Magnesia und Tonerde aufgenommen.

Clintonit. Seyberthit.

Synonyma: Chrysophan, Holmesit, Holmit.

Monoklin. Achsenverhältnis nicht genau bekannt.

Analysen.

Wir unterscheiden solche, bei denen reichliche Mengen von Magnesium vorhanden sind und magnesiumarme.

A. Magnesiumreiche.

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	—	1,14	1,14	—
K ₂ O	—	0,29	0,29	—
MgO	24,3	20,84	21,65	21,09
CaO	10,7	13,69	13,35	13,11
MnO	—	—	—	—
FeO	5,0	—	—	1,88
Al ₂ O ₃	37,6	39,13	38,68	39,73
Fe ₂ O ₃	—	3,27	3,48	0,61
SiO ₂	17,0	20,24	20,13	19,19
ZrO ₂	—	0,73	0,68	—
F	—	—	—	1,26
H ₂ O	3,6	1,04	1,05	4,85
	98,2	100,37	100,45	101,72

¹⁾ L. Sipöcz bei G. Tschermak, Z. Kryst. I. c.

²⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. 3, 501 (1879).

³⁾ A. Des Cloizeaux, Man. de Minér. 1862, 467.

⁴⁾ A. Müller nach R. Blum, Pseudomorphosen 3, 94 u. N. JB. Min. etc. 1858, 692.

1. Von Amity (N. York), in einem körnigen Kalkstein, welcher vom Serpentin durchsetzt wird; anal. Clemson, Ann. des mines **2**, 493 (1832).
2. Von ebenda; anal. G. J. Brush, Am. Journ. **18**, 407 (1854).
3. Von ebenda; anal. wie oben.
4. Von ebenda; anal. L. Sipöcz, Z. Kryst. **3**, 502 (1879).

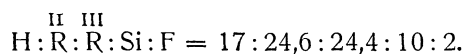
B. Magnesiumarme.

	5.	6.
MgO	9,05	9,8
CaO	11,45	12,5
MnO	1,35	—
Al ₂ O ₃	44,75	46,7
Fe ₂ O ₃	4,80	4,3
SiO ₂	19,35	21,4
ZrO ₂	2,05	—
HF	0,90	—
H ₂ O	4,55	—
Natron u. Glühverlust	—	3,5
	98,25	98,2

5. Von Amity; anal. Richardson, Rec. Gen. Sc. May, 1836.
6. Von ebenda; anal. R. Plattner bei A. Breithaupt, Min. 1841, II, 385.

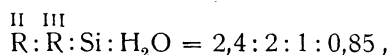
Formel.

C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnet für Seyberthit das Verhältnis:

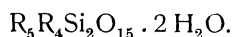


Er nimmt dasselbe Verhältnis wie für Brandisit und auch dieselbe Formel an.

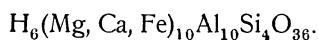
In einer späteren Arbeit²⁾ stellt er das Verhältnis auf:



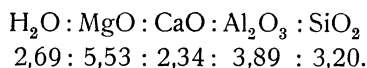
welches sich auf 2,5 : 2 : 1 : 1 vereinfachen läßt. Dann ist die Formel:



P. Groth³⁾ schreibt die Formel:



G. Tschermak⁴⁾ berechnet das Verhältnis:



Die zwei Verbindungen des Seyberthits sind dieselben, welche im Brandisit vorliegen.

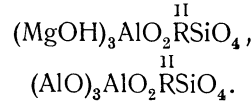
¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 1886, 70.

²⁾ Derselbe, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 433.

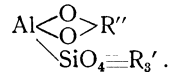
³⁾ P. Groth, Tabl. System. Genève 1904, 134.

⁴⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 501 (1879).

F. W. Clarke¹⁾ stellt die Formel aus einer Mischung folgender Verbindungen dar:



Die Konstitutionsformel für alle diese Silicate ist:



F. Zambonini²⁾ schreibt die Formel des Seyberthits analog den Formeln des Brandisits und Xanthophyllits, unter der Annahme, welche er durch seine Versuche an letzterem Mineral begründet, daß nicht das ganze Wasser, sondern nur ein Teil desselben als Konstitutionswasser zu betrachten ist:



Die Werte dieser Formel ergeben sich unter I, während, wenn man MgO, CaO und FeO zusammenzieht und als MgO allein berechnet, ferner wenn man Wasserstoff und Fluor zusammenzieht, sich die unter II angegebenen Werte ergeben:

	I	II	
MgO	30,67	32,58	
Al ₂ O ₃	41,80	41,39	
SiO ₂	21,20	19,79	
H ₂ O	6,33	6,24	
	100,00	100,00	

Die Übereinstimmung mit der Analyse von L. Sipöcz ist aber keine große, besser würde nach F. Zambonini die Übereinstimmung mit der Analyse von G. J. Brush sein.

Ich bin, wie F. Zambonini der Ansicht, daß eine neue Analyse zur Aufklärung wünschenswert wäre. Auch wären direkte Versuche über die Deshydratation erwünscht.

Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre weiß und undurchsichtig werdend, unschmelzbar. Im Kölbchen gibt Clintonit etwas Wasser.

Durch heiße, konzentrierte Salzsäure wird er leicht und vollkommen zersetzt.

Vollkommen nach der Basis spaltbar, Schlag- und Druckfigur wie bei Brandisit. Noch spröder als Brandisit und Xanthophyllit.

Dichte 3,1. Härte 4—5. Glasglanz, auf der Basis schwach metallisch. Durchscheinend bis durchsichtig. Farbe rötlich- bis gelblichbraun, auch kupferrot.

Optische Eigenschaften. Die Ebene der optischen Achsen ist senkrecht zur Symmetrieebene. Erste Mittellinie negativ.

¹⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. **38**, 384 (1889); Z. Kryst. **19**, 653 (1891).

²⁾ F. Zambonini, Atti R. Accad. Napoli **14**, 35 (1908).

Winkel $2E = 3-13^\circ$. Bei Temperaturerhöhung zunehmend. Nach A. Des Cloizeaux¹⁾ ist

bei $21\frac{1}{2}^\circ$ $2E = 20^\circ 23'$; bei $95\frac{1}{2}^\circ$ $2E = 20^\circ 32'$; bei 171° $2E = 20^\circ 40'$.

Alle Bestimmungen gelten für rotes Licht.

A. Michel-Lévy und A. Lacroix²⁾ fanden für die Brechungsquotienten:

$$N_\alpha = 1,646; \quad N_\beta = 1,657; \quad N_\gamma = 1,658.$$

Pleochroitisch.

F. J. Wiik fand auf der Basis sechsseitige Schlagfiguren.

Vorkommen. Kommt in einem durch Serpentin durchsetzten Kalkstein vor. Zusammen mit ihm finden sich: Chondroit, Amphibol, Spinell, Pyroxen und Graphit.

Xanthophyllit.

Monoklin. $a:b:c = 0,57736:1:0,62214$ (nach N. v. Kokscharow), $\beta = 90^\circ$. Vgl. auch S. 1043.

Synonym: Waluewit.

Analysen.

Nur die von A. Knop veröffentlichten Analysen zeigen keine Magnesia, in allen übrigen finden wir davon bedeutende Mengen.

	1.	2.	3.
Na ₂ O	—	0,62	0,55
MgO	21,24	19,47	19,43
CaO	11,37	14,50	12,15
FeO	2,12	2,49	2,73
Al ₂ O ₃	44,00	43,17	44,96
SiO ₂	17,05	16,41	16,20
H ₂ O	4,21	4,45	4,33
	99,99	101,11	100,35

1. Xanthophyllit vom Schischimserberg (Ural); anal. Meitzendorf bei G. Rose, Reise nach d. Ural (1) Bd. II, 527 (1842).

2. Von ebenda; anal. wie oben.

3. Von ebenda; anal. Meitzendorf, Pogg. Ann. **58**, 164 (1843).

	4.	5.	6.
MgO	20,61	20,9	20,97
CaO	11,95	11,5	13,25
Al ₂ O ₃	44,18	43,6	43,51
Fe ₂ O ₃	3,53	2,9	1,72
SiO ₂	17,42	17,7	15,55
H ₂ O	2,61	2,5	4,87
	100,30	99,1	99,87

4. Vom Schischimserberg bei Slatoust (Ural); anal. G. Wagner bei A. Knop, N. JB. Min. etc. 1872, 788.

5. Von ebenda; anal. O. Schiefferdecker bei A. Knop, wie oben.

6. Von ebenda; anal. P. D. Nikolajew, Verh. Russ. min. Ges. **19**, 28 (1884).

¹⁾ A. Des Cloizeaux, Nouvelles rech. Inst. **18**, 562.

²⁾ A. Michel-Lévy u. A. Lacroix, Min. des roches (Paris 1888); 172.

	7.	8.
CaO	11,49	11,50
Fe ₂ O ₃	3,00	2,10
SiO ₂	16,38	16,04
H ₂ O	1,35	2,08

7. u. 8. Unvollständige Analysen von A. Knop, von Slatoust (Ural); N. JB. Min. etc. 1872, 788.

	9.	10.	11.	12.
			Varietät Waluewit	
Na ₂ O	—	—	1,86	—
K ₂ O	—	—	0,43	—
MgO	17,47	20,38	19,56	20,77
CaO	13,00	13,04	12,90	13,30
FeO	0,33	0,60	0,58	0,20
Al ₂ O ₃	43,55	43,40	40,40	42,33
SiO ₂	16,90	16,39	17,09	16,85
Fe ₂ O ₃	2,31	1,57	1,99	2,35
H ₂ O	5,07	4,40	4,60*)	0,16
Cl	—	—	0,25	4,44**)
	98,63	99,78	99,66	100,40

9. Alle von der Nikolajew-Maximilianowschen Grube bei Slatoust, im Chlorit-schiefer; anal. P. D. Nikolajew, Verh. Russ. min. Ges. 11, 355 (1876).

10. Anal. wie oben 18, 226 (1883).

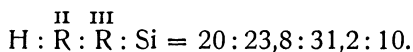
11. Anal. R. Schlaepfer, Inaug.-Diss. 1889; N. JB. Min. etc. 1891, I, 8. *) Glühverlust.

12. Anal. T. W. Clarke u. E. A. Schneider, Am. Journ. 43, 378 (1892).

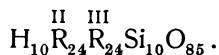
***) Glühverlust.

Formel.

C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnete die Analyse von P. D. Nikolajew:



Daraus wird dieselbe Formel, wie bei Seyberthit berechnet:



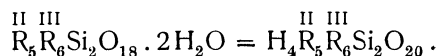
In seinem zweiten Ergänzungsheft²⁾ findet er für die vorhandenen Analysen folgendes:

	II III	
Analytiker	R : R : Si : H ₂ O	Ca : Mg
Meitzendorf	2,7 : 3,2 : 1 : 0,9	1 : 2,2
P. D. Nikolajew a	2,7 : 3,2 : 1 : 0,9	1 : 2,2
P. D. Nikolajew b	2,9 : 3,4 : 1 : 1	1 : 2,2
P. D. Nikolajew c	2,4 : 3 : 1 : 1	1 : 2
G. Wagner	2,5 : 3,2 : 1 : 0,5	1 : 2,2
O. Schiefferdecker	2,5 : 2,8 : 1 : 0,5	1 : 2,5
R. Schlaepfer	2,5 : 3 : 1 : 0,6	1 : 2,1
F. W. Clarke	2,7 : 3 : 1 : 0,9	1 : 2,1
Mittelwert	2,5 : 3 : 1	

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft I, 71 (1886).

²⁾ Derselbe, Heft II, 1895, 432.

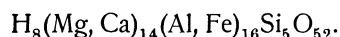
Die Formel ist:



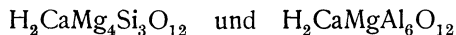
G. Tschermak¹⁾ bemerkt, daß sich die Analysen des Xanthophyllits nicht vollständig zu einer genauen Berechnung eignen, da teils die Trennung der Eisenoxyde nicht durchgeführt ist, teils ein Verlust zu konstatieren ist, wie bei Analyse Nr. 9.

Es werden die beiden Verbindungen, welche bei Seyberthit und Brandisit angenommen werden, als Komponenten adoptiert, wobei sich das Verhältnis Silicat zu Aluminat wie 5:8 herausstellt. Mit dieser Annahme stimmen Berechnung und Analyse gut überein.

P. Groth²⁾ nimmt folgende Formel an:



F. W. Clarke³⁾ nimmt wie im Seyberthit und Brandisit die Verbindungen von G. Tschermak:



als Komponenten an. Die Konstitutionsformel ist die S. 1055 angegebene.

Wassergehalt. F. Zambonini⁴⁾ hat die Deshydratation des Xanthophyllits vom Ural untersucht. Im feuchten Luftstrom erhielt er folgende Wasserverluste in Prozenten:

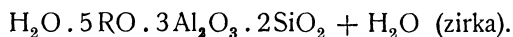
bei 130°	0,19%
210	0,31
256	0,37
350	0,51
450	0,64

Bei weiterer Erhitzung im Porzellantiegel über dem Bunsenbrenner konnte er 1,98% Wasserverlust konstatieren. Im Platintiegel über dem Gebläse verlor der Xanthophyllit schließlich 5,10%.

A. Knop⁵⁾ hatte die Werte: 1,35, 2,08, 2,61, 2,5% erhalten. Offenbar hatte er die Temperatur nicht genügend gesteigert. F. Zambonini schließt aus seinen Versuchen, daß nicht das ganze Wasser des Minerals als Konstitutionswasser zu betrachten ist, weil ein Teil davon kontinuierlich entweicht.

Bei Rotglut entweicht dann das gesamte übrige Wasser.

F. Zambonini stellt auf Grund seiner eben erwähnten Versuche über die Wasserabgabe des Xanthophyllits folgende Formel auf:



Wenn $\text{RO} = 5/7 \text{MgO} + 2/7 \text{CaO}$ oder wenn man die Proportion $\text{MgO}:\text{CaO}$ mit 0,68:0,32 annimmt, so bekommt man folgende Werte, welche mit den vorhandenen Analysen in Übereinstimmung sind:

¹⁾ G. Tschermak, Z. Kryst. **3**, 502 (1879).

²⁾ P. Groth, Tabl. Systém. Genève 1904, 134.

³⁾ F. W. Clarke, Am. Journ. **38**, 384 (1889); Z. Kryst. **19**, 653 (1891).

⁴⁾ F. Zambonini, Atti R. Accad. Napoli **14**, 32 (1908).

⁵⁾ A. Knop, N. JB. Min. etc. 1872, 785.

	1.	2.
MgO	20,96	19,87
CaO	11,65	13,00
Al ₂ O ₃	44,58	44,41
SiO ₂	17,57	17,50
H ₂ O	5,24	5,22
	100,00	100,00

Nur die Waluwitanalyse von P. D. Nikolajew und die von R. Schlaepfer weichen ab.

Die oben angegebene Formel läßt sich auch schreiben:



Einwirkung von Chlorammonium. Waluwit von Slatoust ergab bei Erhitzen mit Chlorammonium nach F. W. Clarke und G. Steiger¹⁾ (siehe Analyse Nr. 12) nur 0,48% CaO und 0,61% MgO. Die Zersetzung ist demnach nur eine schwache.

Eigenschaften.

Vollkommene Spaltbarkeit auf der Basis. Die Schlagfigur hat die Lage der Druckfigur des Glimmers. Durch Ätzen mit Schwefelsäure erhält man Vertiefungen von der Form dreiseitiger Pyramiden. Härte 4—5 auf der Basis, 5—6 auf den Seitenflächen.

Dichte 3,0—3,1. Farbe wachsgelb bei Xanthophyllit, auch farblos, bräunlich, grau, bis gelblichgrün. Der Waluwit ist lauch- bis flaschengrün. Glasglanz, auf der Basis Perlmutterglanz. Durchsichtig bis durchscheinend.

Die Symmetrieebene ist die der optischen Achsen. Die erste Mittellinie ist negativ. Winkel nach H. Bücking $2E = 20\frac{1}{2}^\circ$, nach G. Tschermak²⁾ $17—32^\circ$. Nach A. Des Cloizeaux³⁾ vergrößert sich der sehr kleine Achsenwinkel nur wenig bei Temperaturerhöhung. In einer späteren Arbeit erhielt er $2E = 20^\circ$ ungefähr für Rot, wobei er eine Verkleinerung um zirka 1 bei einer Temperatursteigerung von $26\frac{1}{2}$ bis $146\frac{1}{2}^\circ$ beobachtete. Pleochroismus stark.

Vor dem Lötrohre schmilzt er nicht, wird aber trübe und undurchsichtig. Die Boraxperle ist grün, beim Erkalten verblaßt die Farbe. In konz. Salzsäure unlöslich.

Wasserfrei wird das Mineral erst in der Weißglühhitze.

Vorkommen. Im Talkschiefer mit Magnetit, Chlorospinell und gelbem Granat. Der Waluwit kommt im Chloritschiefer zusammen mit Perowskit vor.

¹⁾ F. W. Clarke u. G. Steiger, Bull. géol. Surv. U.S. Nr. 207; Z. Kryst. **38**, 697 (1903).

²⁾ G. Tschermak, l. c.

³⁾ A. Des Cloizeaux, Man. de Minéral. 1862, 469. Derselbe, Nouv. recherches, Institut **18**, 616.

Weitere Hydrosilicate.

Lawsonit.

Rhombisch: $a:b:c = 0,6652:1:0,7385$. Nach F. L. Ransome.

Analysen.

	1.	2.	3.	4.	5.
δ	—	—	—	—	3,121
Na ₂ O	0,65	—	0,36	—	0,06
K ₂ O	—	—	Spur	—	0,23
MgO	0,23	—	0,18	0,25	0,17
CaO	18,26	17,83	18,14	18,23	17,52
MnO	—	—	—	—	Spur
FeO	—	—	—	—	0,10
Al ₂ O ₃	28,88	35,14	32,27	31,98	31,35
Fe ₂ O ₃	0,85	—	0,23	Spur	0,86
SiO ₂	38,10	37,32	38,37	38,21	38,45
TiO ₂	—	—	—	—	0,38
H ₂ O	11,42	11,21	11,02	11,24	11,21
	98,39	101,50	100,57	99,91	100,33

1. Ausgewählte Kristallbruchstücke von Reed Station (Marin Co., Calif.); anal. F. L. Ransome, Z. Kryst. **25**, 534 (1896).

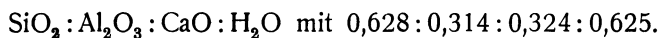
2. Aus dem Gestein durch Scheideflüssigkeit isoliert, von ebenda; anal. C. Palache, wie oben.

3. Von Rocca Niera (Italien); anal. F. Zambonini, R. Acc. d. Linc. **13**, 466 (1904); Z. Kryst. **42**, 60 (1907).

4. Vom Mairatal; anal. wie oben.

5. Von Marin Co.; anal. W. T. Schaller, Am. Journ. [4] **17**, 195 (1904); Z. Kryst. **42**, 292 (1907).

Formel. F. L. Ransome und Ch. Palache berechnen das Molekularverhältnis:



Daraus ergibt sich die Formel:



Dieselbe Formel nimmt W. T. Schaller an.

Die theoretische Zusammensetzung ist nach den ersten Autoren unter I, nach W. T. Schaller unter II angegeben.

	I.	II.
CaO	17,77	17,80
Al ₂ O ₃	32,69	32,44
SiO ₂	38,09	38,34
H ₂ O	11,45	11,42
	100,00	100,00

F. L. Ransome und Ch. Palache geben auch eine Konstitutionsformel. Man kann den Lawsonit sowohl als Metasilicat, als auch als Orthosilicat betrachten. Er steht jedoch zwischen Andalusit und den Sprödglimmern, und seine Konstitutionsformel wäre:

für den Melanit in Anspruch genommenen Bestandteile, welche durch die Analyse des isolierten Melanits durchgeführt worden war, daraus indirekt die chemische Zusammensetzung des Hibschts ermittelt.

Die so erhaltenen Zahlen sind:

MgO	2,64
CaO	13,72
Al ₂ O ₃	32,82
SiO ₂	37,12
H ₂ O	13,70
	100,00

Von Marienberg bei Aussig; anal. F. Cornu, Tsch. min. Mit. **25**, 254 (1906).

Daraus ergibt sich die chemische Übereinstimmung mit Lawsonit.

Eigenschaften. Härte zirka 6. Dichte zirka 3,5. Farblos, auch blaßgelb. Brechungsquotient zirka 1,67.

Vor dem Lötrohre sehr schwer schmelzbar. Im Kölbchen Wasser gebend. Mit Kobaltsolution Tonerdreaktion. Durch Farblösung wird Hibscht mit Fuchsinlösung angefärbt. Das Pulver zeigt saure Reaktion, geglüht jedoch alkalische Reaktion. Von Säuren stark angegriffen, auch von Essigsäure. Ebenso zersetzen ihn Alkalilösungen.

Milarit.

Hexagonal. Pseudohexagonal nach G. Tschermak.¹⁾

$a:c = 1:0,6620$ (F. Rinne). $1:0,66468$ (nach K. Busz).²⁾

Analysen.

	1.	2.	3.	4.
Na ₂ O	0,65	7,61	Spur	0,26
K ₂ O	5,74	—	4,86	4,32
MgO	0,20	—	Spur	Spur
CaO	10,05	11,27	11,65	11,32
Al ₂ O ₃	11,62	8,45	10,67	10,12
SiO ₂	70,04	71,12	71,81	72,79
H ₂ O	1,69	1,55	1,36	1,19
	99,99	100,00	100,35	100,00

Sämtliche vom Val Giuf (Graubünden) aus granitischem Gestein.

1. Anal. R. Finkener, N. JB. Min. etc. 1874, 62.
2. Anal. A. Frenzel, N. JB. Min. etc. 1873, 798.
3. Anal. E. Ludwig, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 349.
4. Anal. F. P. Treadwell, N. JB. Min. etc. 1892, 1, 168.

¹⁾ Vgl. G. Tschermak, Tsch. min. Mit., Beil. J. k. k. geol. R.A. 1877, 350; auch A. Des Cloizeaux, N. JB. Min. etc. 1878, 4 u. 370.

²⁾ K. Busz, ZB. Min. etc. 1906, 753.

Formel.

C. F. Rammelsberg¹⁾ berechnet die Analysen Nr. 1, 3 und 4:

	H, R: Ca: Al: Si
R. Finkener	3,6: 2 : 2 : 12
E. Ludwig	3,0: 2 : 2 : 12
F. P. Treadwell . .	3,0: 2 : 2 : 12

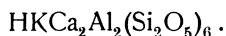
Die Formel ist:



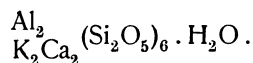
C. Hintze²⁾ schreibt:



P. Groth³⁾ schreibt die Formel:



Nach G. Cesàro⁴⁾ ist der Milarit ein Disilicat. Seine Zusammensetzung läßt sich ausdrücken durch die Formel:



Eigenschaften.

Keine wahrnehmbare Spaltbarkeit, Bruch muschelrig, spröde.

Dichte 2,5—2,6. Härte 5—6.

Farblos, wasserhell, optisch anomal, zeigt die Eigenschaften rhombischer oder monokliner Kristalle. Nach W. Ramsay⁵⁾ werden Platten parallel zur Basis bei Rotglut einachsrig.

Vor dem Lötrohre ist Milarit zu weißem, blasigem Glas schmelzbar, wobei er anschwillt. In der Phosphorsalzperle beobachtet man ein Kiesel-skelett. Im Kölbchen tritt erst bei starkem Glühen Wasser aus, wobei das Mineral weiß und undurchsichtig wird.

Durch Salzsäure zersetzbar. Nach A. Kenngott⁶⁾ reagiert das Pulver zwar schwach, aber doch deutlich alkalisch.

Vorkommen und Genesis. Milarit kommt mit Rauchquarz, Adular, Apatit, Titanit, Chlorit und Chabasit vor. Über seine Entstehung läßt sich nur sagen, daß sie ähnlich der der Drusenminerale im Granit sein dürfte (vgl. J. Königsberger, Bd. II, Abt. 1, S. 29).

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem., Erg.-Heft II, 465 (1895).

²⁾ C. Hintze, Miner. II, 1596.

³⁾ P. Groth, Tabl. systèm. Genève 1904, 162.

⁴⁾ G. Cesàro, Mém. Soc. Roy. Sc. Liège 5 [3], 1—30 (1904); Z. Kryst. 42, 201 (1907).

⁵⁾ W. Ramsay, Z. Kryst. 12, 521 (1887).

⁶⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1870, 80.

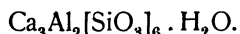
Bavenit.¹⁾Von **G. d'Achiardi** (Pisa).Monoklin. $a:b:c = 1,1751:1:0,7845$; $\beta = 89^{\circ} 17' 19''$.Wurde von E. Artini in den pegmatitischen Drusen des Pegmatits von Baveno, Italien (daher der Name), aufgefunden.²⁾

1. Analytische Resultate.

2. Theoretische Zusammensetzung.

	1.	2.
Na ₂ O . . .	0,29	—
K ₂ O . . .	Spur	—
MgO . . .	0,12	—
CaO . . .	24,47	25,85
Al ₂ O ₃ . . .	15,42	15,70
SiO ₂ . . .	56,93	55,68
H ₂ O . . .	2,49	2,77
	<hr/>	<hr/>
	99,72	100,00

Die theoretische Zusammensetzung entspricht der Formel:



Er schmilzt leicht vor dem Lötrohre, schwillt an; von Säuren wird er in Hitze, auch in Pulverform nur in geringem Maße angegriffen.

$$\delta = 2,72 \text{ (} 22^{\circ}\text{)},$$

$$\text{Härte} = 5,5.$$

Er hat faserig-strahlenförmige Struktur und kommt auch in feinen Prismen oder weißen Stengeln vor, die in Orthoklas und Quarz eingebettet sind. Die Kristalle sind zwillingsförmig (nach 100) ausgebildet und haben triklines Aussehen.

Calcium-Borosilicate.Von **C. Doelter** (Wien).**Howlith.**

Rhombisch.	Howlith.					
Analysen.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Na ₂ O . . .	—	—	—	0,55	0,47	0,53
K ₂ O . . .	—	—	—	—	0,12	0,13
MgO . . .	Spur	Spur	Spur	—	—	—
CaO . . .	28,90	28,04	28,85	28,22	28,19	27,94
B ₂ O ₃ . . .	43,33	44,10	42,45	42,68	42,70	44,52
SiO ₂ . . .	15,19	15,44	14,64	14,61	14,74	15,33
H ₂ O . . .	11,55	11,62	12,20	12,01	11,94	11,55
SO ₃ . . .	1,03	0,80	1,86	1,93	2,10	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,26	100,00

¹⁾ Bavenit wird von manchen Autoren zu den Zeolithen gerechnet, doch ist sein Wassergehalt dafür zu klein.

²⁾ E. Artini, Di una nuova specie minerale, trovata nel granito di Baveno. R. Acc. d. Linc. 10, 2. sem., 139 (1901).

1. u. 2. Beide aus Anhydrit zusammen mit Boronatrocalcit, von dem Gipslager Brookville bei Windsor (Nova Scotia); anal. How, Phil. Mag. **35**, 32 (1868); **37**, 270 (1869).

3. Aus Gips von ebenda; anal. wie oben.

4. Aus Gips von ebenda; anal. S. L. Penfield u. E. S. Sperry, Am. Journ. **34**, 220 (1887); Z. Kryst. **14**, 303 (1888).

5. Von ebenda; anal. wie oben.

6. Nach Abzug von 4,32% Gips, entsprechend 2,01 SO₃ auf 100 umgerechnet.

Ein neues Vorkommen stammt aus Californien.

Die Analysen dieser Varietäten ergaben:

	7.	8.	9.
δ	—	—	2,531
Na ₂ O	0,09	1,06	—
CaO	28,45	28,44	28,26
B ₂ O ₃	44,38	43,78	45,56
SiO ₂	15,50	15,33	14,81
H ₂ O	11,58	11,39	11,37
	100,00	100,00	100,00

7. Mit Colemanit und Natroborocalcit, schuppige Kristalle, aus den Gruben der Borax consol. Co. in der Mohave Wüste, Bezirk S. Bernardino (Calif.); anal. W. B. Giles, Min. Mag. **13**, 333 (1903); Z. Kryst. **41**, 424 (1906).

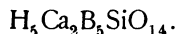
8. Harte felsähnliche „amorphe?“ Massen von ebenda; anal. wie oben.

9. Mit Neo-Colemanit von Lang, Los Angeles (Californien); anal. A. S. Eakle, Bull. Dep. Geol. University Calif. 1911, 445; Z. Kryst. **54**, 78 (1914)

Formel.

Nach der Berechnung von S. L. Penfield u. F. S. Sperry ist das Verhältnis CaO : B₂O₃ : SiO₂ : H₂O, wenn man den kleinen Alkaligehalt zum Kalk rechnet, 0,507 : 0,636 : 0,255 : 0,641 oder rund 4 : 5 : 2 : 5.

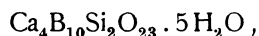
Daher ist die Formel:



Die theoretische Zusammensetzung ist nach den Genannten:

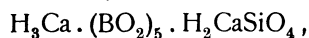
CaO	28,56
B ₂ O ₃	44,65
SiO ₂	15,31
H ₂ O	11,48
	100,00

C. F. Rammelsberg¹⁾ schreibt die Formel:



er betrachtet die Verbindung als aus Calciumsilicat, Calciumborat und Borsäure zusammengesetzt.

P. Groth²⁾ schreibt die Formel:



also als Kombination eines Borats und Silicats.

Howlith ist das borreichste Silicat.

W. Asch u. D. Asch³⁾ leiten die Konstitution des Howliths von der

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 270 (1895).

²⁾ P. Groth, Tabl. systèm. Genève 1904, 129.

³⁾ W. Asch u. D. Asch, Die Silicate, Berlin 1911, 77.

des Sapphirins ab, wobei sie jedoch noch die frühere Formel anwenden, in welcher der Wassergehalt des Sapphirins nicht berücksichtigt worden war.

Sie nehmen die Formel an: $4\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{aq}$.

Wassergehalt. Das Wasser entschwindet erst bei 350° , daher ist anzunehmen, daß es sich um Konstitutionswasser handelt, während C.F. Rammelsberg sowie auch W. Asch u. D. Asch es als Kristallwasser anführen. Genaue Untersuchungen wären wohl noch nötig.

Eigenschaften. Zum Teil in undeutlichen, schuppigen Kristallen, oft verfilzten Nadeln, welche unter dem Mikroskop sich in flache prismatische Kristalle auflösen, zum Teil derb, scheinbar amorph, knollenartig, erdig. Dichte 2,55. Härte 3—4. Schwacher Glasglanz, wenig durchscheinend, weiß.

Im polarisierten Licht gerade auslöschend; die Ebene der optischen Achsen bildet einen rechten Winkel mit der Längsrichtung der Kristalle.

Beim Glühen gibt das Mineral Wasser ab, welches mit Curcumapapier sauer reagiert.

Vorkommen mit Anhydrit und Gips; als Begleiter erscheinen Natronborocalcit und Colemanit.

Bakerit.

Amorph.

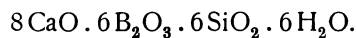
Analysen.

	1.	2.
CaO	34,88	35,22
Al ₂ O ₃	0,63	1,22
B ₂ O ₃	27,74	26,85
SiO ₂	28,45	28,05
HO ₂	8,30	8,66
	100,00	100,00

1. Weiß, Gruben der Borax cons. Cy., Mohave Wüste, Bezirk S. Bernardino, Californien; anal. W. B. Giles Min. Mag. 13, 353 (1903); Z. Kryst. 41, 424 (1906).

2. Blaßgrün, von ebenda; anal. wie oben.

Formel. Aus den Analysen berechnet sich die Formel:



Eigenschaften. Amorph, porzellanartig, weiß, bisweilen blaßgrün. Dichte 2,73. Härte $4\frac{1}{2}$.

Vor dem Lötrohre gibt der Bakerit eine weiße, vollkommen durchsichtige Perle. Färbt die Flamme grünlich.

Vorkommen. Bildet Adern und Knoten.

Datolith.

Monklin-prismatisch.

$a:b:c = 0,6329:1:0,6345$; $\beta = 90^\circ 9'$. (Nach Dauber.)

Synonym: Humboldtite.

Varietät: Botryolith.

Analysenzusammenstellung.

Da die verschiedenen Analysen nur wenig Unterschiede in ihren Zahlen zeigen, so erübrigt sich eine chemische Einteilung und wurden die Analysen geographisch geordnet.

Analysen deutscher Vorkommen.

	1.	2.	3.	4.
δ	—	—	—	2,95–2,952
CaO	35,64	34,87	35,42	34,91
B ₂ O ₃	20,31 ¹⁾	21,65 ¹⁾	21,59 ¹⁾	20,79
Al ₂ O ₃	—	—	—	1,18
SiO ₂	38,48	37,89	36,95	37,65
H ₂ O	5,57	5,59	6,04	5,90
	100,00	100,00	100,00	100,43

1. Von Andreasberg (Harz); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **47**, 169.
2. Von ebenda; anal. Br. Kerl, Bg.- u. hütt. Z. **7**, 19 (1853).
3. Von ebenda; anal. J. Lemberg, Z. Dtsch. geol. Ges. **24**, 250 (1872).
4. Vom Radautal (Harz); anal. J. Fromme, Tsch. min. Mit. **28**, 305 (1909).

Analysen österreichischer Vorkommen.

	5.	6.	7.
Na ₂ O	0,57	—	—
K ₂ O	3,17	—	—
MgO	0,34	—	—
CaO	25,56	34,62	36,35
B ₂ O ₃	17,64	20,89	21,83
Al ₂ O ₃	3,40	—	—
Fe ₂ O ₃	3,09	—	—
SiO ₂	44,92	38,40	35,98
H ₂ O	1,76	6,09	5,84
	100,45	100,00	100,00

5. Am Kontakt von Graptolithenschiefer mit Diabas von Listic bei Beraun; anal. H. Friedrich bei F. Slavik, ZB. Min. etc. 1903, 229.

Es handelt sich bei dieser Analyse jedoch nicht um einen reinen Datolith, sondern um ein Gestein; der Überschub an Kieselsäure erklärt sich durch Beimengung von Quarz. Kalk und Wasser sind in geringerer Menge vorhanden, namentlich ist der Wassergehalt zu niedrig.

6. Von Kuchelbad (Böhmen), aus Diabas; anal. K. Preis, Z. Kryst. **4**, 360 (1880).
7. Aus dem Melaphyr des Buffaure-Berges (Fassatal); anal. E. Tacconi, R. Acc. d. Linc. **14**, 705 (1905); Z. Kryst. **43**, 415 (1902).

In beiden Analysen ist die Borsäure aus der Differenz bestimmt.

Analysen italienischer Vorkommen.

	8.	9.	10.	11.	12.	13.
δ	2,968	2,805	3,00	—	—	2,907
MgO	—	0,08	—	—	—	—
CaO	35,14	35,52	34,9	34,74	35,29	35,04
B ₂ O ₃	22,21	20,84	21,2	20,22	21,74	21,23
Al ₂ O ₃	—	0,07	—	0,40	—	—
SiO ₂	36,21	37,61	38,2	37,55	37,20	37,89
H ₂ O	5,81	5,88	5,7	7,09	5,77	5,84
	99,37	100,00	100,0	100,00	100,00	100,00

¹⁾ Aus der Differenz berechnet.

8. Von Baveno (Comer See); anal. Fr. Molinari, Atti soc. ital. sc. nat. **27**, 176 (1884); Z. Kryst. **11**, 484 (1886).

9. Von Casarza (Ligurien); anal. E. Bechi, Boll. comit. geol. it. 1879, 530; Z. Kryst. **4**, 407 (1880).

10. Von Toggiana (Modena), aus Serpentin; anal. G. Tschermak, Sitzber. Wiener Ak. **41**, 60.

11. Von ebenda; anal. A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak. **115**, 1182 (1906).

12. Am Kontakt zwischen zersetztem Diallagabbro und Serpentin von der Serra dei Zanchetti (Appennin); anal. Th. Liweh, Z. Kryst. **7**, 574 (1883).

13. Von ebenda; anal. L. Brugnatelli, Z. Kryst. **13**, 160 (1888).

Bei den Analysen Nr. 10—13 wurde die Borsäure aus der Differenz bestimmt.

Analysen norwegischer und englischer Vorkommen.

	14.	15.	16.
δ	2,76	—	3,001
Na ₂ O	Spur	—	—
K ₂ O	Spur	—	—
CaO	34,55	35,40	34,67
B ₂ O ₃	21,65 ¹⁾	21,44 ¹⁾	21,87
Al ₂ O ₃ ²⁾	1,68	—	0,57
SiO ₂	36,10	37,46	37,45
H ₂ O	6,02	5,70	5,67
	100,00	100,00	100,23 ³⁾

14. Aus dem Granitkontakt von Dartmoor Forest (Devonshire); anal. K. Busz, N. JB. Min. etc. Beil.-Bd. **13**, 90 (1900).

15. Aus dem Magneteisenlager von Arendal; anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. **47**, 169.

16. An der Berührungszone des Serpentin von Lizard (Cornwall) mit einem in Hornblendeschiefer umgewandelten Feldspat-Enstatitgestein; anal. W. F. P. M'Lintock, Min. Mag. **15**, 407 (1910); Z. Kryst. **52**, 93 (1913).

Analysen amerikanischer Vorkommen.

	17.	18.	19.	20.	21.
δ	—	—	—	—	2,985
MgO	—	—	—	—	0,05
CaO	35,11	32,82	33,64	34,68	34,90
CuO	—	0,80	—	—	—
B ₂ O ₃	21,40 ⁴⁾	22,64	22,16	21,88 ⁴⁾	22,37 ⁴⁾
Al ₂ O ₃	} 0,35	1,04	—	—	0,12
Fe ₂ O ₃		—	—	—	0,02
Mn ₂ O ₃	—	—	—	Spur	—
SiO ₂	37,41	38,32	37,92	37,64	36,94
H ₂ O	5,73	3,98	3,96	5,80	5,68
Quarz	—	0,80	2,08	—	—
	100,00	100,40	99,76	100,00	100,08

¹⁾ Borsäure aus dem Verlust berechnet.

²⁾ Bei der Tonerde ist das Eisenoxyd mitgerechnet.

³⁾ Spuren von Natron und Kali.

⁴⁾ Aus der Differenz bestimmt.

17. Aus dem Kupferrevier des oberen Sees, Minnesota-Mine; anal. C. F. Chandler bei J. D. Whitney, Am. Journ. **28**, 13 (1869).

18. u. 19. Beide von ebenda; anal. Hayes, Boston Natur. Hist. Soc. **8**, 62.

20. Von der Isle Royale in demselben Revier; anal. J. D. Whitney, Am. Journ. **15**, 435 (1853).

21. Von der Daisy Glimmergrube, bei Derry, Ottawa Co. (Quebec); anal. R. A. A. Johnston bei G. C. Hoffmann, Am. Journ. **11**, 149 (1901); Z. Kryst. **37**, 73 (1903).

	22.	23.	24.	25.	26.	27.
δ	—	—	3,003	—	—	—
MgO	—	—	—	0,32	0,31	—
CaO	35,42	35,14	34,70	34,64	34,74	33,83
FeO	—	0,31	—	—	—	—
B ₂ O ₃	21,14	22,60	21,89	21,76	21,94	22,11
Al ₂ O ₃	—	—	} 0,08	0,14	0,16	0,17
Fe ₂ O ₃	0,12	—		0,10	0,10	—
SiO ₂	37,48	35,74	37,49	37,60	37,58	36,71
H ₂ O	5,71	6,14	5,84	5,67	5,76	6,52
	99,87	99,93	100,00 ¹⁾	100,23	100,59	99,34

22. Von Bergen Hill (N. Jersey); anal. C. Bodewig, Z. Kryst. **8**, 217 (1884).

23. Von ebenda; anal. J. E. Whitfield, Am. Journ. **3**, 281 (1887).

24. Von ebenda; anal. A. Himmelbauer, Sitzber. Wiener Ak. **115**, 1182 (1906).

25. Von Westfield (Massachusetts); anal. E. H. Kraus u. C. W. Cook, Z. Kryst. **42**, 332 (1907).

26. Von ebenda; anal. wie oben.

27. Von Fort Point, am Ufer des Golden Gate (S. Francisco); anal. A. S. Eakle, Bull. Dept. geol. Univ. California 1901, Nr. 10, 315; Z. Kryst. **37**, 83 (1903). Wasser als Glühverlust bestimmt.

Vom Kaukasus.

	28.	29.	30.
Na ₂ O	1,83	0,21	—
K ₂ O	0,24	0,01	—
MgO	0,40	0,12	0,15
CaO	32,21	32,90	36,41
Al ₂ O ₃	2,49	1,45	0,24
B ₂ O ₃	12,48	16,18	21,26
Fe ₂ O ₃	5,05	1,78	0,19
SiO ₂	41,43	42,41	37,25
TiO ₂	0,15	0,14	—
H ₂ O	3,85	5,02	5,24
F	0,07	—	—
	100,20	100,22	100,74

28. Vom Berge Maschluk, bei Pjatigorsk (Kaukasus); anal. N. Orlow, Ann. géol. u. min. Russie **13**, 21; N. JB. Min. etc. 1912, I, 421.

29. Von ebenda, graue Kristalle; anal. N. Orlow, Ann. géol. u. min. Russie **13**, 146; N. JB. Min. etc. 1913, I, 38.

30. Weiße Kristalle von ebenda; anal. wie oben.

¹⁾ Aus der Differenz bestimmt.

Von Japan und Australien.

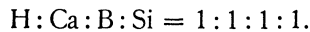
	31.	32.
Na ₂ O	0,01	—
K ₂ O	Spur	—
MgO	0,38	—
CaO	35,33	35,21
B ₂ O ₃	18,24	20,48
Al ₂ O ₃	0,07	} 0,95
Fe ₂ O ₃	0,34	
SiO ₂	38,22	36,28
H ₂ O	7,86	6,48
	100,45	99,40

31. Schöne Kristalle von Noborio (Prov. Hyuga); anal. Tamura bei N. Fukuchi, Beitr. z. Miner. Japans **3**, 75 (1907); Z. Kryst. **52**, 422 (1913).

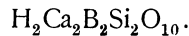
32. Von der Colebrook-Mine, Tasmanien; anal. C. Anderson, Rec. austr. Mus. **6**, 133 (1906).

Formel.

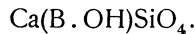
Da die einzelnen Analysen untereinander gut übereinstimmen, so ist die Formel übereinstimmend festgelegt. Das Verhältnis ist:



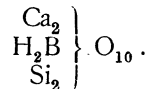
Daher die Formel:



P. Groth¹⁾ schreibt diese Formel:



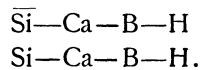
V. Goldschmidt²⁾ schrieb die Formel:



V. Goldschmidt³⁾ fand als Glühverlust: für Datolith von Bologna 1,0%, für jenen von Arendal 3,0% und für den von Bergenhill 5,0%.

A. Himmelbauer⁴⁾ bestimmte die Kieselsäure nach der G. Tschermak'schen Methode und fand für diese die Formel: H₂Si₂O₅, deren Dichte 2,197 mit 12,98% Wasser ist. Die Säure wird als Datolithsäure bezeichnet. Die einfachste Formel des Datoliths ist: H₂Ca₂B₂Si₂O₁₀. Was die Konstitution anbelangt, so wird angenommen, daß in der Borsäure ein Atom Wasserstoff durch ein Metall ersetzt wird, so daß das Calcium durch Sauerstoff zum Teil an Silicium, zum Teil an Bor gebunden ist; demnach wäre ein saures Borsilicat mit dem Calciumsilicat vereinigt.

Die Strukturformel ist⁴⁾ (wobei die Bindung —O— mit einem horizontalen Strich bezeichnet ist):



¹⁾ P. Groth, Tabl. systém. (Genf 1904), 119.

²⁾ V. Goldschmidt, Z. Kryst. **17**, 58 (1890).

³⁾ V. Goldschmidt, N. JB. Min. etc. 1906, I, 26.

⁴⁾ A. Himmelbauer, l. c. 1185.

E. Baschieri¹⁾ fand den Wassergehalt der Kieselsäure des Datoliths von der Serra dei Zanchetti mit 11,66—13,98% bei verschiedenen Säuren.

Datolith, Homilit, Euklas und Gadolinit haben ähnliche Formeln und ihr Achsenverhältnis ist ein ähnliches. Sie werden daher als einer isomorphen Gruppe angehörig aufgefaßt:

Datolith	$\text{Ca}(\text{B} \cdot \text{OH})\text{SiO}_4$	$a : b : c = 0,6329 : 1 : 0,6345$	$90^\circ 9'$,
Homilit	$\text{CaFe}(\text{B} \cdot \text{O})\text{SiO}_4$	$a : b : c = 0,6245 : 1 : 0,6417$	$90^\circ 22'$,
Euklas	$\text{Be}(\text{Al} \cdot \text{OH})\text{SiO}_4$	$a : b : c = 0,6303 : 1 : 0,6318$	$91^\circ 42'$,
Gadolinit	$\text{BeFe}(\text{Y} \cdot \text{O})\text{SiO}_4$	$a : b : c = 0,6273 : 1 : 0,6607$	$90^\circ 33\frac{1}{2}'$.

Chemische und physikalische Eigenschaften.

Vor dem Lötrohre²⁾ leicht unter Aufschäumen schmelzbar. In geschlossenem Glasrohr gibt Datolith Wasser. Mit Kaliumbisulfat und Fluorcalcium zusammengeschmolzen, gibt Datolith die grüne für Bor charakteristische Flammenfärbung.

Mit konzentrierter Salzsäure gelatiniert er. Die Gallerte färbt eine Alkoholflamme grün. Nach A. Himmelbauer wird er durch Essigsäure in der Kälte zersetzt, und auch durch Einwirkung von NH_4Cl bei 100° .

Das Pulver reagiert vor dem Glühen stark alkalisch, nach dem Glühen langsamer und schwächer (A. Kenngott).³⁾

Keine Spaltbarkeit, Bruch unvollkommen muschelig bis uneben. Härte 5—5,5. Dichte 2,9—3.

Brechungsquotienten.

Fundort	N_α	N_β	N_γ	Beobachter
Andreasberg	1,6248	1,6510	1,6670	A. Des Cloizeaux ⁴⁾ (Roth),
"	1,6260	1,6535	1,6700	A. Des Cloizeaux (Gelb),
Bergenhill	1,6214	1,6492	1,6659	L. Brugnatelli ⁵⁾ (Lithium),
"	1,6246	1,6527	1,6694	L. Brugnatelli (Natrium).

Neue Bestimmungen von W. E. P. M'Lintock an dem Vorkommen von Lizard (vgl. Analyse Nr. 16) ergaben:

$$N_\alpha = 1,626; \quad N_\beta = 1,653; \quad N_\gamma = 1,670.$$

Die Bestimmungen wurden mit dem Totalrefraktometer bei gelbem Licht ausgeführt.

A. Des Cloizeaux⁶⁾ bestimmt den Winkel der optischen Achsen an Kristallen von Andreasberg mit

$2H = 86^\circ 2'$,	daraus	$2V = 74^\circ 30'$	und	$2E = 176^\circ 10'$	(Rotes Licht),
$2H = 85^\circ 48'$	"	$2V = 74^\circ 22'$	"	$2E = 175^\circ 42'$	(Gelbes Licht),
$2H = 85^\circ 30'$					(Grünes Licht),
$2H = 84^\circ 34'$					(Blaues Licht).

¹⁾ E. Baschieri, Atti soc. tosc. sc. nat. **29** (1910); N. JB. Min. etc. 1912, II, 323.

²⁾ Siehe das Lötrohrverhalten bei V. Goldschmidt, Z. anal. Chem. **17**, 267.

³⁾ A. Kenngott, N. JB. Min. etc. 1867, 314.

⁴⁾ A. Des Cloizeaux, Man. Minér. 1862, 170.

⁵⁾ L. Brugnatelli, Z. Kryst. **13**, 159 (1888).

⁶⁾ A. Des Cloizeaux, l. c.

L. Brugnatelli fand:

Li-Linie	Tl-Linie
$2H = 74^{\circ} 44'$	$73^{\circ} 27'$
$2V = 74^{\circ} 39'$	

F. Sansoni¹⁾ fand für das Vorkommen von Monte Catini $2V = 74^{\circ} 13'$. Weitere Bestimmungen siehe auch bei O. Luedecke²⁾ an Kristallen von Andreasberg.

Die Ebene der optischen Achsen ist die Symmetrieebene, die erste Mittellinie von negativer Doppelbrechung steht nahezu senkrecht auf (001). Winkel $1-4^{\circ}$.

Der Wert des Winkels der optischen Achsen und die Lage der ersten Mittellinie ändern sich bei Temperaturerhöhung zwischen 17 und $171\frac{1}{2}^{\circ}$ kaum,³⁾ dagegen konnte A. Bodewig⁴⁾ konstatieren, daß der Winkel zwischen Basis und Orthopinakoid bei Erhöhung auf 222° eine dauernde Änderung um $1^{\circ} 26'$ erlitten hatte.

Datolith zeigt nach G. Hankel⁵⁾ Pyroelektrizität.

Synthese.

A. de Gramont⁶⁾ stellte Datolith auf folgende Art her: Ein Gemenge von 5 g Calciummetasilicat, durch Fällung erhalten, mit 25 g Borax wurde in verschlossenem Stahlrohr mit Wasser bei einer Temperatur von 400° durch 36 Stunden erhitzt.

Es bildeten sich lange Nadeln, welche vielleicht dem Wollastonit angehören, wie A. de Gramont meint, die aber möglicherweise auch dem Pektolith angehören könnten, und weiße amorphe Massen, dann aber ein grauweißes Pulver (1,5 g), welches aus Kristallgruppen bestand. Diese wirken lebhaft auf das polarisierte Licht ein und dürften dem monoklinen System angehören. Die Analyse des Pulvers ergab:

	1.	2.
CaO	35,95	35,96
FeO	1,19	—
B ₂ O ₃	20,82	—
SiO ₂	35,39	—
H ₂ O	6,65	6,37
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
	100,00	

Die Borsäure wurde aus der Differenz bestimmt.

Das Mineral ritzt Glas, gelatiniert mit kalten Säuren.

Dichte 3,05.

Weitere Versuche wurden ausgeführt 1. durch Einwirkung von Natronwasserglas auf Kalkborat in zugeschmolzener Röhre bei 300° . 2. Durch Er-

¹⁾ F. Sansoni, Rend. R. Acc. Torino **23** (28. Febr. 1888).

²⁾ O. Luedecke, Z. f. die ges. Naturw. **61**, 393 (1888).

³⁾ A. Des Cloizeaux, Nouvelles recherches, Institut **8**, 639 (1867).

⁴⁾ A. Bodewig, Pogg. Ann. **158**, 232.

⁵⁾ G. Hankel, Ber. Sächs. Akad. **12**, 1 (1878).

⁶⁾ A. de Gramont, C. R. **113**, 83 (1892); Z. Kryst. **22**, 578 (1894).

hitzen von einem Gemenge von Kalk, Borsäure und natronhaltigem Wasser bei 400° durch 18 Stunden.

Die Produkte dieser Versuche waren weniger gut ausgebildet.

Umwandlung.

Datolith wird an der Luft undurchsichtig und verliert seinen Glanz; er wird mürbe. Der Botryolith scheint ein verwitterter Datolith zu sein, was durch seinen hohen Wassergehalt angedeutet wird.

Analyse des Botryoliths.

CaO	34,74
B ₂ O ₃	18,83
Al ₂ O ₃	0,77
SiO ₂	36,23
H ₂ O	9,43
	100,00

Außer der Erhöhung des Wassergehaltes scheint noch der Borsäuregehalt vermindert zu sein.

Zartfaseriger Botryolith im Magneteisen von der Oestre Kjenlie Grube bei Arendal (Norw.); anal. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. 47, 169 (1839).

Die Umwandlung von Datolith in Chalcedon wird öfters beobachtet, so auf den Magneteisengängen von Hay-Tor, Derbyshire; diese Pseudomorphose wurde von A. Des Cloizeaux, E. F. Geinitz und F. Heddle beschrieben.¹⁾

Vorkommen und Genesis.

Datolith scheint mit wenigen Ausnahmen ein sekundäres Mineral zu sein. Es ist zumeist ein Kluftmineral, welches auf den Klüften zersetzter Diabase, Gabbros, Melaphyre, Kersantite vorkommt. Ein weiteres Vorkommen ist das auf Erzlagerstätten, so auf der Magneteisenlagerstätte von Arendal, auf der Silberlagerstätte von Andreasberg, wo jedoch das Mineral zumeist nicht direkt auf den Erzgängen, sondern in deren Nebengestein sich findet. Auch die Datolithe von Monte Catini und vom Oberen See scheinen ähnlich vorzukommen.

Übrigens hat man an letzterem Fundort Datolith mit Kupfereinschlüssen beobachtet.

Ein eigentümliches Vorkommen scheint das von Listitz bei Beraun zu sein, wo Datolith ein Kontaktgestein bildet.

Über die Bildung gibt uns die Synthese von A. de Gramont (s. S. 1072) einigen Aufschluß. Demnach kann sich dieses Mineral aus Lösungen, welche Kalk, Kieselsäure und Borsäure enthalten, bei einer Temperatur von 300°—400° bilden, doch kann, da die Bildungstemperatur nicht gemessen wurde, diese viel niedriger sein, als die des Versuches, da der Datolith sich ja bei der Abkühlung bildete. Man kann daher annehmen, daß sich dieses Mineral aus heißen borsäurehaltigen Quellen, welche im Gefolge der Eruptionen von basischen Gesteinen entstanden, gebildet hat.²⁾

¹⁾ Siehe darüber bei J. Roth, Allg. u. chem. Geologie (Berlin 1879), I, 139.

²⁾ Vgl. über das Vorkommen A. v. Groddeck, Z. Dtsch. geol. Ges. 39, 28, 238 (1887).

Danburit.

Kristallisiert: Rhombisch-bipyramidal.

Achsenverhältnis $a:b:c = 0,5445:1:0$, 4801 (M. Schuster).

Analysen.

Die Anordnung ist eine geographische.

	1.	2.	3.	4.	5.
MgO . . .	0,40	—	—	—	—
CaO . . .	22,41	22,33	23,26	23,22	23,26
B ₂ O ₃ . . .	27,73	27,15	26,67	27,18	25,80
Al ₂ O ₃ . . .	0,30	} 1,02 }	0,48	0,46	1,02
Fe ₂ O ₃ . . .	—		—	—	—
Mn ₂ O ₃ . . .	0,56		—	—	—
SiO ₂ . . .	48,10	48,20	48,16	48,30	49,70
Glühverlust	0,50	0,50	0,64	0,63	0,20
	100,00	99,20	99,21	99,79	99,98

1. u. 2. Von Danbury (Connecticut), in Dolomit eingewachsen; anal. J. L. Smith u. G. J. Brush, Am. Journ. **16**, 365 (1853).

3. u. 4. Von Rusell, St. Lawrence Co. (N. York), in Granit; anal. W. J. Comstock bei G. J. Brush u. E. S. Dana, ebenda **20**, 11 (1880) u. Z. Kryst. **5**, 189 (1881).

5. Von ebenda; anal. J. E. Whitfield, ebenda **34**, 281 (1887).

	6.	7.	8.	9.	10.
MgO . . .	—	—	—	—	0,30
CaO . . .	23,03	22,92	22,87	21,97	23,03
B ₂ O ₃ . . .	28,61	27,92	28,26	26,88	28,77
Al ₂ O ₃ . . .	} 0,34	0,34	0,28	1,87	Spur
Fe ₂ O ₃ . . .		—	—	—	—
SiO ₂ . . .	48,57	48,77	48,55	48,92	48,52
Glühverlust .	—	—	—	0,36	—
	100,55	99,95	99,96	100,00	100,62

6. Von Rusell; anal. C. Bodewig, Z. Kryst. **8**, 217 (1884).

7. Von Valatscha, Scopiberg bei Dissentis (Graubünden); anal. C. Bodewig, Z. Kryst. **7**, 391 (1883).

8. Von ebenda; anal. wie oben.

9. Von ebenda; anal. A. Schrauf, ebenda **7**, 391 (1883).

10. Von ebenda; anal. E. Ludwig, Sitzber. Wiener Ak. **86**, 270 (1883).

	11.	12.	13.
δ	2,98	3,10	—
Na ₂ O	—	—	0,96
K ₂ O	—	—	0,77
MgO	1,57	—	7,67
CaO	21,02	24,25	14,47
B ₂ O ₃	24,03	27,50	25,73
Al ₂ O ₃	3,43	0,50	0,89
Fe ₂ O ₃	—	—	0,12
SiO ₂	47,54	48,50	48,87
H ₂ O	—	—	0,58
	97,59	100,75	100,06

11. Von Dolcoath Lode, Lost River Region; anal. W. T. Schaller, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 358, 52; Z. Kryst. **48**, 120 (1911).

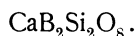
12. Von Maharitra (Madagaskar); anal. F. Pisani bei A. Lacroix, Bull. Soc. min. **31**, 315 (1908).

13. Von Obira, Japan; anal. Tamura bei N. Fukuchi, Beitr. z. Mineral. Japans, herausgegeben von T. Wada, N. 3, 75 (1907); N. JB. Min. etc. 1909, I, 33.

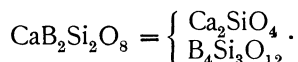
Die theoretische Zusammensetzung ist nach A. Lacroix:

CaO	22,8
B ₂ O ₃	28,4
SiO ₂	48,8
	100,0

Diese Zusammensetzung, welche mit den Analysenresultaten gut übereinstimmt, entspricht der Formel:



C. F. Rammelsberg¹⁾ dachte sich den Danburit zusammengesetzt aus Halbsilicaten:



P. Groth vergleicht den Danburit mit dem ebenfalls rhombischen Barsowit (vgl. S. 1000).

W. C. Brögger²⁾ vergleicht die Formel des Danburits mit jenen des Hellandits, Barsowits, Andalusits und Topas. Er schreibt: Ca₂B₄(SiO₄)₄.

F. W. Clarke³⁾ bezeichnet den Danburit als Metasilicat.

Eigenschaften. Undeutliche Spaltbarkeit nach (001). Unebener bis muscheliger Bruch. Härte 7 und darüber. Dichte 2,95—3,10.

Glasglanz, auch fettartig. Vollkommen durchsichtig; farblos oder blaß weingelb; auch honiggelb und dunkelbraun.

Brechungsquotienten:	N_α	N_β	N_γ
Kristalle von Scopi ⁴⁾			
Lithiumlicht	1,6258	1,6293	1,6331
Natriumlicht	1,6317	1,6340	1,6363
Thalliumlicht	1,6356	1,6375	1,6393
Kristalle von Maharitra ⁵⁾ .	1,6300	1,6333	1,6363

Doppelbrechung $N_\gamma - N_\alpha = 0,0063$.

Winkel der optischen Achsen.

An dem Vorkommen von Rusell bestimmte E. S. Dana⁶⁾:

	$2H_\alpha$	$2H_\beta$	$2V$
Lithiumlicht	100° 33'	106° 35'	87° 37'
Natriumlicht	101° 30'	105° 36'	88° 23'
Cu-Lösung	107° 36'	102° 13'	90° 56'

¹⁾ C. F. Rammelsberg, Min.-Chem. Erg.-Heft II, 223 (1895).

²⁾ W. C. Brögger, Z. Kryst. **42**, 435 (1907).

³⁾ F. W. Clarke, Bull. geol. Surv. U.S. Nr. 125, 1—109 (1898); Z. Kryst. **28**, 333 (1897).

⁴⁾ C. Hintze, Z. Kryst. **7**, 302 (1884).

⁵⁾ A. Lacroix, Bull. Soc. min. **31**, 315 (1902).

⁶⁾ G. J. Brush u. E. S. Dana, Z. Kryst. **5**, 188 (1881).

Brechungsquotienten für dasselbe Vorkommen:

$N_{\beta} = 1,634$ (Li-Licht); $N_{\beta} = 1,637$ (Na-Licht); $N_{\beta} = 1,646$ (Cu-Lösung).

A. Lacroix¹⁾ fand für das Vorkommen von Maharitra:

$$2V = 86^{\circ} 54'.$$

Vor dem Lötrohre unter Erglühen und unter Grünfärbung der Flamme ruhig zu farblosem Glas schmelzbar. Bei Erhitzung im Glasrohre morgenrotes Phosphoreszenzlicht.

Von Salzsäure wird er schwach angegriffen. Nach dem Schmelzen mit Säuren gelatinierend.

¹⁾ A. Lacroix, Bull. Soc. min. **31**, 315 (1902).

Autorenregister.

In diesem Register wurde eine Reihe von Fehlern in den Autoren-Namen richtiggestellt.

Aarnio, B.	40, 41, 44, 46, 47, 49, 52, 66, 67, 70, 75, 80, 83, 89	Awdejew	350, 494
Abich, H.	494, 511, 521, 554, 982, 983, 988	Azéma	139
d'Achiardi, A.	383, 648, 897, 898, 900	Backlund, H.	817
— G.	138, 312, 387, 489, 781, 1064	Backofen, C.	75, 78, 79, 134
Adams, F.	1005, 1013, 1020	Bäckström, H.	6, 231, 232, 234, 236, 238, 246, 247, 248, 250, 251, 285, 286, 295, 297, 300, 301, 304, 339, 340, 481, 706, 709, 888, 938
Agafanoff, V.	621, 782, 783, 890	Baer	832
Allan, R.	306	Bärwald, C.	385, 651
Allen, E. T.	22, 390, 401, 412, 501, 536, 592, 949, 979, 996, 998	Bahr	872, 900
— O. D.	121	Bakhuis-Roozeboom, H. W.	484, 486
Aloisi, P.	387	Balch	210, 232, 864
Amark	625	Balló, R.	193, 195, 200, 204, 206, 207
Amelung	918	Baltzer, A.	706
Ammon, B. von	51, 54	Bamberger, E.	233, 234, 235, 352
— L. von	449	Barbier, Th.	380, 423
Andersen, O.	814, 820, 996	— Ph.	482, 494, 499, 502, 510, 511, 518, 520, 521, 523, 527, 528, 585, 626
Andersen-Aars, L.	183, 184, 185, 913	Bardet, G.	168
Anderson, C.	314, 355, 1070	Barker	502
— J. A.	783	Barlow	988
D'Andrada	808	Barreth, H. N.	569
André, G.	532	Barrois, Ch.	344
Angel, F.	160, 161, 513	Barviř, H. L.	831
Antipow, J. A.	205, 342, 814, 845	Baschieri, E.	320, 355, 1071
Apjohn	674	Baskerville, Ch. H.	121, 199, 614, 618, 988
Appert	554	Basselt, H. P.	575
Arfvedson, J. A.	885	Bauer, A.	125
Armsby, H. P.	55	Bauer, K.	473, 552, 720, 965, 997
Arnold, V.	839, 840	— M.	153, 389, 455, 616, 714, 812, 1000, 1001, 1002
Arpe, A. E.	11, 968	Bauermann, H.	949
Arsандаux, H.	450	Baugh, T.	101
Arschinow, W.	513	Baumann	896
Artini, E.	1064	Baumhauer, H.	398, 436, 462, 469, 530, 531, 715, 778, 835
Arzruni, A.	28, 377, 497, 802, 831	Baur, E.	10, 123, 359, 403, 405, 413, 481, 553, 555, 556, 559, 560, 561, 563, 565, 566
Asch, D.	23, 227, 284, 296, 302, 305, 435, 455, 461, 657, 712, 777, 825, 827, 852, 910, 1065, 1066	Bavink, B.	783
— W.	23, 227, 284, 296, 302, 305, 435, 455, 461, 657, 712, 777, 825, 827, 852, 910, 1065, 1066	Baye	393
Aschan, O.	569, 570, 572	Bayley, W. S.	211, 392
Ashley, H. E.	102		
Atterberg, A.	35, 598		
Auerbach, F.	808		
Austin, F. J.	117		

- Bechi, A. 162
 — E. 312, 315, 916, 917
 Becht, K. 749, 751, 752, 777,
 778, 782, 1068
 Beck, H. 116
 Becke, F. 10, 24, 399, 483, 562,
 609, 802, 806, 813, 835, 836, 844,
 854, 941, 946, 986, 990, 1015, 1036,
 1050
 Beckenkamp, J. 26, 535, 979, 991
 Becker, E. 500
 — A. 424, 698, 707, 720
 Becquerel, H. 839, 943
 — J. 51
 Beekmann, E. H. M. 1, 2, 7, 10
 Behrens-Kley 832
 Bek, W. 793, 812, 815
 Beljankin, D. 342, 693
 Bell, Hamilton 792
 Bellmer, E. P. 877
 Bêlohoubek, A. 851
 Bemmelen, J. M. van 32, 33, 34,
 35, 41, 61, 63, 64, 70, 75, 78, 79,
 81, 89, 319, 321, 1026
 Benecke, W. 497
 Benedicks, C. B. 170, 171, 404
 Benneville, de 5, 1046
 Benoît 595
 Bensañde, A. 896
 Berdel, E. 100, 105, 109
 Berg 1009
 Bergeat, A. 151, 152, 153, 627,
 856, 857, 897, 933
 — E. 826
 Bergemann, C. 37, 155, 280, 318,
 476, 1008, 1020
 Bergeron 285
 Berghell, H. 226
 Bergmann, F. 442
 Bergt, W. 853
 Berkley, V. N. 1019, 1037
 Berlin, N. J. 179, 350, 796, 852, 1006
 Bernard, A. 792
 Bernardini, L. 68, 69
 Berthier, P. 38, 139, 149, 955, 957
 Bertin, A. 338
 Bertolio, S. 523
 Bertrand, E. 8, 264, 265, 350, 352, 782
 Berwerth, F. 344, 371, 450, 451,
 458, 461, 462, 683, 690, 705, 708, 929
 Berzelius, J. 307, 600, 800, 831, 968,
 1009
 Besborodko, N. Iv. 518
 Besnard, A. F. 832
 Betzel, R. 99, 118
 Beudant, F. S. 809, 882
 Beutell, A. 383, 497, 498, 499, 510,
 512, 915, 920
 — C. 493, 505, 507
 Beyer, A. 530
 Biéler-Chatelan 437, 530
 Billows, E. 358
 Binder, G. A. 833, 995
 Biot, C. 838
 Bird 649
 Bischof 409
 — C. 391
 — G. 9, 90, 144, 306, 307, 351, 360,
 367, 368, 464, 465, 475, 492, 494, 512,
 530, 539, 541, 542, 833, 852, 853,
 1033
 Bjelussow 451
 Blanck, E. 62
 Blasdale, W. C. 313, 344, 347, 392,
 648
 Blau, S. 421
 Bleeck, A. W. G. 388
 Bleininger, A. V. 117
 Blome, H. 578
 Blomstrand, C. W. 144, 174, 178,
 191, 867, 1009, 1020
 Blum, R. 9, 307, 330, 368, 369,
 676, 494, 546, 547, 724, 725, 726,
 727, 784, 805, 846, 850, 851, 852,
 853, 875, 890, 921, 947, 1053
 Bock, M. 646, 915
 Bodewig, C. 344, 348, 744
 Bodländer, G. 127, 321, 955, 957, 958,
 959, 960, 961, 962, 966
 Böggild, O. B. 181, 182, 370, 457, 851
 Boeke, H. E. 606, 658, 879, 880,
 974, 975, 977, 978
 Boeris, G. 817, 845
 Böttcher, M. 101
 Böttger, A. 707
 — Th. 450, 503
 Bogujawlensky, A. 469, 535
 Bollenbach, H. 102, 117
 Bonsdorff, P. A. v. 625
 Booth, J. C. 393, 493, 506
 Borgström, L. H. 238, 246, 408, 914
 — L. M. 1004, 1005, 1014, 1016,
 1017, 1022, 1023, 1024, 1025, 1026,
 1027, 1028, 1029, 1030
 Bořický, F. 419
 Bork, J. B. v. 350
 Borrisow, J. P. 387, 683
 Bothe, F. 512, 955
 Bourgeois, L. 261, 626, 912, 950,
 961, 963, 964, 1035
 Bournay, W. 174
 Boussingault, J. B. 38, 587
 Bouty, E. 436
 Bowen, N. L. 217, 219, 222, 229,
 997, 998, 999
 Boye 506
 Bradley, W. M. 212, 216, 217, 218,
 219, 355, 356, 390
 Brakett, R. N. 141, 142, 516
 Braun 709
 Brauns, R. 353, 356, 368, 383, 406,
 435, 502, 521, 627, 657, 663, 712,
 733, 916, 950, 1005, 1017, 1018, 1023,
 1024, 1030, 1049
 Brax, K. 586
 Bredberg, J. 900

Breidenbaugh, E. S. 647
 Breithaupt, A. 2, 30, 31, 32, 36, 38,
 125, 262, 265, 350, 367, 386, 394, 410,
 490, 520, 547, 554, 586, 717, 793, 796,
 797, 801, 835, 858, 1038, 1054
 Bréon, R. 983
 Brewer 1011
 Brewster, D. 26, 590, 808, 838
 Brögger, W. C. 163, 169, 180, 183,
 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191,
 193, 232, 234, 236, 238, 246, 247, 248,
 249, 250, 251, 267, 275, 285, 286, 295,
 297, 300, 301, 304, 307, 308, 309, 313,
 318, 323, 333, 337, 353, 368, 369, 392,
 399, 481, 483, 504, 517, 519, 522, 717,
 791, 829, 830, 831, 879, 888, 913, 1002,
 1042, 1075
 Bromeis, C. 213, 215
 Brongniart, A. 116, 523
 Brooke, H. J. 791, 1037, 1038
 Brown, W. G. 649, 867, 876
 Brugnatelli, L. 1068, 1071, 1072
 Brun, A. 13, 200, 206, 220, 237, 252,
 310, 331, 339, 388, 467, 515, 536, 552,
 596, 651, 713, 804, 841, 943, 996, 997,
 1026
 Brunner, C. 291
 Brush, G. J. 11, 14, 121, 122, 194,
 201, 205, 207, 421, 444, 490, 495, 520,
 521, 580, 639, 684, 732, 749, 791, 795,
 800, 986, 1044, 1054, 1056, 1074
 Buch, L. v. 130
 Buchholz 792, 794
 Buchrucker, L. 967, 973
 Budilowitsch 494
 Bücking, H. 590, 595, 616
 Bulk 496
 Bullmann 884, 887
 Bunsen, R. 4, 38, 949
 Burbank, J. E. 539
 Burton, B. S. 201
 — W. M. 127
 Busatti, L. 651, 662
 Busz, K. 389, 897, 957, 961, 962, 1962
 1068
 Buttler, B. S. 819, 849
 Butureauu, V. E. 514, 695, 701
 Bygden, A. 398

 Cairus, T. J. 428
 Calb, G. 748, 751, 753, 755, 756, 757,
 760, 766, 767, 768, 771, 772, 777
 Canaval, R. 41, 42, 48, 49
 Carius, L. 9, 93, 476, 546
 Carlsson, C. Ph. 625
 Carnot, A. 142
 Carvallo, E. 783, 838
 Casoria, E. 248, 465, 467, 475
 Cathrein, A. 388, 404, 474, 503, 624,
 806, 809, 850, 853, 885, 952, 953
 Catlett, Ch. 682, 706
 Cayeux, L. 548, 556

Cedewall, E. V. 867
 Ceipek, L. 390
 Cesàro, G. 264, 1069
 Chandler, C. F. 806, 1069
 Chapell, L. N. 150
 Chapin, W. H. 941, 942
 Chapman, E. J. 764
 Chatard, T. M. 29, 124, 136, 424,
 425, 429, 518, 604, 641, 646, 708, 731,
 732, 750, 764, 767, 1046, 1047, 1048
 Chatelier, H. Le 12, 43, 44, 45, 46,
 51, 82, 106, 135
 Chaudier, J. 437, 783
 Chester, A. H. 428, 734, 984
 Chipman, R. B. 886, 887
 Chodnew 690
 Christensen, Chr. 21, 29, 370
 Chroustschoff, K. v. 123, 521, 559,
 560, 718, 985, 1050
 Church, A. H. 147, 495, 894, 907
 Claassen, E. 491
 Clark, D. 508
 Clarke, F. W. 15, 18, 22, 23, 29, 60,
 68, 85, 89, 91, 121, 123, 124, 128,
 136, 147, 156, 195, 205, 211, 215, 219,
 232, 234, 235, 236, 238, 244, 250, 251,
 268, 269, 270, 307, 308, 316, 320, 330,
 334, 339, 354, 356, 357, 365, 366, 378,
 389, 390, 392, 396, 398, 419, 420, 421,
 424, 425, 426, 429, 430, 433, 434, 437,
 451, 452, 454, 460, 461, 464, 467, 495,
 505, 509, 518, 520, 522, 527, 531, 541,
 581, 582, 587, 639, 640, 641, 648, 649,
 652, 653, 656, 657, 660, 663, 682, 687,
 688, 692, 694, 695, 698, 701, 708, 709,
 710, 729, 730, 731, 732, 733, 751, 764,
 765, 773, 777, 794, 799, 812, 819, 826,
 867, 883, 888, 916, 917, 918, 919, 922,
 933, 981, 984, 989, 1046, 1048, 1052,
 1055, 1057, 1058, 1059, 1075
 Claus, A. 904, 908
 Clement, J. K. 22, 286, 592
 Cleve, P. T. 147, 186, 187, 188,
 864, 871, 874, 985, 1042
 Cloizeaux, A. Des 4, 8, 14, 15, 24,
 174, 179, 198, 205, 307, 323, 351, 359,
 388, 389, 390, 392, 395, 396, 436, 468,
 490, 495, 496, 498, 501, 507, 510, 520,
 524, 534, 582, 600, 601, 620, 621, 630,
 659, 714, 782, 791, 798, 800, 802, 803,
 832, 838, 841, 858, 861, 912, 920, 921,
 944, 948, 954, 960, 961, 986, 992,
 1003, 1006, 1050, 1053, 1054, 1059,
 1062, 1071, 1073
 Cobb, J. W. 111
 Cohen, E. 270, 419, 426, 449, 497,
 542, 605, 607, 643, 853, 895
 Collet-Descotils 809
 Collier 207
 Collins, H. F. 674, 901
 — J. H. 76, 130, 131, 139, 149,
 447, 459, 495, 501, 505, 701, 704, 758,
 764, 769, 788

- Colomba, L. 344, 384, 385, 387,
396, 469, 490, 492, 605, 681, 814,
816, 818, 886, 887, 914
- Comstock, W. J. 1074
- Connel, A. 350
- Cook, C. W. 1069
- Cooke, J. P. 155, 459, 701, 729,
731, 732
- Coomára-Swámy, A. K. 681
- Cordier, A. 832
- Cornu, F. 31, 46, 50, 132, 359, 436, 665,
1062,
- Corsi, A. 916, 917
- Cossa, A. 344, 377, 378, 750, 764,
893, 907, 930, 937
- Covelli, N. 263, 264, 409
- Crasso, G. 544, 546
- Crawe, J. 681, 705
- Croft 882
- Crookes, W. 167
- Crosby, W. O. 931
- Cross, Whitman Ch. 353, 354, 421, 728,
854
- Crossley 904
- Crum, W. 34
- Curie, J. 26, 437, 596, 783, 784
- Curran, J. M. 587
- Cusack, R. 13, 220, 237, 778,
803, 841
- Cushman, A. S. 81, 101, 105, 530, 571
- Czjzek, J. 489
- Dahl** 625
- Dalmer, B. 75
- K. 329, 463, 542, 543, 544,
545, 657, 660, 664, 711, 712
- Damour, A. 4, 14, 17, 122, 139, 191,
320, 323, 352, 389, 428, 498, 501, 535,
587, 597, 600, 628, 629, 858, 884, 887,
894, 907, 913, 914, 930, 949, 956, 957,
958, 959, 960, 961, 986, 1006, 1020
- Dana, A. G. 820
- E. S. 13, 32, 98, 155, 194, 201, 307,
320, 444, 490, 858, 893, 907, 924, 931,
1016, 1074, 1075
- J. D. 14, 26, 66, 90, 124, 127,
137, 139, 140, 142, 144, 210, 216, 232,
314, 616, 721, 904, 923, 1011, 1047
- Daniel, K. 23
- Danker, J. 593
- Darapsky, L. 918
- Dathe, E. 649
- Daub, R. 702, 711
- Dauber, A. 309, 1066
- Daubrée, G. A. 12, 27, 73, 74, 105,
130, 529, 533, 554, 601, 945
- Davis, B. F. 177
- R. O. E. 197
- Day, A. 331, 401, 402, 536, 557, 978,
991, 996, 998
- Dechen, H. v. 490, 493, 512
- Defrance 707
- Delesse, A. 384, 500, 502, 505, 509,
609, 611, 612, 638, 657, 658, 674, 685,
687, 708, 988, 1006
- Dementjef, K. 576, 955
- Derby, O. A. 128
- Desclabissac 384
- Desormes 286
- Detlefsen, E. 492, 508, 514
- Deville, St. Claire Ch. 10, 533, 988
- H. 12, 27, 28, 54, 167, 531, 598, 860, 945
- Dewey, F. P. 444
- Dick, A. 125, 129
- Diday 491
- Dieffenbach, F. v. 642
- Diersche, M. 499
- Diller, J. S. 16, 23, 195, 307,
604, 786
- Dirvell 388, 390
- Dittler, E. 46, 80, 105, 193, 195,
200, 204, 206, 207, 339, 380, 382, 484,
485, 486, 525, 528, 537, 556, 574, 660,
663, 664, 911, 963, 972, 996, 998, 999
- Dittrich, M. 6, 22, 99, 335, 389, 488,
583, 616, 702, 736, 741, 742, 743, 748,
749, 751, 752, 754, 758, 774, 777, 834,
881, 893, 895, 896, 919, 933, 1016,
1017
- Döll, E. 846, 854, 947
- Doelter, C. 1, 2, 3, 9, 13, 25, 26,
80, 91, 135, 145, 159, 165, 166, 193,
196, 198, 199, 200, 206, 208, 214, 216,
219, 220, 222, 223, 229, 247, 248, 252,
253, 261, 295, 303, 319, 324, 328, 331,
334, 336, 339, 340, 346, 348, 356, 358,
359, 360, 370, 379, 400, 406, 410, 438,
455, 462, 467, 469, 470, 471, 478, 479,
480, 481, 510, 522, 531, 537, 538, 539,
555, 579, 595, 596, 601, 607, 608, 609,
622, 626, 660, 663, 664, 679, 715, 719,
720, 736, 778, 780, 787, 801, 803, 804,
805, 807, 816, 824, 828, 833, 835, 836,
840, 841, 845, 846, 847, 850, 853, 857,
860, 863, 878, 881, 888, 911, 912, 921,
943, 944, 964, 969, 972, 976, 979, 995,
996, 997, 1035, 1064
- Doermer, L. 368
- Doht, R. 335
- Dollfus, E. 288, 290
- Domeyko, F. 494, 511, 512, 587, 918
- Doremus, Ch. A. 577
- Douglas, J. A. 468, 484, 533, 992
- Drapiez, A. 809
- Drasche, R. v. 639, 815
- Dreibrodt, O. 92, 725
- Dreyer, C. 382, 392
- Drude, P. 783
- Duboin, A. 411, 412, 413, 471
- Düre 498
- Dürrfeld, V. 384, 426, 450, 455,
456, 510, 512, 601
- Dufet, H. 593, 595
- Duflos, A. 162
- Dufrénoy, P. A. 2, 38, 149, 263, 384, 1012

Dullo 570
 Dunnington, F. P. . . 127, 390, 447, 497,
 868, 873, 1037
 Duparc, L. 197, 198, 452, 456, 506,
 585, 589, 590, 594, 615, 620, 621, 761,
 763, 774, 781, 849
 Dutkowsky, K. 194

E
 Eakins, L. G. 174, 796, 820, 867,
 873, 900, 936, 984
 Eakle, A. S. 1065, 1069
 Earle, H. 573
 Ebelmen, L. 126, 598, 896
 Eckel, E. C. 575
 Eckenbrecher, C. v. 308, 309
 Eger, Ph. 572, 651
 Egleson, J. E. 354, 425, 684, 686,
 692, 700
 Ehlers, J. 783
 Ehrenberg, P. 66
 Eichhorn, H. 32, 68, 322
 Eichstädt, F. 179, 642
 Eisenreich, K. 286
 Eitel, W. 748, 834, 919
 Elsass, A. 436
 Emerson, B. K. 968
 Endell, K. 105, 107, 200, 574
 Engelhardt, E. 25, 323, 456, 539, 596,
 943, 991
 Engelmann, Th. 760, 768
 Engström, N. 189, 190, 191, 864,
 865, 866, 871, 872, 874, 875
 Epstein 915
 Erben, F. 390
 Erdmann, A. 624, 625, 651, 678, 872,
 913, 914, 992
 — H. 303
 — L. 652
 — P. 26
 Erhard 26
 Erlenmeyer, E. 653
 Estner 307
 Eyer mann, J. 11, 314, 425, 496,
 501, 506, 513, 518, 587, 698, 703, 733,
 753, 762, 794, 819, 820, 821, 860, 885,
 900, 917, 1014

F
 Fährer 883, 887
 Fairbanks, H. W. 354
 Faltin 1044
 Farrington, O. C. 615, 616, 618, 796
 Fasolo, M. 761, 814
 Fedorow, E. v. 535, 817, 846, 850,
 851, 891, 897, 898, 991
 Fellenberg, E. v. 421, 645, 649, 653,
 655, 890, 894, 907
 Fellingner, R. 783
 Fellner, R. 231
 Fels, G. 985
 Fenner, C. N. 331, 922

Fernandez-Krug 577
 Ferrant, F. 286
 Fersmann, A. v. 139, 140, 670, 671,
 672, 673, 674, 675, 678
 Feussner, K. 238
 Ficinus 443
 Fiedler, H. 915
 Field, F. 284
 Filhol, E. 514, 515, 516
 Finckh, L. 267
 Finke, W. 840
 Finkener R. 1062, 1063
 Firket, A. 966
 Firtsch, G. 665
 Fischer, C. 605, 607
 — E. 297
 — H. 129, 262
 — W. 517
 Fisher, H. 893, 907
 Fixek, E. 978, 979
 Fizeau, H. 24, 535, 595, 841
 Fleischer 231
 Fleissner, H. 302
 Fletcher, L. 517, 716, 991
 Flight, W. 129, 398, 531, 532, 735
 Flink, G. 337, 457, 516, 518, 519,
 669, 689, 701, 706, 707, 821, 926, 397
 Flinsch 500
 Florence, W. 878
 Förster, F. 101
 Förstner, H. 517, 519, 520, 522
 Foote, H. W. 212, 216, 217, 218,
 219, 355, 356, 390, 580, 581, 752, 761,
 773, 774, 777
 — W. M. 923
 Forbes, E. H. 818, 968, 969
 Forchhammer 27, 32, 126, 130,
 132, 529, 530, 539, 718, 721, 852,
 985, 1032
 Ford, W. E. 17, 18, 515, 588,
 590, 593
 Forell, C. v. 573
 Forsberg 334
 Foster 508
 Foucar, J. L. 138
 Foullon, H. v. 164, 387, 426, 431,
 609, 643, 814, 983
 Fouqué, F. 220, 382, 387, 389, 391,
 401, 465, 470, 471, 472, 473, 519, 520,
 521, 522, 523, 551, 552, 555, 703, 900,
 912, 913, 944, 945, 955, 959, 961, 963,
 965, 988, 990, 991, 996, 997, 999,
 1035
 Fraatz 421
 Francis, W. 210
 Franco, P. 230, 238, 1028
 Fraprie, F. R. 968, 970, 971, 973
 Freda, G. 233, 463, 478
 Freiesleben, J. C. 129
 Freis, R. 485
 Frémy, E. 16
 Frenzel, A. 28, 125, 164, 316, 504,
 703, 815, 817, 929, 1062

- Fresenius, C. R. 747
 Freudenberg, W. 386, 501
 Friderici 1001, 1003
 Friedel, Ch. 26, 222, 228, 235, 241,
 257, 258, 271, 273, 373, 402, 405, 441,
 472, 481, 552, 553, 555, 557, 558, 560,
 563, 565, 566, 998, 1000
 — G. 128, 145, 222, 228, 235, 241,
 257, 258, 271, 273, 318, 319, 320, 321,
 357, 372, 373, 411, 412, 422, 427, 439,
 441, 472, 481, 553, 555, 557, 558, 559,
 560, 563, 565, 566, 660, 671, 998, 1000
 Friedheim, C. 584
 Friedrich, H. 1067
 Friese, R. M. 118, 120
 Fritsch, K. v. 875
 Fromme, J. 511, 693, 869, 875, 929,
 1067
 Fuchs, C. W. C. 503, 507, 508, 509,
 515, 648
 — J. N. v. 569, 1012, 1032
 Fürstenau, C. 292
 Fukuchi, N. 1070, 1075
 Funaro, A. 651, 662
 Funk, F. 105
- G**äbert, C. 49
 Gagel, C. 75, 131, 539, 546
 Galbraith, J. A. 497, 504, 505, 507
 Galpin, S. L. 109
 Gamper, J. 138, 985
 Gans, R. 32, 48, 54, 55, 58, 59, 61,
 66, 67, 68, 69, 72, 82, 374, 376, 572
 Garret, H. 642
 Gasser, G. 796
 Gaubert, P. 252, 253
 Gaugain, A. 784
 Geffken 809
 Geinitz, F. E. 1073
 Gelléri, S. 570, 572, 573
 Gentile, J. G. 291
 Genth, F. A. 5, 14, 20, 121, 127, 148,
 155, 174, 197, 313, 377, 386, 390, 393,
 419, 421, 423, 424, 427, 450, 490, 492,
 513, 604, 639, 641, 644, 646, 652, 653,
 662, 701, 731, 732, 733, 735, 795, 796,
 807, 819, 864, 866, 867, 868, 873, 904,
 907, 918, 985, 1020, 1039, 1040, 1046,
 1047, 1048, 1105
 Gerdes, H. Sk. 569
 Gerhard, D. 500, 514, 522
 Gerhardt 489
 Gerichten, A. von 10
 Gibbs, W. T. 576, 577
 Gibson, C. G. 136
 Giesecke, Ch. L. 306
 Gilbert 1017
 Giles, W. B. 1065, 1066
 Saint Gilles, Péan de 718
 Ginsberg, A. S. 85, 195, 222, 229, 412,
 901, 996, 998, 999
 Ginsburg, J. 130, 132
- Gintl, W. 640, 652
 Giwartowsky 1008
 Glasenapp, M. 102
 Glinka, K. D. 39, 44, 55, 58, 59, 68,
 85, 88, 89, 92, 124, 317, 354, 518, 722,
 723, 724
 — S. 382, 393, 399
 Glocker, E. F. 262
 Gmelin, C. G. 262, 286, 389, 583, 615,
 796, 982, 1006
 Görgey, R. 818
 Götz, J. 813
 Goldschlag, M. 754, 790, 791, 836,
 837, 845
 Goldschmidt, V. M. 181, 858, 877,
 893, 895, 946, 1016, 1030, 1032, 1036
 — V. 235, 358, 382, 392, 467, 657,
 772, 815, 825, 919, 920, 1014, 1020,
 1052, 1070
 Goller, E. 707
 Gonnard, F. 313, 422, 486, 510, 585
 Gonzaga de Campos, L. F. 380
 Gooch, F. A. 731
 Goppelsroeder, F. 288, 290
 Gorazdowski, L. 390, 424, 506, 695
 Gorgeu, A. 276, 277, 283, 410, 411,
 891, 977
 Gorceix, H. 121
 Gottwald, W. 51, 52, 53, 55
 Graeff, F. 506
 Gränzer, J. 494, 835
 Graham, P. D. 492
 Gramont, A. de 6, 8, 398, 420, 528,
 581, 590, 991, 1072, 1073
 Grandeau, L. 1012
 Grandjean, F. 46, 264, 266, 318,
 357, 369, 548, 660
 Granquist 900
 Grattarola, G. 585, 598
 — J. 10
 Greeley, J. T. 931
 Green, S. A. 101
 Greg, R. P. 369, 385
 Greim, G. 198, 199
 Grill, E. 816
 Groddeck, A. v. 20, 421, 755, 1073
 Groß, F. 796
 Grossley 731
 Groth, P. 7, 12, 29, 32, 61, 63, 85,
 89, 165, 169, 172, 178, 200, 206, 230,
 235, 251, 269, 320, 333, 380, 382, 396,
 434, 445, 454, 483, 488, 527, 600, 616,
 618, 629, 656, 657, 670, 703, 749, 774,
 778, 827, 829, 875, 888, 923, 941, 951,
 960, 967, 970, 973, 989, 1001, 1025,
 1026, 1037, 1038, 1042, 1043, 1049,
 1052, 1054, 1058, 1061, 1063, 1065,
 1070, 1075
 Grubenmann, U. 345, 347, 756
 Gruber 576
 Grünling, Fr. 680
 Grünzweig, C. 297, 299
 Grum-Grzimailo, W. 107

Grupe, O. 45, 50, 77
 Gumbel, C. W. von 93, 125, 143,
 314, 383, 388, 391, 429, 445, 447, 449,
 489, 492, 493, 494, 496, 500, 503, 505,
 506, 507, 509, 542, 650, 651, 653, 852,
 1032
 Gürtler, W. 220
 Guillemin, J. 37, 126, 137
 Guimet, J. B. 286
 Guiscardi, G. 1041, 1042
 Gunther, C. G. 901
 Gurlt, A. 553, 720, 955
 Guthe, H. 351, 906
 Gutzkow 334

H
 Haber, F. 119
 Habich, G. E. 291
 Haff, M. M. 579
 Hahn 987
 Haidinger, W. 306, 307, 312, 367,
 369, 727, 795, 846, 852, 921
 Haines, R. 685, 706, 1039
 Hall, A. v. 313, 392
 Hamberg, A. 652, 701, 708
 Hambloch, A. 570, 572, 573
 Hamm, P. v. 643, 644, 655, 688,
 707
 Hammerschlag, A. 644, 655
 Hampe, W. 577
 Hancock, W. C. 604
 Handicquer de Blancourt 286
 Hankel, G. 323, 400, 535, 596, 601,
 660, 921 1072
 Hansel, V. 853
 Harker, G. 21
 Harper, D. N. 585, 587
 Harrington, B. J. 211, 212, 233, 234,
 275, 313, 335, 352, 354, 701, 887, 900
 Hartley, W. N. 528
 — E. G. J. 587
 Hartshorne 1047
 Hartwall, V. 823, 1007, 1008
 Hauer, C. v. 4, 39, 124, 126, 139,
 306, 316, 427, 501, 502, 514, 678, 688,
 704, 721, 734, 929, 980, 983, 1053
 Haughton, S. 385, 389, 423, 459,
 489, 491, 496, 497, 499, 501, 504, 506,
 509, 586, 685, 687, 689, 698, 701, 706,
 708, 980
 Haushofer, K. v. 32, 39, 76, 85, 235,
 491, 530
 Hausmann, J. F. L. 553, 720, 949, 951
 — K. 701
 Hautefeuille, P. 195, 401, 402, 470,
 471, 472, 473, 551, 554, 598, 599, 718
 Haury, R. J. 26, 30, 791, 809
 Hawes, G. W. 396, 700, 707, 922, 924
 Haworth, E. 897
 Hayes, C. W. 14, 533, 1069
 Heath, A. 109
 Hebenstreit, C. 502, 691, 698, 706
 Heber, F. 51

Heberdey, Ph. 951
 Hechenbleickner, J. 579
 Hecht, B. 991
 Hedberg 1007
 Heddle, F. 5, 11, 14, 15, 122, 127,
 136, 157, 314, 316, 369, 385, 388, 392,
 420, 421, 426, 447, 491, 492, 493, 494,
 495, 496, 497, 498, 500, 502, 503, 504,
 505, 507, 509, 510, 515, 604, 614, 626,
 642, 643, 646, 647, 648, 649, 650, 651,
 652, 653, 655, 673, 674, 675, 685, 687,
 688, 691, 693, 694, 695, 697, 698, 706,
 707, 708, 709, 755, 793, 796, 819, 824,
 846, 885, 887, 900, 917, 924, 930, 938,
 968, 969, 973, 982, 986, 988, 1006, 1073
 Hedström, H. 520
 Hefter 506
 Heibling, J. 576
 Heidenreich, O. N. 183, 184, 501
 Heine 554
 Heineck, F. 368
 Hell 709
 Helmhacker, R. 42, 43, 44, 123, 127,
 135, 139
 Hempel 697
 Henderson, Ch. E. 120
 Henglein, M. 601
 Henniges, L. 962
 Henrivaux, J. 554
 Hepke, K. 571
 Hermann, R. 167, 615, 639, 642,
 794, 800, 808, 809, 820, 822, 823, 824,
 890, 929, 981, 986, 988, 1010, 1013,
 1015, 1023
 — W. 836
 Hersch, C. 312, 353
 Herschel, J. F. W. 838
 Herten 309, 800
 Herz, W. 344, 615, 691
 Herzenberg, R. 513, 515, 516, 517
 Hezner, L. 345, 349, 548, 756,
 894, 910
 Hess, Fr. L. 897
 Heumann, K. 276, 282, 283, 289,
 296, 300, 301
 Hibschi, J. E. 310, 331, 422
 Hida 685, 703, 983
 Hidden, W. E. 169, 171, 614, 618, 796
 Hidegh, K. 384
 Hilger, A. 449, 697
 Hillebrand, W. F. 11, 22, 29, 30, 127, 128,
 156, 169, 171, 172, 211, 316, 321, 353,
 354, 390, 419, 421, 430, 431, 490, 495,
 505, 509, 520, 528, 588, 678, 682, 696,
 736, 743, 812, 820, 861, 881
 — S. 30, 216, 217, 218, 219, 232,
 236, 237, 251, 252, 255, 335, 336, 967,
 968, 971, 972, 973, 988
 Himmelbauer, A. 179, 350, 359, 408,
 1003, 1004, 1005, 1016, 1023, 1026,
 1027, 1028, 1029, 1030, 1068, 1069,
 1070, 1071
 Hingenau, O. Frh. v. 1032

Hintze, C. 13, 20, 32, 121, 178,
306, 307, 308, 313, 323, 377, 389, 393,
436, 454, 483, 486, 492, 496, 500, 503,
513, 521, 526, 616, 621, 629, 635, 703,
715, 719, 759, 772, 792, 835, 864, 894,
915, 923, 944, 945, 961, 983, 1009,
1017, 1032, 1063, 1075
Hirsch, C. 101
Hise, Ch. R. van 9, 202, 223, 245,
255, 330, 360, 369, 403, 440, 474, 539,
556, 613, 623, 727, 787, 805, 807, 846,
849, 851, 890, 922, 953, 993
Hissink, D. J. 62
Hjortdahl, Th. 127, 806, 986
Hlasiwetz, H. 316
Hlawatsch, C. 219, 335, 942, 950
Hobbs, W. H. 517, 820, 858
Höchster, Fr. v. 546
Högbom, A. G. 493, 906
Hövermann, G. 622
Hoff, J. H. van't 567
Hoffmann, A. 42, 43
— A. W. 570
— E. A. S. 307
— E. W. 358, 833
— F. 115
— G. C. 207, 428, 441, 452, 509,
639, 643, 645, 657, 658, 700, 902, 906,
1069
— H. 107
— J. 295
— K. A. 303
— R. 282, 286, 289, 290, 291, 292,
293, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301,
303, 304, 305
Hofmann, A. 135
— C. 11
— G. Chr. 885
Hofmeister, F. 584
Hohlcroft, A. D. 61, 79, 82, 83, 85,
88, 89, 102
Hollrung, M. U. 689, 717
Holmberg 624, 929, 933
Holmes, A. 337, 713
Holms 393
Hope, H. 118
Houghton, R. 124
How, H. 1065
Hradil, G. 506
Hubbard, P. 530
Hubert, A. v. 4
Humpidge, J. S. 174, 179
Hundeshagen, F. 85, 102, 309
Hunt, Sterry T. 127, 143, 396, 491,
514, 515, 517, 645, 647, 887, 913, 914,
1011, 1012
— W. F. 337, 338
Hunter, J. Fr. 957, 962
Hussak, E. 10, 128, 223, 261, 387,
497, 609, 622, 626, 720, 944, 964, 1035
Hutchinson, A. 420, 641
Hutzelmann, A. 122, 129
Hyland, J. Sh. 315, 519

Iddings, P. 481, 514
Igelström, L. J. 4, 5, 11, 120, 341,
427, 443, 516, 651, 668, 701, 708,
821, 903
Illgen, O. 291
Illing 699
Inostranzeff, A. v. 853
Irgens 806
Ites, P. 714
Ittner, v. 262
Iwanow, L. J. 148, 160, 423, 893,
901, 907, 929, 930, 934

Jackson, Ch. T. 624, 731, 1046
— E. 949
Jacobs 649, 655
Jacobson 10
Jacquelin 149
Jaffé, A. 385
Jahn, E. 489
Jannasch, P. 17, 20, 517, 652, 655,
699, 736, 737, 738, 739, 742, 743, 748,
749, 751, 753, 755, 756, 760, 765, 766,
767, 768, 771, 772, 777, 884, 886, 887,
911, 924, 926, 927, 931, 932, 936, 938,
939
Jannettaz, E. 211, 388, 510, 518, 595,
840, 841, 943, 962, 1030
Janowsky, J. 50, 647, 949, 953
Jehn, C. 968, 969
Jentsch, G. 490
Jereméjew, P. v. 4, 9, 205, 388, 516,
846, 853, 885, 947
Jeroféjew, M. 749
Jesser, L. 567, 574
Jewreinow 490, 586, 1045
Ježek, B. 313
Jimbo, K. 355, 431, 501, 626, 685, 704
Jönsson, B. 867
Johansson, K. 392
John, C. v. 43, 44, 76, 135, 151, 546,
604, 606, 607, 686, 707, 898
Johnsen, A. 120, 125, 129, 269, 322,
344, 378, 515, 516, 517, 548
Johnson 127, 643, 769
— F. 764
Johnsson, von 353
Johnston, R. A. A. 207, 308, 453,
1069
Johnstone, A. 437, 716
Joly, J. 399, 436, 455, 469, 534,
535, 595, 596, 622, 715, 716, 784, 841,
921, 943, 1030
Jonsson, E. 1018
Jordan, L. A. 140
Jordis, E. 52, 67
Jorisen, A. 966
Joy, Ch. 313, 506
Julian, F. 593
Julien, A. 196, 197, 201, 202, 444
Jungner, E. W. 574

Kackson	4	698, 703, 706, 707, 708, 814, 853, 904, 905, 907, 908, 970, 1056, 1067, 1058	
Kämmerer, H.	161	Knorre, v.	861
Kaiser, E.	266, 270	Knutsen, E.	313
Kalecsinszky, A. v.	128	— G.	423
Kapferer, C. A.	573	Kobell, F. v.	149, 155, 262, 377, 385, 396, 418, 644, 650, 684, 702, 721, 842, 911, 912, 955, 958, 967, 1012, 1054
Karafiat	122, 129	Koch, A.	209
Karandějeff, W.	212, 218	— F.	136, 585
Karawejew	894	— M.	620
Karpoff	160	— R.	921
Karsten, A.	885	Kodera	431, 501, 704
— D. L. G.	30, 154, 808, 809, 958	Köhler	10
Kasai, Sh.	51, 52, 63, 64	Könen, A. v.	312
Kasakow, A.	672	König, G. A.	421, 423, 668, 731, 732, 735, 795, 797, 803, 869, 873, 885, 886, 887, 906, 907, 908, 1048
Katzer, F.	5, 146, 491, 615, 763, 766	Königsberger, J.	342, 398, 405, 436, 530, 553, 556, 557, 560, 659, 691, 692, 714, 783, 1068
Kayser	864	Koerner, J.	100
Kehldorfer, J.	835	Köttig, F. A.	286
Keilhack, K.	539, 991	Köhler, E.	82
Keller	492	Kohlrausch, F.	435, 593, 714
— H. F.	867, 874	Kokscharow, N. v.	19, 27, 160, 210, 267, 584, 586, 615, 639, 640, 645, 662, 808, 817, 844, 845, 894, 897, 900, 901, 930, 1056
Kellermann, H.	166	Kolatschensky, W.	817
Kemp, J. F.	901	Kolb, R.	468
Kenngott, A.	199, 206, 269, 306, 307, 316, 323, 358, 377, 378, 398, 437, 442, 455, 462, 467, 496, 502, 504, 505, 507, 531, 592, 660, 661, 678, 704, 716, 721, 735, 795, 801, 821, 823, 832, 833, 857, 888, 920, 929, 944, 1026, 1050, 1063, 1071	Kolbeck, F.	529, 601
Keppeler, G.	45	Kolisko, E.	496
Kerl, B.	94, 1067	Komonen	626, 913, 914, 981
Kern	516	Koninck, L. de	120, 126
— F.	11	Korn, O.	12, 938
Kersten, C.	37, 38, 160, 162, 163, 499, 553, 890	Kosmann, B.	517
Kertscher, F.	510, 522	Koto, B.	344, 419, 703, 860, 986
Kettner	167	Kovář, J.	11, 39, 128, 151, 158, 197, 445
Keyes, C. R.	849	— F.	585, 796, 813, 816
Kiebel	694	Kožu, S.	984
Kiepenhäuser	1006	Kraatz-Koschlau, K. v.	27
Kikuchi, Y.	447, 983	Krach, R.	763
Killing, F.	127, 445, 694, 706	Kraus, E. H.	1069
Kimball, J. P.	232	Kraze, F.	109
Kinoshuto, S.	25, 596, 783	Krenner, J.	386
Kitamura, Y.	983, 988	Kretschmer, F.	138, 157, 857
Kittl, E.	407, 991	Kreutz, F.	238, 829
Kjerulf, Th.	167, 504, 517, 522, 547, 702, 704	— St.	348
Klaproth, M. H.	38, 39, 158, 792, 886, 912, 944	Krische, P.	568
Klatzo, G.	585	Krotow, P.	160, 161
Klein, C.	358, 468, 517, 815, 838, 990	Krüger, F.	917
— W.	621	Krüß, G.	167
Klement, C.	650, 655, 666, 667, 687	Kryshanowsky, W. J.	902
Klemm, G.	6, 969	Ktenas, K. A.	348
— H.	20	Kühn, H.	158, 815, 817
Klippert	312	Kützing	916
Klocke, F.	943	Kuhlmann, Fr.	286
Kloos, J. H.	497, 505, 510, 983	Kulesza	798
Knaffl	1032	Kultascheff, N. V.	220
Knapp, Fr.	289	Kunz, G. F.	199, 596, 884, 887
Knop, A.	39, 68, 90, 129, 209, 316, 399, 429, 431, 442, 448, 465, 474, 500, 512, 515, 516, 541, 605, 691, 694, 697,		

- Kupffer, E. 672, 817
 Kusnezow, S. 451
- Lacroix, A. 12, 132, 198, 206, 208,
 264, 269, 387, 389, 478, 481, 499, 521,
 590, 620, 627, 628, 629, 630, 631, 634,
 659, 714, 717, 781, 795, 803, 811, 818,
 837, 858, 870, 877, 921, 923, 950, 973,
 981, 983, 990, 1000, 1028, 1036, 1039,
 1055, 1075, 1076
 981, 983, 990, 1000
- Ladd, E. 576
- Lagorio, A. 311, 391, 413, 507,
 562, 638, 655, 815, 847, 848, 849
- Lagus 1007
- Laitakari, A. 917
- Lamétherie, de. 808
- Landero, C. F. de 883, 887
- Landmann 933
- Langguth, E. 568
- Langlet 353
- Langlois, M. 573
- Lapparent, J. de 541, 548
- Larchevêque, M. 99
- Larsen, E. S. 339, 557, 957, 962, 967
- Lasaulx, A. v. 344, 393, 509, 929,
 937, 938
- Lasch 490
- Laspeyres, H. 159, 424, 445, 792,
 794, 799, 800, 804, 811, 816, 820, 821,
 824, 825, 832, 836, 838, 843, 844, 860,
 915, 975
- Lattermann, G. 1028
- Laube, G. C. 125
- Laugier, A. 792, 986
- Laurent, A. 393
- Lawson, A. C. 348
- Lebeau, P. 583, 585
- Lecocq de Boisaudran, H. 528
- Leeden, R. van 40, 47, 62, 64, 69, 77,
 78, 570, 577
- Leeds, A. 524, 646, 1010
- Leffler 989
- Lehunt 916
- Leitmeier, H. 339, 537, 1035
- Lemberg, J. 48, 50, 54, 58, 59, 63,
 82, 88, 203, 204, 211, 214, 223, 224,
 225, 230, 231, 235, 237, 239, 240, 247,
 251, 252, 253, 254, 255, 257, 258, 259,
 260, 261, 262, 263, 264, 268, 270, 271,
 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279,
 280, 281, 282, 283, 306, 307, 309, 310,
 311, 312, 326, 327, 328, 329, 352, 355,
 360, 362, 363, 364, 371, 372, 377, 378,
 379, 393, 404, 406, 412, 413, 415, 416,
 417, 440, 464, 466, 475, 478, 479, 495,
 500, 502, 504, 505, 506, 509, 511, 512,
 518, 549, 555, 562, 568, 572, 593, 603,
 611, 612, 613, 787, 795, 804, 805, 833,
 854, 884, 887, 891, 916, 922, 928, 947,
 949, 952, 953, 955, 983, 985, 994, 998,
 1002, 1003, 1014, 1033, 1034, 1067
- Lenarčič, J. 401, 472
- Lenher, V. 457
- Lenk, H. 1014
- Lepierre, C. 896
- Lettsom, W. G. 369
 — A. 385
- Leuchtenberg, N. Herzog von 640, 655
- Levi 587
 — G. 575, 579
- Lewinstein, G. 498, 502, 512, 516, 727
- Lewis, H. Carwill 685, 701, 1039, 1040
 — J. V. 708, 709
- Leydolt, F. 944
- Liebener, L. 300, 947
- Liebig, J. v. 567
- Liebisch, Th. 127, 180, 181, 190,
 238, 252, 782, 842, 875, 876, 877
- Limur, Comte de 368
- Linck, G. 26, 34, 435, 503, 509,
 690, 707, 714
- Lindgren, W. 156, 232, 353, 490, 642, 678
- Lindner, A. 8, 663
 — G. 26, 535
- Lindström, G. 147, 174, 268, 313,
 391, 934
- M' Lintock, W. F. P. 1068, 1071
- Lippit, T. P. 816
- Lissauer, W. 778, 783, 784
- Litton 507
- Liversidge, A. 21, 124, 127, 150,
 344, 429, 447, 586, 886, 887, 896
- Liweh, Th. 1068
- Loczka, J. 386
- Lodge, O. J. 783
- Löbisch, W. 430
- Lösch, A. 894, 907
- Löwenstein, E. 44
- Loewinson-Lessing, F. 122, 901
- Lohmeyer, W. 383
- Lord, E. C. E. 522
- Lorenz, N. v. 986
- Lorenzen, J. 211, 214, 232, 234,
 313, 315, 323, 334, 336, 353, 457, 508,
 628, 629, 630, 631, 632
- Loretz, O. 383, 965
- Lory, Ch. 548, 556, 814
- Losanitsch, S. M. 161, 162, 163
- Lotz, H. 227, 480, 718
- Louderback, G. D. 313
- Lovisato, D. 139, 761, 814, 835, 844
- Lubinski, M. 502
- Lublin, K. 384
 — M. 548
- Luczizky, W. 802
- Ludwig, E. 371, 386, 430, 431, 449,
 521, 643, 644, 652, 655, 684, 705, 785,
 797, 799, 800, 809, 814, 815, 816, 817,
 821, 822, 823, 824, 825, 832, 833, 834,
 844, 929, 937, 938, 975, 1021, 1062,
 1063, 1074
 — K. 813
- Lüdecke, O. 344, 346, 352, 509, 795,
 811, 813, 824, 1072

Lukas, R. 102
 Lunge, G. 288
 Luquer, L. Mc J. 232, 233
 Luzzato, E. 312

Mc Neil, H. C. 121, 136, 366
 Macadam, W. Ivison 122, 792
 Machado, J. 334, 336
 Mack, A. 26
 Maddalena, L. 589
 Madelung, A. 368
 Magnus, G. 302, 911
 Maitland, A. G. 177
 Makintosh, J. B. 171
 Malaguti, F. 523
 Mallard, E. 12, 319, 483, 669, 829, 920,
 1000
 Mallet, F. R. . 127, 502, 586, 587, 600
 — J. W. . 143, 444, 605, 816, 866, 876
 Malt, Fr. 645, 696, 718, 725
 Manasse, E. . 315, 355, 427, 644, 648,
 651, 757, 792, 815
 Mann, O. 976
 Marc, R. 34, 35, 62, 499
 Marck, v. d. 424, 429, 706
 Marggraf 286
 Marignac, Ch. G. de . 306, 447, 626, 649,
 744, 979
 Marsh, O. C. 314
 Marshall, P. 882, 1046
 Maskelyne, N. St. 129, 735
 Mathesius, W. 578
 Matsumato, O. 314
 Mattenklodt, E. 436
 Mattiolo, E. 312, 384
 Mauritz, B. 212, 386, 395, 509
 Mauthner, J. 815
 Mauzelius, R. . . . 170, 193, 341, 393,
 934, 936
 Medanich, G. 472, 965, 997
 Meißner 140
 — O. 37
 Meister, A. 1040
 Meitzendorf 683, 1056, 1057
 Melcer, G. 15, 382
 Mellor, J. W. 61, 79, 82, 83, 85, 88,
 89, 98, 101, 102, 109, 117
 Melnikow, M. P. 794
 Melville, W. H. 232, 314, 353, 392,
 495, 642, 655, 751, 820, 984
 Memminger, G. C. 867, 874
 Mendelejeff, L. M. 672
 Meneghini, G. 312, 315
 Menell, F. 604
 Merian, A. 976
 Merrill, G. P. 136
 Meritt, E. 782
 Merk, E. 739
 Merwin, H. E. 997
 Merz, V. 894, 907
 Messerschmitt, A. 569, 573, 578
 Metzner, W. 303

Meunier, St. 142, 470, 551, 1000
 Meyer, A. B. 929
 — E. 569, 572
 — St. 199
 — R. J. 861, 862, 870, 872, 875
 Michael, P. 793, 795
 Michel, L. 388, 912
 Michel-Lévy, A. 12, 198, 206, 220,
 269, 382, 401, 470, 471, 472, 473, 483,
 551, 552, 555, 620, 659, 714, 803, 877,
 912, 944, 945, 950, 963, 973, 990, 996,
 997, 999, 1035, 1055
 Middlemiss, C. S. 628
 Mierisch, B. 266, 409, 1000
 Miers, H. A. 125, 517
 Miethe, A. 596
 Mikaëlsen, C. A. 191, 315
 Miklaschewski 947
 Milch, L. 344, 346, 347, 348, 615, 691
 Millosevich, F. 811, 891
 Minor, J. C. 20, 24
 Mitscherlich, E. A. . 83, 720, 721, 747,
 912, 945
 Moberg, J. Ch. 586, 604, 606
 Modern 11
 Möller, F. P. 189
 Mohs, Fr. 2
 Moldenhauer, F. 898
 Molinari, F. 1068
 Monticelli, T. 263, 264
 Morey, G. W. 567
 Morozewicz, J. 121, 182, 211, 212,
 215, 216, 217, 219, 237, 239, 247, 251,
 254, 255, 261, 269, 276, 283, 334, 336,
 342, 398, 552, 626, 664, 690, 720, 738,
 818, 847, 850, 879, 896, 900, 965, 997,
 1001
 Morozow, M. A. 512
 Moss 508
 Mrazec, L. 585, 849
 Mrha, J. 603, 609, 610
 Mügge, O. 9, 13, 240, 348, 468, 517,
 622, 716
 Mülheims, A. 24, 534
 Müller, 5, 153, 709, 717
 — A. 1053
 — H. 78, 575, 597
 — R. 73, 74, 125, 489, 530, 533,
 721, 722
 — W. J. 342, 398, 405, 530, 553, 557, 560
 Mulder, G. J. 32, 33
 Mulert, O. 323, 358, 469, 536
 Murgoci, G. 347, 497, 859, 885,
 901, 933
 Musgrave 390
 Muthmann, W. 167, 869

Nagel 812
 Nakamura, S. 782
 Nanke 812
 Naschold 125
 Nau, A. 383, 916

- Naumann, F. 32
 Negri, G. B. 312
 Neil, J. M. 375
 Neminar, E. 641, 684, 705, 1015, 1027
 Nenadkewitsch, K. 590
 Nessler 90, 447, 448, 507
 Neumann, A. 399
 Newberry, C. 144, 163
 — Sp. B. 569
 Newton, J. 577
 Niedzwiedzki, J. 653
 Niemeyer 687, 693, 701, 707
 Niggli, P. 30, 340, 413, 563, 564,
 565, 566, 567, 973
 Nikitin, W. 850, 898
 Nikolajew 794
 — A. 148
 — P. D. 352, 516, 662, 885, 887,
 896, 898, 1056, 1057, 1059
 Nilson, L. F. 167
 Nirthcote 137
 Nobel, Em. 191
 Noble, C. 99
 Noll, A. 942
 — F. 754, 758, 759, 774
 — N. 376
 Nordenskjöld, A. E. . 26, 147, 193, 625,
 626, 864, 988
 — J. 498, 726
 — N. v. 988, 1008, 1009
 — O. 930
 Nordenström, G. 869
 Nordström, Th. 167
 Norin, E. 1016
 Norlin 625
 Norton 14
 Noyes, A. A. 515

Obermayer, F. 648, 653, 655
 O'Brien, J. O. 568, 576, 577
 Odencrantz, A. 404
 Oebbeke, K. 21, 127, 421, 495, 498
 Öberg, P. W. 206, 399, 534, 595,
 608, 841, 985, 988, 991
 Oellacher, J. 306, 377, 442
 Oetling, C. F. W. A. 552, 965
 Offret, A. 24, 344, 534, 535, 593,
 595, 620, 621
 Olkonen 1007
 Oppenheimer, L. . . . 616, 619, 620, 621
 Ordóny, L. v. 569
 O'Reilly, J. P. 930
 Orloff, N. A. 355, 524, 687, 689,
 692, 704, 885, 899, 934
 Ortman, A. 494, 639, 655, 657, 665
 Osann, A. 269, 335, 349, 406, 493,
 518, 616, 618, 620, 686, 774, 910
 Osersky 820
 Ostwald, W. 34
 Oswald 135
 Ousihkoff, J. 576
 Ovåle 587

Packard, R. L. 284
 Page, C. C. 497
 — W. T. 866
 Pajkull, S. R. 307, 308, 313, 315, 352
 Palache, Ch. 334, 336, 970, 973, 1002,
 1049, 1060, 1061
 Palla, E. 323
 Paltauf, A. 642
 Panebianco, H. 595
 Panichi, U. 1051
 Panzer, Th. 665
 Paravano, N. 248, 250
 Parsons, Ch. A. 583
 Paul, F. P. 748
 Pawlezes, W. 427
 Pawlica, W. 693, 754
 Paykull, C. W. 917
 Payly, A. 1037, 1038
 Paz Soldan, L. 127
 Peacock, S. 574, 575
 Pearse, F. 642, 644
 Pecher 501
 Peck 312, 316
 Pedro, Aug. v. Sachsen-Coburg . . 386
 — P. 136
 Pelikan, A. 314, 323, 331
 Pelkonen 893
 Pelloux, A. 930
 Pemberton, H. 137
 Penfield, S. L. 20, 22, 23, 24, 29,
 194, 197, 207, 208, 219, 391, 394, 431,
 444, 446, 468, 513, 514, 582, 585, 586,
 587, 588, 589, 592, 749, 752, 761, 765,
 771, 773, 774, 777, 1065
 Peniakoff, D. A. 571
 Percy 949, 951, 955, 959, 960
 — P. 126
 Perrey, A. 195, 473, 554, 598, 599
 Peters, C. F. 32
 — K. 165, 584, 922
 Petersen, Th. 4, 389, 427, 431, 500 1011,
 1020
 Petersson, W. 174, 178, 180
 Petrasch, K. 401, 472, 997
 Petrik, S. L. 97, 128
 Pezzolato, A. 576
 Pfaff, A. 306, 530
 Pfeil, K. 813, 820
 Pflingsten 4
 Pflüger, A. 783
 Phillips, A. 490, 545
 Piaz, G. Dal 388
 Piccini, A. 976
 Pick, G. 66
 Pilipenko, P. 917
 Piners, M. 384, 816, 893, 900, 905,
 907, 908
 Piolti, G. 377, 429
 Pirani, M. von 119
 Pirsson, L. V. 464, 521
 Pisani, F. 126, 135, 174, 208, 773,
 309, 315, 334, 351, 392, 395, 396, 424,
 490, 495, 496, 807, 510, 524, 580, 582,

629, 630, 634, 647, 655, 700, 703, 794, 800, 870, 885, 887, 986, 988, 1006 1012, 1020, 1075	816, 817, 822, 823, 824, 832, 842, 844, 860, 864, 873, 874, 883, 887, 893, 894, 895, 896, 897, 900, 901, 903, 904, 907, 908, 914, 916, 918, 923, 927, 928, 934, 936, 937, 938, 948, 958, 968, 969, 974, 975, 978, 979, 984, 988, 992, 1004, 1009, 1011, 1012, 1013, 1014, 1018, 1019, 1020, 1021, 1022, 1031, 1037, 1044, 1048, 1051, 1054, 1057, 1063, 1065, 1066, 1067, 1068, 1073, 1075
Piutti, A. 199, 590, 596, 597, 780	Ramsay, W. 180, 181, 225, 334, 338, 778, 838, 1063
Pjatzitzky, P. 164, 165	Ramstedt, E. 404
Plattner, C. F. 266, 490, 521	Rand 147
— R. 580, 586, 1054	Rankin, G. A. . 16, 107, 951, 952, 977, 978, 996, 997, 998
Plenske, G. 116	Ransome, F. L. 136, 1002, 1049, 1060, 1061
Pockels, F. 783	Raschig 5
Pöhlmann, R. 688, 707	Rath, G. v. . . . 13, 14, 137, 163, 164, 196, 230, 234, 247, 248, 252, 264, 275, 389, 391, 394, 407, 408, 423, 427, 431, 464, 465, 467, 478, 500, 502, 504, 507, 512, 514, 515, 516, 541, 554, 812, 817, 824, 832, 842, 850, 864, 887, 901, 967, 973, 980, 987, 1006, 1007, 1008, 1009, 1010, 1011, 1013, 1018, 1019, 1020, 1021, 1022, 1027, 1033
Pöplein 386, 404	Ratz, F. 151
Pohl, O. 569, 570	Rauff, H. . . . 210, 214, 215, 216, 222, 264, 265, 267, 270
Pollard, W. 811	Rautenberger, C. 32, 80, 81
Pollok, J. H. 585	Raynaud, E. 575
Ponte, G. 647	Read, T. T. 477
Popoff, B. 358	Rebuffat, O. 590, 1042
Popovits, A. 683, 705	Redlich, K. A. 665
Potier, A. 783	Reese, Ch. L. 447
Potts, A. P. 119	Reich, A. 28
Pratt, J. H. 121, 614, 988	Reiner, P. . . . 750, 751, 754, 758, 759, 774, 782
Precht, J. J. 554	Reinhold, E. 3
Preis, K. 422, 1067	Reinitzer, F. 496
Preiswerk, H. 388	Reis, A. 853
Prendel, R. . . 759, 936, 937, 938, 943, 944, 945	Reiser, K. 367
Pribram, R. 580, 583, 584	Renard, A. . . . 445, 814, 824, 832, 929
Prior, G. T. . . . 180, 428, 1041, 1042	Rengade 590
Prjanischnikow 530	Rengert, F. 792
Prost, A. 482, 520, 523	Renz, C. 584
Pützer 894, 907	Repossi, E. 399
Pukall, E. 53, 61, 85	Retgers, I. 435
Pulfrich, C. . . . 435, 659, 782, 838	Retzius, N. 921
Purdy, R. C. 117, 119	Reusch, H. 714
Puzirewsky, P. v. . . . 210, 267, 270	Reuss, A. 156, 727
	Reuter, R. 885
	— O. 450
Quensel, P. 934	Revoutsky, E. 528
Quercigh, E. 597	Reynolds, J. E. 397, 989, 998
	Rhein, G. A. 644
Raimondi, A. 127, 504, 916	Rheineck, H. 772
Ramage, H. 528	Rhodin, J. G. A. 570, 572, 573
Ramann, E. 134	Ricciardi, L. . . . 247, 352, 464, 468, 697, 708
Ramberg, L. 615, 617	Richardson 126, 1054
Rammelsberg, C. F. . . . 5, 10, 18, 22, 27, 29, 37, 39, 50, 51, 125, 126, 135, 137, 139, 147, 148, 149, 153, 167, 174, 177, 190, 193, 196, 198, 205, 209, 213, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 230, 231, 233, 234, 236, 245, 247, 249, 250, 262, 268, 275, 284, 315, 320, 334, 335, 345, 351, 377, 378, 407, 408, 421, 423, 429, 432, 442, 443, 444, 447, 448, 450, 451, 453, 457, 458, 460, 461, 463, 464, 467, 474, 475, 490, 495, 496, 498, 501, 525, 526, 554, 580, 581, 582, 584, 585, 586, 591, 600, 606, 607, 616, 617, 618, 624, 649, 652, 653, 683, 690, 693, 694, 698, 701, 705, 707, 709, 721, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 762, 765, 766, 767, 768, 769, 772, 778, 782, 785, 792, 793, 794, 795, 797, 798, 799, 800, 804, 812, 813, 814, 815,	

- Richter 795
 — F. 394, 489, 491, 492, 494, 499,
 800, 813, 886, 887, 930
 — R. 504, 509, 512
 Richters, E. 103
 Richthofen, F. v. 368, 369
 Riecke, E. 784
 Rieff, A. 119
 Riegel, E. 350
 Rieke, R. 16, 81, 82, 94, 99, 101, 102,
 103, 107, 109, 110, 111, 115, 118,
 119, 200
 Riemsdych 2
 Riepe 423
 Riese 506
 Riessen, E. van 419, 426, 643, 652
 Riess, P. 26, 921
 Riggs, R. B. 17, 124, 389, 420,
 421, 451, 460, 689, 701, 709, 749, 750,
 752, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760,
 761, 762, 765, 766, 767, 768, 769, 771,
 772, 785, 984
 Rimatori, C. 917, 930
 Rinman, E. L. 576
 Rinne, F. 51, 58, 69, 92, 319, 321, 359,
 435, 468, 534, 725, 1062
 Ritter, H. 289, 300
 Riva, C. 390
 Robertson, R. 390
 Robinson, F. C. 867
 Robiquet 286, 291
 Roche, Ch. de la 573
 Rodewald, K. 83
 Röntgen, W. 944
 Roepper, W. T. 981, 983
 Rösler, H. 99, 130, 131, 540
 Rogers, A. F. 138, 530
 — Gebrüder 833
 Rohland, P. 303, 305
 Rohrbach, C. E. M. 367
 Romberg, J. 17
 Romé de l'Isle 808
 Rose, G. 26, 117, 238, 267, 275,
 494, 506, 508, 516, 684, 784, 846, 882,
 889, 921, 1000, 1001, 1056
 — H. 180, 270, 350, 876
 Rosenbusch, H. 211, 219, 228, 238,
 262, 335, 342, 348, 358, 388, 399, 404,
 406, 477, 483, 496, 518, 534, 548, 607,
 689, 690, 692, 714, 726, 727, 853, 889,
 910, 913, 921, 950, 962, 966, 1043
 Rosenow, M. 101
 Rosický, V. 22, 24
 Roth, J. 2, 4, 9, 90, 92, 403, 547,
 661, 855, 856, 875, 889, 992, 1073
 Rowan 127
 Rozen, Z. 674, 675
 Rube 334, 388, 429, 689
 Rüetsch, G. 509
 Rümpler 32
 Rüsberg, F. W. 957, 961, 963
 Ruff, O. 52
 Rumpf, J. 386, 643, 652, 655, 687, 707
 Runth, O. 586
 Rupprecht, E. 389, 495, 504, 509,
 523, 987
 Russ, W. 884
 Rutley, F. 857
 Sabot, R. 197, 198, 452, 456, 506,
 589, 590, 594, 615, 620, 621, 761, 763,
 774, 781
 Sachs, A. 647, 917
 Sachse, R. 79
 Saemann 273, 315
 Šafaršik, A. 235, 236
 Sahlbom, N. 906
 Saizew, A. 137, 1001
 Salomon, W. 1006
 Salvétat 126, 139
 Samojloff, J. 121, 649, 652
 Sandberger, F. 127, 369, 423, 429,
 442, 445, 447, 448, 450, 459, 461, 501,
 503, 506, 522, 687, 693, 697, 701, 713,
 797
 Sander 315
 Sansoni, F. 1072
 Santesson, H. 6, 642
 Sarasin, A. 402, 552, 557, 558
 Sargent, G. W. 751
 Sartorius v. Waltershausen, W. 351,
 985, 987
 Sauer, A. 51, 248, 249, 250, 353,
 367, 475, 476, 502, 505, 632, 754, 769,
 793, 904, 908
 Saussure, Th. 808
 Saytzeff, A. 1095
 Scacchi, A. 263, 265, 266, 1037
 — E. 409, 464, 624
 Schäcke, F. 569
 Schäfer, F. 569
 Schäpfer 458
 Schafhäuti, K. v. 428, 702, 1020
 Schalch, F. 915
 Schaller, W. T. 11, 18, 19, 22, 136,
 197, 198, 217, 218, 219, 419, 430, 451,
 459, 461, 481, 486, 674, 757, 762, 765,
 774, 775, 779, 784, 785, 786, 819, 898,
 916, 957, 967, 1060, 1075
 Scharizer, R. 85, 124, 420, 450, 455,
 514, 604, 606, 607, 698, 706, 758, 761,
 762, 765, 767, 768, 771, 775, 779, 781,
 782
 Schedtler, H. 784
 Scheerer, H. 973
 — Th. 179, 180, 209, 210, 213, 214,
 215, 308, 309, 310, 388, 394, 429, 489,
 491, 492, 494, 498, 499, 509, 512, 518,
 519, 545, 586, 614, 624, 689, 694, 698,
 706, 707, 800, 813, 817, 821, 822, 824,
 833, 844, 851, 876, 877, 1032
 Scheibek 605
 Scheibner 210
 Schenk, A. 855, 856
 Schetelig, J. 192

Schiefferdecker, O. 1056, 1057
 Schiffer, Ch. 680
 Schilling, J. 168
 Schimpff, W. 17
 Schincaglia, J. 25, 469, 596
 Schläpfer, M. 30, 123, 413, 565, 566,
 973, 998
 — R. 643, 647, 700, 707, 1057, 1059
 Schleimer, H. 212
 Schlemmer, C. 817
 Schlutig, E. 344, 628, 629
 Schmid, E. E. 4, 734
 Schmidt, C. 429
 — K. 431
 — M. 989
 — W. B. 512, 531, 694, 708, 717
 — W. 25, 596, 783
 Schmitz-Dumont 767
 Schmutz, K. 472, 552
 Schnabel, E. 144
 Schnedermann 153
 Schneider 586
 — E. A. 420, 426, 639, 640, 641,
 648, 656, 657, 663, 682, 688, 698, 730,
 731, 732, 733, 820, 916, 919, 968, 984
 1057
 — Ph. 574
 Schnerr, K. H. 901, 910
 Schrauf, A. 129, 149, 593, 608, 609,
 610, 611, 612, 662, 666, 667, 687,
 709, 731, 1074
 Schreinemakers, H. 975
 Schröder, G. 577
 — M. 463
 Schrötter, A. v. 38, 456, 461, 798
 Schubert, B. 916, 929
 Schütz, C. 615, 616
 Schulten, A. de 359
 Schultze 690, 697
 — W. H. 436, 715
 Schulz 495
 — F. 576
 — K. 200, 534, 535, 842
 Schulze, E. 1014
 — H. 460, 463, 956, 999
 Schumacher 307, 929
 Schumann, V. 38
 Schumoff-Deleano, V. 339, 911, 963,
 978, 979
 Schurig 63
 Schuster, K. 50
 — M. 990, 1074
 Schwager, A. 21, 391, 421, 429, 431,
 445, 495, 498, 503, 506, 507, 542, 795
 Schwalbe 496
 Schwanert, H. 743
 Schwantke, A. 381, 486, 831
 Schwarz 13, 755, 767
 Schwarzenberg 907
 Schwebel, P. 782
 Schweizer, A. 861
 Scorza 808
 Scott, A. J. 985, 988

Scoular, W. F. 517
 Scrivenor, J. B. 897
 Seamon, W. H. 866
 Seebach, M. 604, 605, 607, 742, 883,
 888, 889, 895, 898, 908, 911, 925
 Seellergood, J. 575
 Seger, H. 97, 112, 114, 498
 Seidel 522
 Seki, T. 35, 46
 Selkmann 1012
 Sella, G. 313
 Serra, A. 228, 755, 900
 Seybert, A. 898
 Shand, J. 477
 Sharwood, W. J. 651, 700
 Shepard, C. U. 704
 — E. S. 16, 107, 331
 Shimidsu 616
 Siemens, W. v. 119
 Sieurin 625
 Sigmond, A. v. 35
 Silber, P. 227, 283, 296, 299
 Silbermüntz, W. A. 35, 520
 Sillem 330, 922, 947
 Silliman, E. 138
 — J. 14, 436, 715, 791, 1047
 Simmonds, C. 85
 Simon, K. 779, 780
 Simonis, M. 101, 103, 108, 110,
 111, 113
 Simpson, E. S. 136, 705
 Singer, F. 58, 61, 283, 302, 305,
 319, 374, 375
 Sioma, J. 514
 Sipöcz, L. 421, 638, 655, 748, 791,
 794, 795, 797, 828, 829, 834, 1015,
 1019, 1020, 1021, 1051, 1052, 1053,
 1054
 Sjögren, Hj. 170, 171, 192, 193, 340,
 341, 393, 893, 907, 936, 941
 Slavík, F. 796, 1067
 Slavki 1014
 Slaytor, C. H. 447
 Smeeth, W. F. 349
 Smirnoff, W. 39, 63, 124
 Smith, B. 421
 — C. H. 334
 — E. F. 138, 150, 197, 205, 893, 898
 — J. 120
 — L. 11, 14, 129, 421, 424, 488,
 495, 520, 521, 639, 647, 649, 684, 703,
 738, 791, 882, 884, 1044, 1045, 1046,
 1047
 — W. Campbell 420, 641
 Sobrero 822
 Sohncke, L. 596, 943
 Sokoloff, A. N. 79, 83, 84
 — A. M. 102
 Soldan 917
 Soltmann, A. T. C. 701, 709, 905, 908
 Sommaruga, G. v. 125
 Sommerfeld, E. 319
 Sommerlad, H. 20, 755, 767

- Sondén, K. 205, 206, 307, 308
 Sousa-Brandão, V. 389
 Späte, F. 78
 Spangenberg, A. 101
 Speciale, S. 352
 Spencer, L. J. 350
 Sperry, E. S. 391, 393, 394, 513,
 588, 589, 681, 705, 1016, 1023, 1065
 Spezia, G. 168, 560, 584
 Šplichal, J. 73, 74, 75, 533, 539,
 983, 995, 996
 Safftchenkow, T. v. 671
 Stadlinger, H. 150
 Stadtmüller 1010
 Städeler, G. 22, 23
 Stagi, F. 312, 383, 389, 897, 898, 900
 Stahl, A. 131, 133, 539
 — W. 958, 960
 Stark 933
 — M. 622
 Starke, H. 936
 Starkl, G. 423, 429, 431, 666, 707
 Stas, J. 291
 Staub, R. 852
 Staudinger 625
 Stchusseff, S. 759, 768
 Steenstrup, K. J. V. 21, 29
 Steger, W. 119
 Stehamer 889
 Steiger, G. 68, 89, 91, 121, 123, 128,
 136, 151, 211, 232, 244, 268, 270, 315,
 323, 330, 334, 339, 354, 346, 357, 358,
 365, 366, 398, 437, 455, 464, 467, 480,
 530, 531, 581, 582, 660, 696, 728, 883,
 917, 918, 919, 922, 933, 936, 1059
 Stein 458
 — G. 204, 412
 Steinecke, V. 464
 Steinmetz, H. 385
 Stelzner 26, 427
 — A. W. 460, 529, 690, 697, 713,
 853, 956, 964, 999
 Stenberg, A. 936
 Stenger, E. 783
 Stevanovich, S. 390
 Stillman, Th. B. 575
 Stoan 502
 Stokar Escher 800, 812, 813, 817,
 822, 824
 Stokes, H. N. 697
 Stolba, J. 167
 Stotter 306
 Stratonowitsch, E. D. 897
 Stremme, H. 30, 33, 36, 39, 40, 45,
 46, 47, 50, 52, 62, 63, 64, 65, 66, 72,
 73, 75, 76, 77, 80, 83, 86, 129, 130,
 132, 134, 136, 140, 376, 533, 539,
 546, 568
 Streng, A. 90, 383, 447, 489, 497,
 498, 512, 542, 693, 706, 983, 986, 987
 Stromeyer, F. 37, 306, 615, 628, 629,
 797, 906, 1006
 — A. 351
 Strovich, G. 898
 Strüver, G. 224, 275
 Strutt, R. J. 181, 590
 Struve, H. 504, 639, 645, 699
 Studer, B. 912
 Stübel, A. 884
 Stützel, L. 167, 869
 Stull, R. 117
 Suida, W. 842, 844
 Sukow, G. 93
 Sullivan, E. C. 73, 74, 75, 78, 81,
 101, 105, 533
 Sundius, N. 1016, 1017, 1027, 1029,
 1030, 1036
 Sustschinsky, P. v. 16, 148, 342,
 588, 953, 1016
 Svanberg, A. N. 625, 982, 992, 993
 Šveda, J. 313
 Svensson, N. 821
 Swayze, A. J. 571, 575
 Szilasi, J. 276, 643, 652
 Tacconi, E. 1067
 Takayama 419, 431, 860
 Takimoto, T. 354
 Tamm, A. W. 821
 Tammann, G. 123, 220, 318, 321,
 358, 469, 536, 919
 Tamura, T. 447, 1070, 1075
 Tarassenko, W. 498
 Taubert, E. 8, 12
 Tealee, J. H. 506, 515
 Telek, J. 644
 Teller, F. 546
 Termier, P. 142, 793, 794, 802, 803,
 813, 830
 Terreil, A. 143
 Thaulow, M. C. J. 678
 Theobald, H. 899, 903
 Thiel, J. 423, 500, 692
 Thomas, H. H. 811
 Thompson, F. 576
 — S. P. 783
 Thomson 981
 — Th. 14, 126, 139, 157, 395,
 675, 792, 903
 — G. 350, 490, 614, 616, 731
 — J. 916, 968, 1011
 Thoreld 147, 1008
 Thorfeld 445
 Thorpe, A. 149
 Thugutt, St. J. 39, 46, 59, 60, 63, 64,
 65, 66, 82, 85, 86, 87, 88, 124, 211,
 214, 215, 218, 219, 220, 221, 224, 225,
 227, 229, 230, 231, 232, 237, 241, 242,
 247, 251, 252, 256, 257, 258, 259, 262,
 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 273,
 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282,
 283, 284, 299, 305, 306, 307, 308, 309,
 310, 311, 316, 317, 320, 321, 322, 323,
 324, 325, 326, 328, 329, 331, 332, 354,
 364, 367, 368, 378, 398, 410, 414, 415,

416, 417, 434, 439, 466, 479, 480, 529, 539	Valentine, W. 693, 696, 697
Tilden, W. A. 590, 872	Varrentrap, F. 284, 286, 1001
Tillotson, E. W. 515	Vatonne 314
Tirremont 286	Vauquelin, L. N. 286, 809
Titow 505	Veen, A. L. E. van der 784
Törnebohm, A. E. 275, 1036	Vélain, Ch. 1000
Tookey 126	Vernadsky, W. 1, 2, 7, 10, 13, 16, 60, 63, 85, 86, 380, 436, 456, 469, 528, 539, 556, 589, 590, 592, 596, 675, 715, 765, 775, 776, 779, 799, 826, 910, 961, 991
Torrey, J. 867	Vesterberg, A. 79
Traube, H. 265, 312, 316, 389, 491, 493, 497, 504, 599, 651, 653, 778, 944	Villarello, J. D. 140, 670
Travers, M. W. 168, 180, 181, 529	Viola, C. 382, 384, 385, 390, 399, 435, 534, 782, 990
Treadwell, F. P. 736, 1062, 1063	Vogel, J. H. 931, 934, 935, 938
Trenkler, H. 342	Vogelsang, H. 26, 297
Treumann 893, 907	Vogt, G. 100, 108
Trolle-Wachtmeister, H. G. Graf. v. 605, 625, 678, 884, 886, 893, 896, 898, 901, 903, 907	— J. H. L. 220, 483, 484, 506, 507, 515, 518, 721, 948, 949, 954, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 966, 973, 991
Tschemak, G. 13, 30, 32, 35, 76, 86, 179, 208, 219, 237, 252, 268, 319, 320, 330, 349, 351, 356, 368, 378, 384, 386, 391, 396, 399, 408, 418, 430, 432, 433, 435, 436, 441, 454, 460, 462, 464, 465, 466, 468, 494, 495, 496, 508, 521, 527, 539, 547, 612, 613, 616, 635, 636, 637, 638, 641, 644, 647, 648, 654, 656, 657, 658, 659, 660, 662, 664, 665, 667, 668, 679, 681, 683, 687, 709, 711, 713, 714, 721, 722, 726, 729, 734, 735, 749, 765, 774, 777, 785, 786, 791, 794, 795, 799, 801, 821, 823, 826, 827, 828, 829, 853, 873, 885, 888, 917, 919, 941, 947, 959, 974, 975, 976, 977, 978, 983, 989, 996, 1004, 1005, 1021, 1022, 1033, 1026, 1027, 1032, 1035, 1048, 1049, 1050, 1051, 1054, 1058, 1059, 1062, 1068, 1070	— P. 119
Tschemnik, P. G. 21, 168, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 213, 218, 335, 455, 519, 817, 869, 870, 873, 875, 897	Voigt, W. 25, 596, 783, 784, 838, 840
Tschemnitscheff, Th. 407, 889, 1008	Volckering, G. J. 232, 233
Tschirwinsky, P. v. 21, 147, 212, 213, 258, 271, 335, 355, 395, 494, 498, 512, 518, 520, 885, 897, 899, 934, 955	Volger, O. 850
Tschurowsky, G. 672	Vorhauser, J. 947
Tsukamoto 355	Vrba, K. 851
Tučan, F. 62, 425, 427	Vredenburg, E. 233, 238
Turner, E. 704	Vuylsteke, J. 648, 653
— H. W. 386, 693, 696, 936	Wada, T. 314, 354, 393, 426, 627, 886, 898, 903, 983, 1075
Tursky, F. 998	Wagner 820, 821
Tyson 121	— G. 703, 1056, 1057
Uhlig, J. 406, 521, 630, 631, 632, 633, 881, 902, 906, 909, 1017	— Percy A. 604, 605, 607, 686, 735
Uhlik, F. 32, 126	— R. 289, 300
Ulrich, G. H. F. 144, 384, 1046	Wahl, W. 486
— R. 534	Wait, F. G. 700, 885, 906
Uricoechea 153	Walchner, F. A. 37
Ussing, N. V. 245, 368, 492, 508, 514, 628, 629, 630, 631, 633	Walcott, R. R. 508
Vaccari, E. 358	Walker, T. L. 628, 778
Valentin, E. P. 876	Wallace, R. C. 16, 220, 221, 402
	Waller, J. 894, 907
	Wallérand, E. 348
	Walmstedt, L. P. 981
	Wandel 809
	Ward, O. 570
	Warrington, R. 32, 33, 70
	Warren, Ch. H. 334, 336, 584, 629, 630, 981
	Wartha, V. 643, 644, 653
	Washington, H. S. 217, 223, 229, 345, 990, 999, 1025, 1026
	Watson, T. L. 507
	Watts, A. S. 117, 119
	Way, N. 32
	Webb, T. H. 729
	Weber 903
	— H. A. 15, 17, 22
	Websky, M. 164, 389, 789, 884, 887, 929
	Weed, W. H. 697
	Weibull, M. 147, 149, 154, 615, 617, 930, 934, 940, 941, 943, 945, 947

- Weibye, P. C. 350, 369, 625, 1006
 Weidmann, S. 343, 457, 521
 Weimer, G. O. 120
 Weingarten, P. 931, 932, 939
 Weinschenk, E. 8, 131, 151, 152,
 154, 377, 383, 442, 635, 795, 803, 809,
 811, 816, 829, 830, 835, 845, 880,
 881, 954
 Weiss, E. 127, 533, 534, 555
 Wells, H. L. 139, 580, 581, 582, 590
 Werner, G. A. 237, 251, 304, 791, 800
 1024
 Werveke, L. van 262, 263, 640, 652
 Westergård, A. H. 845
 Weyberg, Z. 194, 195, 222, 240, 255,
 276, 277, 278, 279, 282, 283, 335, 340,
 410, 412, 413, 422, 424, 427, 562, 695,
 811, 819, 949, 1049
 Wherry, E. T. 877, 941, 942
 White, W. P. 535, 979
 Whitfield, J. E. 17, 20, 29, 419, 522
 1069, 1074
 Whitney, M. R. 267, 268, 270, 491,
 508, 624, 904, 908, 922, 923, 1069
 Wickström 313
 Widmann, O. 930, 936
 Wiegner, G. 32, 34, 58, 62, 68, 69, 72,
 376, 539
 Wiehage, A. 93
 Wiesner, J. 491, 507
 Wiik, F. J. 14, 445, 462, 493, 515,
 660, 715, 812, 828, 831, 893, 933,
 1007, 1008, 1049, 1055
 Wilke-Dörfurt, E. 736, 743
 Williams, G. H. 512, 861, 983, 1050
 — J. F. 142, 476, 506, 514,
 515, 516, 748
 Willson, T. S. 579
 Winther, Chr. 181, 182, 392, 456
 Wisner, L. 850
 Wittich, E. 759
 Wöhler, L. 27
 Wolff 389
 Wolff, E. Th. 640, 1006, 1007, 1008 1009,
 1011, 1013, 1020
 — J. E. 32, 125, 162
 Wolkenhaar 725
 Wollemann, A. 508, 691, 706
 Wolters, W. 577
 Wood, M. H. 464
 Worobieff, V. 784
 Wright, F. E. 217, 223, 557, 898,
 949, 999
 Wülfing, E. A. 12, 15, 33, 82, 219,
 228, 238, 323, 338, 358, 399, 406, 425,
 431, 483, 534, 548, 590, 607, 616, 619,
 620, 621, 630, 659, 714, 728, 749, 751,
 752, 765, 769, 770, 771, 774, 777, 781,
 782, 889, 910, 913, 921, 946, 950, 962,
 966, 990, 1028, 1043
 Würtz 1010
 Wulf, H. 816
 Wunder, J. 287, 299, 300
 — L. 301, 377
 — M. 197, 198, 452, 456, 506, 589,
 590, 594, 615, 620, 621, 761, 763, 774,
 781
 Wyrouboff, G. 584
 Young, J. 315, 351
 Zambonini, F. 23, 143, 152, 153, 154,
 158, 184, 196, 224, 228, 230, 233, 235,
 252, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269,
 270, 275, 319, 321, 343, 344, 367, 409,
 410, 477, 478, 617, 619, 814, 815, 821,
 835, 845, 872, 873, 875, 919, 942, 948,
 956, 960, 961, 962, 970, 971, 974, 975,
 976, 977, 978, 984, 1037, 1038, 1041,
 1043, 1052, 1056, 1058, 1060, 1061
 Zellner, J. 37, 123, 162, 696, 708
 Zemjatschensky, P. A. 16, 588, 641
 Zepharovich, V. v. 50, 419, 496, 640,
 835, 857, 921, 927, 953
 Zikendraht 429, 431
 Zimányi, K. A. 238, 252, 323, 359,
 399, 468, 534, 620, 659, 714, 781, 1028
 Zimmermann 584
 Zinin, N. v. 640
 Zinken, F. 554
 Zirkel, F. 3, 32, 307, 486, 616, 627
 Zöllner, A. 102, 105, 109, 111, 116, 117
 Zschau, E. 315, 353
 Zschimmer, E. 92, 722, 724, 725
 Zschokke, B. 101, 113
 Zsigmondy, R. 62, 508
 Zulkowski, K. 7, 12

Sachregister.

- Acantoid** (siehe Mikrosommit) . . . 263
Acetatsodalith 281
Achmatit (siehe Epidot) 808
Achroit (siehe Turmalin) 749
Achtaragdit (umgewandelter Grossular) 889
Adamsit (siehe Muscovit) 418
Adular (siehe Orthoklas) 488
Ädelit (siehe Prehnit) 915
Ägirin 333
 — Analysenzusammenstellung des . . . 333
 — Analyse des — von Barreiro (Minas Gerães) 334
 — — — — von Brevik (Norwegen) . . . 335
 — — — — von Cevadaës (Portugal) . . . 335
 — — — — von Corporation Quarry bei Mont Real (Canada) 334
 — — — — von Eker (Norwegen) 338
 — — — — von Golling (Salzburg) 335
 — — — — von Kangerdluarsuk (Grönland) 334
 — — — — vom Langensundfjord 333
 — — — — von Låven 334
 — — — — von Lujavr-urt 334
 — — — — von Magnet Cove (Arkansas) 334
 — — — — von Mariupol 333
 — — — — von Norra Kärr (Schweden) 335
 — — — — von Quincy (Massachusetts) 334
 — — — — vom Rainy-Creek-Minendistrikt, NO von Libby Lincoln Co. (Montana) 337
 — — — — von der Roschkowquelle (Ilmengebirge) 335
 — Ammoniumchlorid, Einwirkg. von . . . 339
 — Brechungsquotienten des 338
 — Eigenschaften des 338
 — Formel des 335
 — Konstitution des 335
 — Schmelzpunkt des 339
 — seltene Bestandteile des 337
 — Synthese des 339
 — theoretische Zusammensetzung des 335
 — Umwandlung des 337
 — vanadinhaltige 337
Ägirinaugit 341
 — Analysen des 342
 — Synthese des 342
Agmatolith 122
 — Analysenzusammenstellung 122
 — Eigenschaften des 123
 — Formel des 123
 — Synthese des 123
Aglait (siehe auch Spodumen) 196, 202
 — Analyse 202
Agricolit 164
Akanthikon (siehe Epidot) 808
Akmit (siehe Ägirin) 333
Albit 382
 — Analysenmethode des, siehe allgemeiner Aufsatz in Bd. I, S. 560
 — Analysenzusammenstellung des . . . 382
 — Analyse des — von Albepeyre bei Blesle (Haute Loire) 389
 — — — — von Amelia Co. (Virginia) 390
 — — — — von Andreasberg im Harz 385
 — — — — von Apietto (Corsica) 389
 — — — — von Arendal (Norwegen) 389
 — — — — von Arö 393
 — — — — vom Bachelorgang, Tuolumnefluß, Sierra Nevada (Calif.) 386
 — — — — von Bamle in Norwegen 396
 — — — — von Baumgarten (Schlesien) 389
 — — — — von Ben Bhreck, Tongue (Schottland) 385
 — — — — von Besshi, Insel Iyo (Japan) 393
 — — — — von Blacksmiths Gully Reef, Fryerstown (Victoria) . . . 383
 — — — — von Brancheville Co. (Connecticut) 394
 — — — — von Brixlegg in Tirol 387
 — — — — von Brousson, Val de l'Evençon (Piemont) 388
 — — — — von Burkhardttsdorf, Erzgebirge 388
 — — — — von Calaveras (Colorado) 390
 — — — — von Carrara 386
 — — — — von Chesterfield (Massachusetts) 393
 — — — — von Colafirth Voe (Shetland) 387
 — — — — von Couvent de la Trinité (Corsica) 389
 — — — — von Dalkey in Irland 385
 — — — — von Danbury (Connect.) 393
 — — — — von Ditró (Siebenbürgen, Ungarn) 394
 — — — — von Dyce, Aberdeenshire (Schottland) 392
 — — — — von Epprechtstein im Fichtelgebirge 383
 — — — — von Friedensdorf bei Marburg a. d. Lahn 383
 — — — — vom Fürstenschlag im Pfitschtal, Tirol 384
 — — — — von Garmersreuth im Fichtelgebirge 391

- Albit, Analyse des — von Gefrees im Fichtelgebirge 387
 — — — — vom Glacier de Trélatite bei Chamounix 387
 — vom Gottelsberg bei Aschaffenburg 389
 — — — — vom Gotthard in der Schweiz 384
 — — — — von Greylock Mts. (Massachusetts) 388
 — — — — von Guatemala 393
 — — — — von Haddam (Connecticut) 393
 — — — — von Harzburg 383
 — — — — von Heisterbach 391
 — — — — vom Helenen-Gletscher (Ruvenzori) 384
 — — — — von Hillswickness (Shetland) 387
 — — — — von Hitterö, Norwegen 391
 — — — — von Hoosac Tunell, Berkshire Co. (Mass.) 389
 — — — — von Irigny (Rhône) 389
 — — — — von Jones Fall (Baltimore) 390
 — — — — von Kamary (Krim) 391
 — — — — von Kararfuet (Schweden) 390
 — — — — von Káriabinsk im Ural 388, 393
 — — — — vom Kasbek 384
 — — — — von Kilpatrik (Schottland) 385
 — — — — von Klein Arö 393
 — — — — von Köstenberg bei Pressek (Fichtelgebirge) 383
 — — — — vom Kolberggraben bei Brixlegg (Tirol) 387
 — — — — von Kragerö (Norwegen) 394
 — — — — von Kupferberg im Fichtelgebirge 383
 — — — — von Kyschtym im Ural 393
 — — — — vom Laacher See 391
 — — — — von Lakous (Insel Kreta) 384
 — — — — von Litchfield (Maine) 392
 — — — — von Mariupol bei Ekaterinoslaw (Rußland) 388
 — — — — von Media (Delaware Co.) 395
 — — — — von Miasc (Ural) 392
 — — — — von Mineral Hill bei Media (Delaware Co.) 395
 — — — — von Mitchell Co., N.-Carolina 390
 — — — — vom Mont de la Saxe, Courmayeur (Aostatal) 396
 — — — — vom Monte-Rosa-Gletscher 384
 — — — — von Moro Velho 385
 — — — — von Mursinska 393
 — — — — von Narsasuk in Grönland 392
- Albit, Analyse des — von Nuoro, Sardinien 385, 390
 — — — — von Oberhalbstein in Graubünden 384
 — — — — von Ortola, Massa (Toscana) 387
 — — — — von Oulx bei Baume (Piemont) 385, 387
 — — — — von San Pablo (Californien) 392
 — — — — von Peterhead (Schottland) 389
 — — — — von S. Piero auf Elba 383
 — — — — von Point Piz, Michell Co. (N.-Carolina) 393
 — — — — von Pouzac (Hautes Pyrénées) 386
 — — — — von der Powjenez-Bucht (Onega See, Rußland) 387
 — — — — von Quadro Ribeiras (Terceira, Azoren) 391
 — — — — von Reichenbach (Schlesien) 383
 — — — — von Reinsberg (Rotschönberger Stollen) in Sachsen. 387
 — — — — von Renfrew (Canada) 390
 — — — — vom Rocher des Amoureux bei Modane (Roc Tourné, Savoyen) 387
 — — — — vom Monte-Rosa-Gletscher 384
 — — — — von Sajohaza, im Gömör (Ungarn) 385
 — — — — von S. Bartholomeu bei Alcobaca (Portugal) 389
 — — — — von San Pablo (Californien) 392
 — — — — von San Piero auf Elba 383
 — — — — von St. Vincenz (Steiermark) 388
 — — — — vom Mt. de la Saxe, Courmayeur (Aostatal) 396
 — — — — vom Schneeberg, Riddnaun in Tirol 386
 — — — — von Schreiberhau (Schlesien) 383
 — — — — von Schwarzbach in Schlesien 383
 — — — — Sklipio, Insel Rhodus. 386
 — — — — von Skogböle in Finnland 391
 — — — — von Slatoust (Ural) 393
 — — — — von Snarum (Norwegen) 394
 — — — — von Stainz in Steiermark 386
 — — — — von der Steele Mine, Montgomery Co., N.-Carolina 385
 — — — — von Stokö (Süd-Norwegen) 293
 — — — — von Stromay (Schottland) 385
 — — — — von Tammela in Finnland 391

Albit, Analyse des — von Tarnpatel in Schlesien 389
 — — — — von Teotihuacan (Mexico) 388
 — — — — von Tuckers Quarry (Delaware) 393
 — — — — vom Tuolumne Fluß, Sierra Nevada (Californien) 386
 — — — — vom Urfluß in Ober-Birma 389
 — — — — von St. Vincenz (Steiermark) 388
 — — — — vom Waldhorntörl am Großvenediger 384
 — — — — vom großen Waldstein im Fichtelgebirge 383
 — — — — von Windisch Matrey in Tirol 384
 — — — — von Zawrat, Tatra 390
 — — — — von Zöblitz 389
 — bariumhaltiger 396
 — Brechungsquotienten des 399
 — chemische Eigenschaften des 398
 — im Dacit (Analysen) 391
 — Eigenschaften des 398
 — elektrische Leitfähigkeit des 400
 — in Erzlagerstätten 385
 — Formel des 397
 — Genesis des 405
 — in Gneisen (Analysen) 387
 — in Graniten (Analysen) 389
 — im Kalkstein (Analysen) 386
 — Konstitution des 397
 — Kristallisationsgeschwindigkeit des 401
 — Kristallisationsvermögen des 401
 — Leitfähigkeit, elektrische des 400
 — Löslichkeit des 398
 — Lötrohrverhalten des 400
 — im Marmor (Analysen) 386
 — Mondstein 395
 — Natronlauge, Einwirkung auf 398
 — im Nephelinsyenit (Analysen) 392
 — optische Eigenschaften des 400
 — im Pegmatit (Analysen) 389
 — Peristerit 395
 — physikalische Eigenschaften des 399
 — Pseudomorphosen 394
 — — nach Skapolith 394
 — — nach Spodumen 394
 — Saussuritbildung 404
 — in Schiefen (Analysen) 387
 — Schmelzpunkt des 400
 — im Serpentin (Analysen) 389
 — Synthese des 401
 — — auf nassem Wege 402
 — — durch Schmelzen 401
 — im Trachyt (Analysen) 391
 — Umwandlung des 403
 — — künstliche 404
 — — natürliche 403
 — — in Sericit 404
 — — in Zoisit 404

Albit, Wasser, Einwirkung auf 398
 Alexandrolith 161, 162
 Algerit (siehe Skapolith) 1004
 — Analysen des 1011
 Allanit (siehe Orthit) 863
 — Analysen des 865, 867, 868, 876
 Allochroit (siehe Calcium-Ferri-granat) 892
 Allophan 37, 137
 — Analysen des 37, 137
 — Konstitution des 60
 — Löslichkeit des 40, 47 ff.
 — Wassergehalt des 43 ff.
 Allophit 789
 Aluminium-Borosilicat 16
 Aluminium-Fluorsilicat 19
 Aluminiumsilicat 1
 — Einwirkung von Chlorwasserstoff auf 3
 — — von Flußsäure auf 3
 — — von Kalihydrat auf 2
 — — von Natronhydratlösung auf 3
 — Genesis der drei Kristallarten 3
 — Kristallarten des 2
 — Polymorphie des 1
 Aluminiumsilicate 1
 — einfache 1
 — — wasserfreie 1
 — — wasserhaltige 30
 — zusammengesetzte (komplexe) 193
 — Allgemeines 30
 — durch Salzsäure aufschließbare 36
 — — Analysen der 36
 — — Genesis der 48
 — — Konstitution der 60
 — — Löslichkeit der 36
 — — Synthese der 51
 — — Vorkommen der 48
 — — Wassergehalt der 42
 — durch Salzsäure schwer oder kaum aufschließbare 72
 — — verschiedene Zersetzungsprodukte 91
 — siehe Kaolin.
 Alurgit (siehe Biotit) 446, 680
 Amazonenstein (siehe Orthoklas) 488
 Amazonit (siehe Orthoklas) 488
 Amesitsilicat 635
 Amphigen (siehe Leucit) 463
 Amphilogit (siehe Muscovit) 418
 Amphodelit (siehe Anorthit) 979, 993
 — Analysen des 993
 Analcim 350
 — Analysenmethode siehe Band I im allgemeinen Artikel S. 550.
 — Analyse des — von Arö (Norw.) 352
 — — — — von Barrhead, Renfrewshire (Schottland) 351
 — — — — von Ben Lomond, New S. Wales (Australien) 355
 — — — — vom Berge Blagodat im Ural 350, 352

- Analcim, Analyse des — von böhmisch Wiesenthal 352
 — — — — von Brevik (Norwegen) 351
 — — — — von Monte Catini in Toscana 352
 — — — — von Crofthead, Renfrewshire (Schottland) 351
 — — — — von Cyklopean Islands 355
 — — — — von den Cyklopen-Inseln (Sizilien) 351, 352
 — — — — von Dölzchen im Plauenschen Grund bei Dresden 353
 — — — — von Dumbarton, Kilpatrick (Schottland) 350
 — — — — von Duningen (Hannover) 351
 — — — — von Eikaholmen (Norwegen) 353
 — — — — vom Fassatal in Südtirol 350, 351
 — — — — von Friedersdorf in Hessen 353
 — — — — von der Garnisonmühle im Plauenschen Grund (b. Dresden) 353
 — — — — von Giants Causeway, Antrim (Irland) 350
 — — — — vom Mt. Girnar in Kathiawar (Indien) 354
 — — — — von Hamasat (Massana, Erythräa) 355
 — — — — von der Heldburg in Thüringen 351
 — — — — von den Highwoods, Rocky Mountains (Montana) 353
 — — — — von Itschina bei Neutitschein (Mähren) 368
 — — — — von Kangerdluarsuk in Grönland 352
 — — — — von Kerguelen Islands 355
 — — — — von Klein Arö (Norwegen) 352
 — — — — von Kobi bei Baku 354
 — — — — von Kuchelbad in Böhmen 351
 — — — — von Låven (Norwegen) 350, 352
 — — — — von Lövö (Norwegen) 350
 — — — — vom Magnetberg, Blagodot (Ural) 352
 — — — — von Maze, Provinz Echigo (Japan) 354, 355
 — — — — von Michigan (Vereinigte Staaten N.-A.) 355
 — — — — vom Monte Catini in Toscana 352
 — — — — vom Monte Girnar in Kathiawar (Indien) 354
 — — — — von Montreal in Canada 351, 354, 355
 — — — — von Mugdock, Renfrewshire (Schottland) 351
 — — — — von Niederkirchen in der bayrischen Pfalz 350, 369
- Analcim, Analyse des — vom Nord Table Mountain bei Golden (Colorado) 354
 — — — — von Old Kilpatrick (Schottland) 350
 — — — — vom Plauenschen Grund bei Dresden 353
 — — — — von Point Sal, Santa Barbara Co. (Californien) 354
 — — — — von Predazzo in Südtirol 351
 — — — — von Punzau in Schlesien 351
 — — — — von den Rocky Mountains (Montana) 353
 — — — — von der Seiseralpe in Südtirol 351, 354, 355
 — — — — vom Table Mountain bei Golden (Colorado) 352, 354
 — — — — von Two Islands 355
 — — — — vom Vesuv 367
 — — — — von Wassons Bluff, Nova Scotia 354
 — — — — von Wesseln bei Aussig (Böhmen) 351
 — — — — von Wiesental im Erzgebirge in Böhmen 352, 367
 — Austausch des Zeolithwassers 357
 — Brechungsquotienten des 359
 — Dichte des 358
 — Eigenschaften des 358
 — Erwärmen des 357
 — Formel des 355
 — Genesis des 359
 — Konstitution des 356
 — Löslichkeit des 358
 — Lötrohrverhalten des 358
 — Pseudomorphosen 367
 — Synthese des 359
 — Umwandlung des 360
 — künstliche 360
 — Wassergehalt des 357
 — Zeolithwasser 357
 Analcit (siehe Analcim) 350
 Analysenmethode des Berylls 881
 — des Granats 881
 — des Orthits 861
 — der Silicate der seltenen Erden. 165
 — des Turmalins 736
 — des Vesuvians 924
 Anauxit 39, 123
 — Analysen des 124
 — siehe auch Aluminiumsilicate, wasserhaltige, einfache.
- Andalusit 4
 — Analysenmethoden siehe in Bd. I im allgemeinen Abschnitte.
 — Analysenzusammenstellung 4
 — Analyse des — von Aberdeenshire 5
 — — — — von Auchendoir, Aberdeen 5
 — — — — von Bräunsdorf (Sachsen) 4

Andalusit, Analyse des — von Bull Mts. Patrik Co. (Virgin.) . . . 5
 — — — — von Cejov bei Humpoletz (Böhmen) . . . 5
 — — — — vom Flüela-Radünertäli (Schweiz) . . . 5
 — — — — von Gurban Schiwar bei Nertschinsk . . . 9
 — — — — von der Helmspitze (Montavon) . . . 5
 — — — — von Lancaster (Mass.) . . . 4
 — — — — von Landeck (Tirol) . . . 4
 — — — — vom Langtaufertal (Tirol) . . . 4
 — — — — von Lienz (Tirol) . . . 4, 9
 — — — — von Mankova (Transbaikalien) . . . 4, 5
 — — — — von Marnoch, Banffshire . . . 5
 — — — — von Ortenmuhr (Öztal in Tirol) . . . 5
 — — — — von Ramsberg (Schweden) . . . 4
 — — — — vom Rio dos Americanas (Brasilien) . . . 4
 — — — — von Robschütz (Sachsen) . . . 4
 — — — — von Ruskiala (Finnland) . . . 4
 — — — — San Piero (Elba) . . . 10
 — — — — vom Scaletta-Paß (Schweiz) . . . 5
 — — — — von Schaitansk (Ural) . . . 4
 — — — — Sedlitz bei Moldauthein (Böhmen) . . . 5
 — — — — Serra de Raqui (S. Paulo, Brasilien) . . . 10
 — — — — von Wunsiedel (Fichtelgebirge) . . . 4
 — Analysen, zersetzter . . . 9
 — Brechungsquotienten des . . . 6
 — Eigenschaften des . . . 8
 — Färbemittel des . . . 8
 — Formel des . . . 6
 — Genesis des . . . 10
 — Konstitution des . . . 6
 — Lötrohrverhalten des . . . 8
 — Manganandalusit . . . 6
 — Synthese des . . . 10
 — Umwandlung des . . . 9
 — Viridin . . . 6
 — zersetzte . . . 9
 — Analysen der zersetzten . . . 9
 Andradit (siehe Calcium-Ferri-
 granat) . . . 892
 — Analysen des . . . 895, 899, 902
 Annit (siehe Biotit) . . . 680
 Anomit (siehe Biotit) . . . 680, 696
 — Analysen des . . . 696, 704
 Anorthit . . . 979
 — Analysenmethode siehe im all-
 gemeinen Artikel Bd. I, S. 560
 — Analysenzusammenstellung des . . . 979
 — Analyse des — von Aker (Söder-
 manland) . . . 981

Anorthit, Analyse des — von der
 Insel Amitok (Grönland) . . . 981
 — — — — von Arendal (Norwegen)
 985, 987
 — — — — von Beefisland, bei der
 Insel Tortola (Westindien) . . . 985
 — — — — von Bogoslows (Ural) . . . 984,
 987
 — — — — von Bräkke bei Bamle
 (Norwegen) . . . 985
 — — — — von Buck Creek,
 Clay Co. . . . 987
 — — — — von Carantic (Indien) . . . 986
 — — — — von Careingford (Ir-
 land) . . . 980
 — — — — von der Insel St. Chri-
 stopher . . . 984
 — — — — von St. Clément . . . 983
 — — — — von Drumond Island
 (Huron See) . . . 981
 — — — — von Ehrberg (Schwarz-
 wald) . . . 983
 — — — — von Fetlar (Schottland) . . . 987
 — — — — von Franklin Furnace
 (New Jersey) . . . 981, 982
 — — — — von Glen Gairn (Schott-
 land) . . . 982, 986
 — — — — vom Huron See, Dru-
 mond Island . . . 981
 — — — — von Juvinas (Meteorit) . . . 984
 — — — — von Kimito (Finnland) . . . 987
 — — — — vom Kontschekowskoi
 Kamen bei Bogoslows (Ural) . . . 984, 987
 — — — — von Lamba (Island) . . . 985
 — — — — von Lendafaot (Ayr-
 shire) Schottland . . . 986
 — — — — von der Lindsaygrube
 bei Orijärvi (Finnland) . . . 981, 987
 — — — — von Lojo . . . 985
 — — — — von S. Lucia di Tallano
 (Corsica) . . . 987
 — — — — von der Malgola bei
 Predazzo (Südosttirol) . . . 984
 — — — — von S. Martino bei Vi-
 terbo . . . 984
 — — — — von Mine Oka, Ove
 (Japan) . . . 986
 — — — — von Miyake Jima (Ja-
 pan) . . . 982
 — — — — vom Monzoni (Südost-
 tirol) . . . 980, 984
 — — — — von Näferholt (Island,
 aus Heklalava) . . . 985
 — — — — von Nagybánya
 (Ungarn) . . . 980
 — — — — von Neurode (Schle-
 sien) . . . 986, 987
 — — — — von Nordsundvik bei
 Kimito (Finnland) . . . 987
 — — — — von Ober-Fernezey bei
 Nagybánya (Ungarn) . . . 980
 — — — — vom Val d'Orezza (Cor-
 sica) . . . 987

- Anorthit, Analyse des** — Orijärvi (Finnland) 981, 985, 987
 — — — — von Owe (Japan) 986
 — — — — von Pesmeda, Monzoni (Südtirol) 980, 984
 — — — — von Phippsburg (Maine) 981
 — — — — von Pikesville (Maryland) 983
 — — — — von Predazzo (Südtirol) 984
 — — — — vom Radaul (Harz) 983
 — — — — vom Radmansö (Schweden) 984
 — — — — von Raymond (Maine) 984
 — — — — von der Insel Rhodos 982
 — — — — von Salem (Indien) 981
 — — — — von der Insel St. Christopher 984
 — — — — von St. Clément 983
 — — — — von S. Lucia di Tallano (Corsica) 987
 — — — — von S. Martino bei Viterbo 984
 — — — — von der Insel Santorin 982
 — — — — von Selfjall bei Lamba (Island) 985
 — — — — von Senftenberg 985
 — — — — von Skurrueself, Krogn (Norwegen) 985
 — — — — von Stannern (aus dem Meteoriten) 985
 — — — — von Stigahlid (Island) 998
 — — — — vom Tarumaivulkan (Japan) 984
 — — — — von Thiorsa (aus Heklavala) (Island) 985, 986
 — — — — von Tönasava in Hakone (Japan) 982
 — — — — von Trezza, Cyclopieninsel 987
 — — — — von der Trista-Bay, Insel Fetlar (Schottland) 987
 — — — — von Tunaberg (Schweden) 981
 — — — — vom Val d'Orezza (Corsica) 987
 — — — — vom Vesuv 982, 983
 — — — — von Viterbo 984
 — — — — von Whitakers ore pit, Wilmington (Delaware) 984
 — — — — von Wingendorf (Schlesien) 984
 — Bariumanorthit (künstlicher) 999
 — Bleianorthit (künstlicher) 999
 — Brechungsquotienten des 990
 — Eisenanorthit (künstlicher) 999
 — Eisenoxydgehalt des 988
 — Genesis des 1000
 — Formel des 988
 — Kalianorthit (künstlicher) 999
 — Kaligehalt des 988
 — Kaliumcarbonat, Einwirkung auf 994
 — Kohlensäure, Einwirkung auf 995
 — Konstitution des 989
- Anorthit, Magnesiagehalt des** 988
 — Natriumcarbonat, Einwirkung auf 994, 995, 996
 — Natronanorthit (künstlicher) 999
 — physikalische Eigenschaften des 990
 — Schmelzpunkt des 991
 — Strontiumanorthit (künstlicher) 999
 — Synthese des 996
 — — aus Lösungen 998
 — — aus Schmelzfluß 996
 — — kalihaltiger Anorthite 999
 — Umwandlung des 992
 — — künstliche 994
 — — natürliche 992
 — — siehe Polyargit, Amphodelit, Lepolith, Lindsayit, Tankit, Sundvikit.
 — Vorkommen des 1000
 — Wasser, Einwirkung auf 995
 — Zinkanorthit (künstlicher) 999
 — zufällige Bildung 1000
- Anorthoklas** 513
 — Analysen des 391, 514
 — bariumhaltiger 524
- Anthosiderit** 153
Aphrosiderit ((Leptochlorit)) 636
Aplom (siehe Calcium-Ferrigranat) 892
Apyr (siehe Turmalin) 749
Aquamarin (siehe Beryll) 584
Arendalit (siehe Epidot) 808
Arseniatsodalith 280
Arsenitsodalith 279
Aspasiolith (siehe Umwandlung des Cordierits) 623
 — Analyse des 624
Aspidolith (siehe Biotit) 680
 — Analyse des 702
Atheriasit (siehe Skapolith) 1004
 — Analysen des 1006
Auralith (siehe Umwandlung des Cordierits) 623
 — Analyse des 624
Avalit 163
Avanturinfeldspat (siehe Orthoklas) 488
 — Analysen des 524
Avasit 148
- Bababudanit** 349
Babingtonit 967
 — Analysenzusammenstellung des 968
 — Eigenschaften 973
 — Formel des 989
 — Genesis des 973
 — Konstitution des 970
 — aus Schlacken 969, 973
 — Synthese des 973
Baddeckit 441
 — Analysen des 441
 — Eigenschaften des 442
 — Vorkommen des 442

Bagrationit (siehe Orthit) 863
 Bakerit 1066
 — Analysen des 1066
 Bamlit (siehe Sillimanit) 14
 Bariumanorthit (künstlich) 999
 Barium-Magnesiumglimmer
 (siehe Biotit) 701
 — Analysen des 702
 Barsowit 1000
 — Analysen des 1001
 — Eigenschaften des 1002
 — Formel des 1001
 — Konstitution des 1002
 — Umwandlung des 1002
 Barytglimmer (siehe Biotit) 680
 Bastonit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 687
 Batavit 634
 — Analysen des 634
 — Eigenschaften des 635
 — Formel des 635
 Baueritisierung (siehe Biotit) 725
 — künstliche 725
 Baulit (siehe Orthoklas) 488
 Bavenit 1064
 Beckelith 182
 Beffanit (siehe Anorthit) 979
 Bendsorffit (siehe umgewandelten
 Cordierit) 624
 — Analyse 624
 Bergmannit (siehe Hydronephelit) 307
 — (siehe auch Natrolith) 311
 Berlavit (Chloritart) 667
 — Analysen des 667
 — Formel des 667
 Beryll 584
 — Analysenmethode des 583
 — Analysezusammenstellung des . 584
 — Analyse des — von Aberdeen . 586
 — — — — von Aduntschilon (in
 Sibirien) 586
 — — — — vom Ambatolampy
 (Madagaskar) 588
 — — — — vom Amelia Co. (Vir-
 ginia) 588
 — — — — von Biauchaud (Puy de
 Dôme) 585
 — — — — von Brancheville (Con-
 necticut) 588
 — — — — von Broad (Philadel-
 phia) 587
 — — — — von Brodbo (Schweden) 598
 — — — — von Chanteloube (Li-
 moges) 585
 — — — — vom Chester City Stein-
 bruch (Pennsylvanien) 587
 — — — — von Copes Bridge, East
 Bradford, Chester Co. 587
 — — — — von Craveggia (Novara) 584
 — — — — von Donegal, Irland . 585
 — — — — von Elba . 585, 588, 598
 — — — — von Emmaville, N. S.
 Wales 587

Beryll, Analyse des — von Glen-
 kullen (Irland) 587
 — — — — von Goshen (Massa-
 chusetts) 587
 — — — — vom Habachtal (Salz-
 burg) 584
 — — — — von Hebron (Maine) . 589
 — — — — von Home post-office
 (West-Tennessee) 587
 — — — — vom Ifinger in Tirol . 584
 — — — — vom Ilmengebirge
 (Ural) 588
 — — — — von Kararfvet bei
 Brodbo (Schweden) 598
 — — — — von Killiney 585
 — — — — von Kyschtym, Ilmen-
 gebirge, Ural 588
 — — — — von Limoges . 585, 597
 — — — — von Lipowka (Ural) . 589
 — — — — von Maharitra (Mada-
 gaskar) 589
 — — — — von Mesa Grande, S.
 Diego (Californien) 588
 — — — — von Milford, Licht-
 field Co. 589
 — — — — vom Montblanc 585
 — — — — von Montjeu (Saône u.
 Loire) 585
 — — — — vom Motajica-Planina-
 gebirge (Bosnien) 585
 — — — — von Muso in Columbien 587
 — — — — von Norway (Maine) . 589
 — — — — von Paavo (Finnland) 586
 — — — — von S. Piero (Elba) . 585,
 598
 — — — — von Pisek in Böhmen . 585
 — — — — von Royalston (Massa-
 chusetts) 588
 — — — — von Sahanivotry (Ma-
 dagaskar) 588
 — — — — von San Piero (Elba) 585,
 598
 — — — — von Somero 586
 — — — — von Stoneham (Maine) 587
 — — — — von Takowaja (Sma-
 ragdgruben) Ural 588
 — — — — von Tannela 586
 — — — — von Tirschenreuth im
 Fichtelgebirge (Bayern) 597
 — — — — von Tsilaisina (Mada-
 gaskar) 588
 — — — — von Valparaiso 587
 — — — — vom Vegetable Creek
 (N.-S.-Wales) 586
 — — — — von Vohydaday (Mada-
 gaskar) 589
 — — — — von Wereslow (Zinn-
 Mine), Maine 588
 — — — — von Willimantic (Con-
 necticut) 588
 — — — — von Winslow, Mada-
 gaskar 587
 — — — — von Zwiesel 584

- Beryll, Ausdehnung durch die Wärme 595
 — Brechungsquotienten des 593
 — cäsiumhaltiger 589
 — chemische Eigenschaften des 592
 — Elastizitätskoeffizient des 596
 — elektrische Eigenschaften des 596
 — Formel des 591
 — Gehalt an anderen Elementen des 590
 — Genesis des 599
 — Heliumgehalt des 590
 — Konstitution des 592
 — lithiumhaltiger 589
 — physikalische Eigenschaften des 593
 — Schmelzbarkeit des 596
 — Strahlungen, Einwirkung auf 596
 — Synthese des 598
 — Umwandlung des 597
 — — Analysen umgewandelter 597
 — — in kaolinartige Substanz 597
 — — in Muscovit 598
 — Vorkommen des 599
 — Wassergehalt des 592
 Beryllium-Aluminiumsilicate 583
 — Analysenmethode der 583
 Berylliumleucit (künstlich) 473
 Berzeliit (siehe Petalit) 205
 Beudantinit (siehe Phakelit oder Kaliophilit) 409
 Beustit 858
 Biotina (siehe Anorthit) 979
 Biotit 680
 — Analysenmethode in Bd. I im allgemeinen Aufsatz S. 560.
 — Analyse des — von Aberdeen (Schottland) 689
 — — — — vom Abukama Plateau (Japan) 703
 — — — — von der Adamsgrube, Portland Township, Ottawa Co. (Canada) 684
 — — — — von Arendal 690
 — — — — von Arnsdorf im Riesengebirge (Böhmen) 691
 — — — — von Aschaffenburg 686
 — — — — von Auburn (Maine) 695
 — — — — von Badberg (Baden) 703
 — — — — von Badenweiler (Baden) 691
 — — — — vom Baikalsee (Sibirien) 684, 686
 — — — — von Ballyelin, Carlow Co. 687
 — — — — von Ballygish, Donegal Co. (Irland) 685
 — — — — von Baltimore (Maryland) 691
 — — — — von Barkevik (Norwegen) 689
 — — — — vom Bear-River, Amador Co. (Californien) 697
 — — — — von Ben Breck (Tongue) 685
 — — — — von Bengalen 703
 — — — — von Bjelaja Tzerkow 723
 Biotit, Analyse des — von Bloods Station, Alpine Co. Sierra Nevada (U. S. Am.) 692
 — — — — von Bodenmais (Bayern) 692
 — — — — von der Bol Neil Mine, Township, Hastings Co. (Ontario) 699
 — — — — von Böstenbach 694
 — — — — von Brancheville (Connecticut) 693
 — — — — von Brevik (Norwegen) 698, 725
 — — — — von Burgess (Canada) 682
 — — — — von Butte, Montana 697
 — — — — von Canton (Irland) 689
 — — — — von Cape Wrath Sutherland (Schottland) 691
 — — — — von Capval (Schottland) 695
 — — — — von Carn Bosavern bei St. Just (Cornwall) 700
 — — — — von Castlecaldwell 687
 — — — — von Chester, Smirgelgrube (Massachusetts) 703
 — — — — von Christianberg (Böhmerwald) 687
 — — — — von Clach-an-Eoin (Schottland) 698
 — — — — von Clarks Steinbruch Frankford (Pennsylv.) 698
 — — — — von Clashnaree in Clova (Aberdeenshire) 691
 — — — — von Cnocdubb östl. Lairg (Schottland) 697
 — — — — von Corporation Quarry, Mount Royal (Canada) 700
 — — — — von Cove (Schottland) 698
 — — — — von Czerwony Vrch (Tatra) 695
 — — — — von Czuba Goryzkova (Tatra) 692
 — — — — von der De-Beers-Grube (Süd-Afrika) 686
 — — — — von St. Denis (England) 700
 — — — — von Deskenev (Schottland) 685
 — — — — von Easton (Pennsylvanien) 682, 703
 — — — — von Edwards, St. Lawrence Co. (New York) 681, 682, 683
 — — — — von der Eifel 684, 704
 — — — — von Foinaven (Schottland) 694
 — — — — von Fortuna, Murcia 686
 — — — — von Frankford (Pennsylvanien) 698
 — — — — von Freiberg (Sachsen) 689, 690, 694, 698
 — — — — von Freiersbach (Baden) 698
 — — — — von Garvarry Wood (Irland) 687

Biotit, Analyse des — von Geyer 700
 — — — von Glen Urquhart
 (Schottland) 693
 — — — von Glenveagh, Donegal Co. (Irland) 685
 — — — vom Göschener Tal
 (Schweiz) 691
 — — — vom Berg Goryczkowy
 Posredni (nördl. Teil der mittl. Tatra) 695
 — — — von Goshen (Massachusetts) 695
 — — — von Gouverneur (New York) 683
 — — — von Granatnica im Felkatal (Tatra) 695
 — — — von Greenwood Furnace (New York) 684, 688
 — — — von Großbrückerswalde (Sachsen) 693
 — — — von Hagkala (Ceylon) 681
 — — — von Haindorf (Schlesien) 699
 — — — von der Harstigengrube bei Pajsberg, Wernmland (Schweden) 701
 — — — von Harzburg 688
 — — — von Hillswick (Schottland) 693
 — — — von Himmelsfürst-Freiberg 690
 — — — von Hitterö 693
 — — — vom Mt. Hoffmann, Mariposa (Californien) 696
 — — — vom Ilmengebirge (Ural) 693
 — — — vom Jefferson Co. 683
 — — — von Jonesed, Donegal Co. (Irland) 685
 — — — von St. Just (Cornwall) 700, 704
 — — — von Kai (Japan) 685
 — — — vom Kaiserstuhl (Baden) 691, 702
 — — — vom kalten Tal bei Harzburg 689
 — — — von Kandy, Eisenbahn nach Mattalé (Ceylon) 680
 — — — vom Katzenbuckel im Odenwald 692
 — — — von Kinnairds Head (Aberdeenshire) 698
 — — — von der Klausenalpe im Zillertal (Tirol) 692
 — — — von der Korund Mine, Laurel Creek, Rabun Co. (Georgia) 688
 — — — von Kosista (Ost-Tatra) 695
 — — — von Krems (Böhmen) . 686
 — — — von Kristiania 699
 — — — vom Laacher See (Eifel) 684
 — — — von Lagan Inn (Invernesshire) Schottland 691

Biotit, Analyse des — von Lana bei Meran (Südtirol) 689
 — — — von Langban (Schweden) 701
 — — — von Laurel Creek, Rabun Co. (Georgia) 688
 — — — von Lead (S.-Dakotah) 699
 — — — von Leucit-Hills (Wyoming) 682
 — — — von Libramont (Belgien) 687
 — — — von Litchfield (Maine) 694
 — — — von Loch-na-Muilne (Schottland) 695
 — — — von Loch Stack, Sutherland (Schottland) 694
 — — — von Loch Shin (Sutherland) 687
 — — — von der Mac Farlane Biotitgrube, Wakefield, Ottawa Co. (Canada) 886
 — — — von Mariposa (Californien) 696
 — — — von Mariupol (Rußland) 690
 — — — von Melfi 697
 — — — vom Mer de Glace (Montblanc) 685
 — — — von Miasc (Ural) 694, 696, 699
 — — — von Miltown, Glen Urquhart (Schottland) 693
 — — — vom Mokelumne River, bei Bear River, Amador Co. (Californien) 696
 — — — von Monmouth Township, Ontario (Canada) 699
 — — — von Monroe (Pennsylvanien) 699, 704
 — — — vom Montblanc 685
 — — — vom Mt. Hoffmann, Mariposa (Californien) 696
 — — — vom Mte. Vulture bei Melfi 697
 — — — von Montvill (N. Jersey) 682
 — — — vom Monzoni (Südtirol) 683
 — — — von Moravicza im Banat (Ungarn) 686
 — — — von Mount Royal (Canada) 700
 — — — von Nadelwitz 697
 — — — von Nishibost (Irland) 698
 — — — von Noyang (Australien) 696
 — — — vom Nünistock (Aar-massiv), Schweiz 691
 — — — von Oberbergen, Kaiserstuhl (Baden) 691
 — — — von Oulx bei Beaume (Valle della Dora Riparia) 681
 — — — von Pajsberg (Schweden) 701

- Biotit, Analyse des — von Pargas 683
 — — — — von Pennville (Pennsylvanien) 683
 — — — — von Persberg, Werm-
 land (Schweden) 694, 700, 701
 — — — — von Philadelphia 685
 — — — — von Pikes Peak (Colo-
 rado) 687, 694, 700
 — — — — von Pjatigorsk (Ruß-
 land) 687, 689, 692, 704
 — — — — von Port Henry (New
 York) 699
 — — — — von Portland Town-
 ship, Ottawa Co. (Canada) 683
 — — — — von Portland (Connec-
 ticut) 699
 — — — — von Portsoy (Schott-
 land) 698
 — — — — von Powjenez (Ruß-
 land) 682
 — — — — von Putnam Co. (New
 York) 684
 — — — — von Pyterlaks (Finn-
 land) 699
 — — — — vom Radautal im Harz 693
 — — — — von Ramburtet, Ost-
 seite des Plomb du Cantal 703
 — — — — vom Berg Raswalka bei
 Pjatigorsk (Rußland) 687
 — — — — von Ratnapura (Cey-
 lon) 683
 — — — — vom Renschal 694
 — — — — vom Riesengebirge
 (Böhmen) 691
 — — — — von Rio de Janeiro
 (Brasilien) 703
 — — — — von Rispond (Schott-
 land) 695
 — — — — von Rockport (Massa-
 chusetts) 700
 — — — — von Rossie (New York) 682
 — — — — von St. Denis (Eng-
 land) 700
 — — — — von St. Just (Cornwall) 700,
 704
 — — — — von Schapbach
 (Schwarzwald) 697, 698
 — — — — von Scheelingen am
 Kaiserstuhl (Baden) 702
 — — — — vom Berg Schelesnaja
 bei Pjatigorsk (Kaukasus) 692
 — — — — von Schmiedebach
 (Sachsen) 688
 — — — — von der Schneekoppe
 im Riesengebirge (Böhmen) 691
 — — — — von Schüttenhofen
 (Böhmen) 698
 — — — — vom Schwarzenstein
 (Zillertal, Tirol) 702
 — — — — von Sebastopol, Ren-
 frew Co. Ontario (Canada) 692
 — — — — von der Sierra Nevada
 (U. S. Am.) 692
 Biotit, Analyse des — vom Silber-
 berg bei Bodenmais (Bayern) 692
 — — — — von Skiness, Suther-
 land (Schottland) 688
 — — — — von Solotoj Kurgan bei
 Pjatigorsk (Rußland) 689
 — — — — von Sommerville, St.
 Lawrence Co. 727
 — — — — von der Struth bei
 Aschaffenburg 686, 693
 — — — — von Suchy Kondracki
 (nördl. Teil der mittl. Tatra) 695
 — — — — von Suzcava (Rumä-
 nien) 695, 700
 — — — — von Syenite Range,
 Easton (Pennsylvanien) 703
 — — — — von Tandoa-mi-yama
 (Japan) 703
 — — — — von Tioga Road beim
 Mt. Hoffmann, Mariposa (Cali-
 fornia) 696
 — — — — von Triberg in Baden
 (Schwarzwald) 691
 — — — — von Tschebarkul (Ural) 695
 — — — — vom Berg Tupaja, Pja-
 tigorsk (Kaukasus) 704
 — — — — von Ubini (Westaustra-
 lien) 704
 — — — — vom Vesuv 690, 702
 — — — — vom Mte. Vulture bei
 Melfi 697
 — — — — von Wakefield, Ottawa
 Co. (Canada) 686
 — — — — von Wattegama bei
 Kandy, Eisenbahn nach Mattalé
 (Ceylon) 680
 — — — — von Wegefahrt-Frei-
 berg 690
 — — — — von Weiler (Elsaß) 690
 — — — — von Wittichen 697
 — — — — von Yosemite Tal (Cali-
 fornia) 696
 — — — — von Ytterby 726
 — — — — vom Zillertal (Tirol) 697,
 702
 — Ätzfiguren des 715
 — Brechungsquotienten des 714
 — Formel des 705
 — Genesis des 728
 — Hochofenbildungen 720
 — Konstitution des 710
 — Leitfähigkeit des 715
 — Löslichkeit des 716
 — Lumineszenz des 715
 — Pleochroitische Höfe 716
 — Physikalische Eigenschaften des 713
 — Röntgenstrahlen, Verhalten gegen 715
 — Salzsäure, Einwirkung auf 717
 — Schlagfiguren des 713
 — Schlackenbildungen 720
 — — Analysen 721
 — schweflige Säure, Einwirkung auf 717
 — seltene Bestandteile des 713

- Biotit, Silicatmagma, Einwirkung
 auf 720
 — Synthese des 718
 — Verwitterung des 722
 — Umwandlung des 721
 — — Baueritisierung 725
 — — in Chlorit 724, 726
 — — in Kaolin 723
 — — in Serpentin 726
 — Wasser, Einwirkung auf 716
 — Wasserabgabe des 713
 Bismutoferrit 164
 Bleianorthit (künstlicher) 999
 Bleibisulfidsodalith 283
 — siehe Ultramarin.
 Bodenit (siehe Orthit) 863
 Bol 39
 — Löslichkeit des 39
 Boratsodalith 281
 Boro-Alumosilicat 16
 Borosilicate der seltenen Erden 185
 Borultramarin (künstliches) 303
 Botryolith (siehe Datolith) 1066
 — Analyse des 1073
 Brandisit 1051
 — Analysen des 1051
 — Eigenschaften des 1052
 — Formel des 1051
 — Konstitution des 1052
 — optische Eigenschaften des 1053
 — Umwandlung des 1053
 — Vorkommen des 1052
 Bravaisit (siehe Orthochlorite) 636,
 669
 — Analyse des 669
 — Eigenschaften des 669
 Bredbergit (siehe Calcium-Ferri-
 granat) 892
 — Analyse des 899
 Brevicit (siehe Hydronephelit) 307
 — Analysen 308
 Brewsterlinit (Flüssigkeitsein-
 schluß im Topas) 26
 Britholith 181
 — Analysen des 181
 — Eigenschaften des 182
 — Formel des 182
 Bromidsodalith 277
 Buchholzit (siehe Sillimanit) 14
 Bucklandit (siehe Epidot) 808
 — Analysen des 812, 814, 816
 — siehe auch Orthit 863
- Calcium-Aluminiumgranat
 (Grossular) 882
 — Analysenmethode des 881
 — — Chrombestimmung 882
 — — Analyse des — von Achtagaragda
 bei Wilui 889
 — — — von Ala (Musatal, Pie-
 mont) 886
 — — — von Auerbach an der
 Bergstraße 883
 — — — vom Fluß Borowska bei
 Kyschtym (Ural) 885
 — — — von Ceylon 886
 — — — von Cziklova, Banat
 (Ungarn) 882, 884
 — — — von Dalnabo, Glen
 Glairn, Aberdeenshire (Schott-
 land) 885
 — — — von Dun Mountains
 (N.-Seeland) 882
 — — — von Elba 885
 — — — von Eltoro bei Los
 Angeles (Californien) 883
 — — — von Glen Glairn, Aber-
 deenshire (Schottland) 885
 — — — von Jordansmühl
 (Schlesien) 884
 — — — von Kadebek (Kauka-
 sus) 883
 — — — von Krella (Finnland) 884
 — — — von Kyschtym (Ural). 884
 — — — von La Topa (Colum-
 bia) 883
 — — — von Leipersville (Dela-
 ware Co., Pennsylvanien) . 884, 886
 — — — von der Alpe Lolen
 (Schweiz) 885
 — — — von Los Angeles (Cali-
 fornia) 883
 — — — von Malsjö im Werm-
 land 884
 — — — vom Berg Maschluk bei
 Pjatigorsk (Ural) 885
 — — — von Miasc (Ural) 889
 — — — vom Monzoni (Südost-
 tirol) 884, 885, 891
 — — — von Mudgee, N. S. Wa-
 les 887
 — — — von der Musaalpe bei
 Ala 886
 — — — vom Musatal (Pie-
 mont) 886
 — — — von Paingu (Rumänien) 884
 — — — von Pjatigorsk (Ural). 885
 — — — vom Rancho de S. Juan
 (Mexico) 883
 — — — von den Ruwenzori 886
 — — — von Sta. Clara (Cali-
 fornia) 884
 — — — von Schischims (Ural). 882
 — — — von Selma, Fresno Co.
 (Californien) 883
 — — — von Tellemarken 886
- Cacoclasit (siehe Kakoklas) 1039
 Cäsiumfeldspat (künstlich) 556
 Cäsiumsilicate 579
 Calcipolygorskit (siehe auch Pi-
 lolith) 675
 Calcium-Aluminiumfeldspat
 (siehe Anorthit) 979
 Calcium-Aluminiumglimmer 1044

- Calcium-Aluminiumgranat,
 Analyse des — von Tokura
 (Japan) 886
 — — — von Township Licht-
 field, Pontiac Co. (Quebec) 884
 — — — von Traversella (Pie-
 mont) 886
 — — — vom Vesuv 883
 — — — von Wakefield, nördl.
 v. Hull (Canada) 882, 883
 — — — von White Horse,
 Yukongebiet 885
 — — — von Wilui 884, 885
 — — — von Xalostoc im Staate
 Morelos (Mexico) 883
 — Brechungsquotienten des 889
 — chemische Eigenschaften des . . 888
 — chromhaltiger 887
 — Färbemittel des 881
 — Formel des 887
 — Genesis des 892
 — Konstitution des 879, 887
 — Mischungen mit Calciumferri-
 granat 894
 — manganreicher 886
 — physikalische Eigenschaften des 888
 — Synthese des 891
 — Umwandlung des 889
 — — künstliche 891
 — — natürliche 889
 — — — Achatragdit 889
 — — — in Serpentin und Magnet-
 eisen 890
 — Vorkommen des 892
 Calcium-Aluminiumsilicate 789
 Calcium-Borosilicate 1064
 Calciumbromidsodalith 282
 Calciumcanerinit (Umwandlung
 des Leucits). 478
 Calciumchromgranat (siehe
 Kalkchromgranat) 913
 Calcium-Ferrigranat 892
 — Analysenmethode des 881
 — Analysenzusammenstellung des . 892
 — Analyse des — von der Achma-
 towschen Grube bei Slatoust
 (Ural) 898
 — — — von Achtala (Tiflis) 899
 — — — von Alnö 906
 — — — von Altenau, Eisen-
 grube Spitzberg (Harz) 892
 — — — von Arendal (Norwegen) 898
 — — — von Balmoral (Schwe-
 den) 899
 — — — von Beaujeu (Haute
 Saône) 896
 — — — von Beresowskaja (Ural) 902
 — — — von Berks Co. (Penn-
 sylvanien) 897
 — — — vom Binnental
 (Schweiz) 894
 — — — vom Black River, Rey-
 nolds Co. (Missouri) 896
- Calcium-Ferrigranat, Analyse
 des — von Bogoslawsk (Ural) . 894,
 896
 — — — von der Burgumer Alpe
 im Pfitschtal (Tirol) 905
 — — — von Caawood, Pontiac
 Co. (Quebec) 902
 — — — von Calamita (Elba) . 896
 — — — von Campo (Elba) 898, 900
 — — — von Cevadães (Portu-
 gal) 895
 — — — von Chiapas (Mexico) . 901
 — — — von Cintra (Portugal) . 895
 — — — vom Cipital bei Ratzes
 (Tirol) 899
 — — — von Concepcion del Oro,
 Zacatecas (Mexico) 896
 — — — von Cortejana, Prov.
 Huelva (Spanien) 897
 — — — von Craig Moor bei Bal-
 moral (Schweden) 899
 — — — von Dartmoor Forest
 (Devonshire) 896
 — — — von Dobschau (Ungarn) 892
 — — — von Dognaczka, Banat
 (Ungarn) 895
 — — — von Dungannon 899
 — — — von Elba 896, 898, 900
 — — — von El Carmen bei Con-
 cepcion del Oro, Zacatecas (Me-
 xico) 896
 — — — vom Findelengletscher
 bei Zermatt 894
 — — — von Flumini maggiore
 (Sardinien) 899
 — — — von Franconia (New
 Hampshire) 893
 — — — von Franklin (New Jer-
 sey) 896, 902
 — — — von Frascati 898, 904
 — — — von Gjellebäk-Kjennä,
 Liertal (Norwegen) 893
 — — — vom Gren River, Hen-
 derson Co. (Nord-Carolina) . . . 904
 — — — von Grua in Hadeland
 (Norwegen) 895
 — — — von Gustafsberg
 (Schweden) 900
 — — — von Hesselkulla
 (Schweden) 896, 898
 — — — vom Hohen Fels bei
 Pottiga-Sparberg an der Saale 899,
 903
 — — — vom Ice River 906
 — — — von Italian Peek, Gunni-
 son Co. (Colorado) 900
 — — — von der Jones Grube,
 Green River, Henderson Co.
 (N.-Car.) 904
 — — — von Kadebek, Gouvern.
 Elisawetpol (Kaukasus) 899
 — — — vom Kaiserstuhl (Baden)
 904, 905

Calcium-Ferrigranat, Analyse
 des — von Kamiashi (Japan) . 897
 — — — von Ketchikan (Alaska) 897
 — — — von Konnerudkollen
 (Nørwegen) 893
 — — — von Kurodake (Japan) 903
 — — — vom Laacher See (Eifel) 902,
 906
 — — — vom Ladogasee 896
 — — — von Langban (Schwe-
 den) 902
 — — — von Langbanshytta
 (Schweden) 902
 — — — vom Lehigh Co. (Penn-
 sylvanien) 893
 — — — von Lutherworth, On-
 tario 899
 — — — von Mackay (Idaho) . 901
 — — — vom Magnetberg (süd-
 licher Ural) 896, 899
 — — — von Magnet Cove . . . 904,
 906
 — — — vom Val Malenco, Prov.
 Sondrio (Veltlin) 892
 — — — von der Malgola bei
 Predazzo (Südtirol) 905
 — — — von der Musaalpe (Pie-
 mont) 893
 — — — von Newhaven (Con-
 necticut) 893
 — — — von Nischne Tagilsk
 (Ural) 896
 — — — von Nordmarken
 (Schweden) 892
 — — — von Oberbergen am
 Kaiserstuhl (Baden) 904
 — — — von Oberschaffhausen
 am Kaiserstuhl 904
 — — — von Oberwiesenthal
 (Sachsen) 904
 — — — von Paringu (Rumä-
 nien) 901
 — — — vom Perlerkopf am
 Laacher See (Eifel) 906
 — — — von St. Peters Dom
 (Pennsylvanien) 899
 — — — vom Pfitschtal (Tirol). 905
 — — — von S. Piero in Campo
 (Elba) 898, 900
 — — — von Pitkäranta (Finn-
 land) 900
 — — — von Poldnewaja, Sys-
 serts (Ural) 893
 — — — von Polewskoj (Zawod,
 Ural) 895
 — — — von Pottiga-Sparnberg
 a. d. Saale 899, 903
 — — — von Predazzo (Südti-
 rol) 905
 — — — von Punta di Fetovaja,
 bei S. Piero in Campo (Elba) . . 898
 — — — von Ratzes (Südtirol). 899
 — — — von Rezbánya (Ungarn) 895

Calcium-Ferrigranat, Analyse
 des — vom Rothenkopf (Ziller-
 tal, Tirol) 901
 — — — von Sala (Schweden) . 899
 — — — von der Santa-Fé-Mine,
 Chiapas (Mexico) 901
 — — — von St. Peter Dom
 (Pennsylvanien) 899
 — — — von San Piero in Campo
 (Elba) 898, 900
 — — — von Santorin 900
 — — — vom Schischimsker
 Berg (Ural) 893
 — — — von Schmiedefeld bei
 Suhl (Thüringer Wald) 894
 — — — von Shimohokogi
 (Japan) 897
 — — — von Slatoust (Ural) . . . 898
 — — — vom Flusse Sljüdjanka
 (Transbaikalien) 894, 900
 — — — von Solotoj Kamen . . . 897
 — — — von Sorano (Toscana) 900
 — — — von der Spitzberg-
 Eisengrube bei Altenau (Harz) . 892
 — — — von der Stälmalgrube
 bei Langban (Schweden) 902
 — — — von Stansvik (Finn-
 land) 892
 — — — von Syssertsk (Ural) . . . 894
 — — — von Tavolato bei Rom 897
 — — — von Teljanskij Kljutsch
 bei Nischne Tagilsk (Ural) . . . 896
 — — — von Township Caawood,
 Pontiac Co. (Quebec) 902
 — — — von der Turjinschen
 Kupfergrube Bogoslowsk (Ural). 894
 — — — vom Vesuv 900
 — — — von Wallerawang (New
 South Wales) 896
 — — — vom White-Knob-Kup-
 ferlager von Mackay (Idaho) . . 901
 — — — von Williamsburg (New
 York) 897
 — — — von Wilsboro, Essex.
 Co. (N. York) 898
 — — — von Wurlitz (Fichtel-
 gebirge) 895
 — — — vom Wyssokajaberg
 (Ural) 901
 — — — vom Yong Choon-
 Distrikt, Provinz Kwang-Tung
 (China) 896
 — — — von Zermatt (Schweiz) 894,
 905
 — — — vom Zillertal (Tirol) . . . 901
 — Brechungsquotienten des 910
 — Eigenschaften des 910
 — Färbemittel des 881
 — Formel des 907
 — Genesis des 912
 — Konstitution des 879, 907
 — Löslichkeit des 911
 — manganreiche 902

- Calcium-Ferrigranat, Mischungen mit Calciumaluminiumgranat 900
 — Mischung mit Kalkchromgranat. 914
 — Salzsäure, Verhalten gegen . . . 911
 — Schmelzen, Verhalten beim. . . 911
 — Synthese des 912
 — titanhaltiger 904
 — Umwandlung des 889
 — — künstliche 891
 — — natürliche 889
 — — in Serpentin und Magnet-eisen 890
 — Vorkommen des 912
 Calcium-Kaliumpermutit 68
 Calcium-Orthosilicate, hydroxydhaltige 1043
 Calcium-Yttrium-Carbonosilicat 192
 Calderit (siehe Calcium-Ferrigranat) 892
 Californit (siehe Vesuvian) 936
 Cancrinit 267
 — Analysenzusammenstellung des 267
 — Analyse des — von Brevig 268
 — — — von Ditró (Siebenbürgen) 268
 — — — von Litchfield (Maine) 268
 — — — von Marcinskaja im Tunkinsker Gebirge 267
 — — — von Miasc (Ural) 267
 — — — von Siksjöberg, Kirchspiel Särna (Schweden) 268
 — — — vom Vesuv 267
 — Eigenschaften des 269
 — Formel des 268
 — Genesis des 275
 — Konstitution des 268
 — Löslichkeit des 270, 274
 — Lötrohrverhalten des 270
 — Synthese des 271
 — Umwandlung des 273
 — — natürliche 273
 — — künstliche 274
 — Wassereinwirkung auf 274
 Cappelenit 188
 — Analysen des 188
 — Eigenschaften des 189
 — Formel des 188
 — Vorkommen des 189
 Caprubin (siehe Pyrop) 602
 Carbonatmarialith (siehe Skapolith) 1005
 — chemische Zusammensetzung des 1023
 Carbonatmeionit (siehe Skapolith) 1005
 — chemische Zusammensetzung des 1023
 Carnat (siehe Kaolin) 125
 Carnegleit 229
 Cassinit (siehe Orthoklas) 488
 Castor (siehe Petalit) 205
 Caswellit (siehe Biotit) 680, 734
 — Analyse des 734
 Cavolinit (siehe Nephelin) 209
 — siehe auch Mikrosommit 264
 Cavolinit (siehe auch Davyn) 263
 Cebollit 966
 — Analysen des 966
 — Eigenschaften des 967
 Cerin (siehe Orthit) 863
 Cerit 166
 — Analysenmethode des 165
 — Analysen des 166
 — Eigenschaften des 167
 — Formel des 167
 — seltene Bestandteile des 167
 — Vorkommen des 168
 Ceritanit 168
 Chamosit (Leptochlorit) 626
 Chesterlit (siehe Orthoklas) 488
 Chiasolith (siehe Andalusit) 4
 Chlorastolith 922
 — Analysen des 922
 — Eigenschaften des 923
 — Formel des 923
 Chloratsodalith 277
 Chloridmarialith (siehe Skapolith) 1005
 — chemische Zusammensetzung des 1023
 Chloritgruppe 635
 Chloritit (siehe Orthochlorite) 652
 Chloropal (siehe Nontronit) 149
 Chlorophyllit (siehe Umwandlung: des Cordierits) 623
 — Analysen des 624
 Christianit (siehe Anorthit) 979
 Chromatsodalith 278
 Chromglimmer (siehe Muscovit) 418
 — Analysen 427
 — siehe Biotit 702
 — — Analyse des 702
 Chromgranat (siehe Kalkchromgranat) 913
 Chromhaltige Tonminerale 159
 Chromochlorit (siehe Orthochlorite) 336
 — Analysen des 641
 Chromocker 162
 Chromoxydsilicate 159
 Chromturmalin (siehe Turmalin) 763
 — Analysen des 764
 Chrysolith, sibirischer (siehe Calcium-Ferrigranat) 892
 Chrysophan (siehe Clintonit) 1053
 Cimolit 60
 — Analysenzusammenstellung des 123
 — Eigenschaften des 124
 — Konstitution des 60
 — siehe auch Aluminiumsilicate, wasserhaltige 30 ff.
 Clayit 98
 Cleavelandit (siehe Albit) 382
 Clingmanit (siehe Margarit) 1044
 — Analyse des 1047
 Clintonit 1053
 — Analysen des 1053
 — — magnesiumreiche 1053
 — — magnesiumarme 1054

Clintonit, Eigenschaften des . . . 1055
 — Formel des 1054
 — Konstitution des 1055
 — Vorkommen des 1055
 Cluthalit (siehe Analcim) 350
 Colophonit (Kolophonit) (siehe bei Calcium-Ferrigranat) 892
 Confolensit (siehe Montmorillonit) 138
 Cookeit 207
 — Analysen des 207
 — Eigenschaften des 207
 — Formel des 207
 — Vorkommen des 208
 Cordierit 614
 — Analysenzusammenstellung des . 614
 — Analyse des — von Bodenmais in Bayern 615
 — — — — von Brunhult (Schweden) 614
 — — — — von Cabo de Gata (Spanien) 616
 — — — — von Celebes 616
 — — — — von Ceylon 614
 — — — — von Finspong 616
 — — — — von Franklin, Macon Co. (N. Carolina) 614
 — — — — von Guilford (Connecticut) 614
 — — — — von Gunung Sepulan, Nord-Celebes 616
 — — — — von Gutbrunn, Südabhang des Hradschins (Riesengebirge) 614
 — — — — Haddam (Connecticut) 614, 615, 616
 — — — — von Humpoletz in Böhmen 615
 — — — — von Ibity in Madagaskar 615
 — — — — von Kragerö 614
 — — — — von der Langfallsgrube, Kirchspiel Grangarde (Schweden) 615
 — — — — von Mursinsk in Sibirien 614
 — — — — von Nord-Celebes, Gunung Sepulan 616
 — — — — von Orijärvi (Finnland) 614, 615
 — — — — von Ramsberg 616
 — — — — von Tvedestrand 615
 — — — — von Watarowe Gawa (Japan) 616
 — Brechungsquotienten des 620
 — chemische Eigenschaften des . . 619
 — Färbemittel des 622
 — Formel des 617
 — Genesis des 627
 — Konstitution des 617
 — physikalische Eigenschaften des. 619
 — Strahlungen, Verhalten gegen . 622
 — Synthese des 626
 — Umwandlung des 622

Cordierit, Umwandlung des — siehe bei Aspasiolith, Auralith, Chlorophyllit, Esmarkit, Fahlunit, Gigantolith, Gongylith, Groppit, Iberit, Peplolith, Polychroolith, Praseolith, Pyrrargillit, Raunit, Weissit.
 — Analysen umgewandelter 623
 — Analyse des — von Aberdeenshire 624, 625
 — — — — von Abö 624
 — — — — von Bamle (Norwegen) 624, 625
 — — — — von Fahlun 625
 — — — — von Gropporp (Schweden) 625
 — — — — von Helsingfors (Finnland) 625
 — — — — von Helsinggarden (Schweden) 625
 — — — — von Kragerö . . . 624, 625
 — — — — von Montoval (Schweden) 625
 — — — — von Raumo (Schweden) 625
 — — — — Rocca Tederighi (Toscana) 624
 — — — — von Tammela in Finnland 625
 — — — — von Torry, Aberdeenshire 625
 — — — — von Unity (N. Hampshire) 624
 — Vorkommen des 627
 — Wassergehalt des 616
 Corundelit (siehe Margarit) . . . 1044
 — Analyse des 1047
 Cossait (siehe Natriumglimmer) . . 376
 Cottait (siehe Orthoklas) 488
 Couzeranit (siehe Skapolith) . . . 1004
 — Analysen des 1012, 1016
 Crocalith (siehe Natrolith und Hydronephelit) 307, 311
 Cronstedtit (Leptochlorit) 636
 Culsageeit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 732
 Cyanit (siehe Disthen) 10
 Cyclopit (siehe Anorthit) 979
 Cymatolith (siehe auch Spodumen) 196, 201
 — Analysen 201
 Cyprin (siehe Vesuvian) 927
 — Analyse des 934

Damourit (siehe Muscovit) 418
 Danburit 1074
 — Analysen des 1074
 — Eigenschaften des 1075
 — Formel des 1075
 Daourit (siehe Turmalin) 749
 Daphnit (Leptochlorit) 636
 Datolith 1066

- Da toolith, Analysenzusammenstellung des 1066
 — Analyse des — von Andreasberg (Harz) 1067
 — — — von Arendal 1068
 — — — von Baveno am Comer See 1067
 — — — von Bergen Hill (N. Jersey) 1069
 — — — vom Buffaure im Fassatal (Südosttirol) 1067
 — — — von Casarza in Ligurien 1067
 — — — von der Colebrook Mine (Tasmanien) 1070
 — — — von der Daisy Glimmergrube bei Derry, Ottava Co. (Quebec) 1068
 — — — von Dartmoor Forest (Devonshire) 1068
 — — — von Fort Point (San Francisco) 1069
 — — — vom Golden Gate-Ufer (San Francisco) 1069
 — — — von Kuchelbad in Böhmen 1067
 — — — vom Lake superior 1068
 — — — von Listic bei Beraun (Böhmen) 1067
 — — — von Lizard (Cornwall) 1068
 — — — vom Berge Maschluk bei Pjatigorsk (Kaukasus) 1069
 — — — von der Minnesota-Mine, Oberer See 1068
 — — — von Noborio, Provinz Hyugy (Japan) 1070
 — — — vom Oberen See 1068
 — — — von Pjatigorsk im Kaukasus 1069
 — — — vom Radautal im Harz 1067
 — — — von der Insel Royal, Oberer See 1068
 — — — von der Serra dei Zanchetti (Appennin) 1067
 — — — von Toggiana (Modena) 1067
 — — — von Westfield (Massachusetts) 1069
 — Beziehungen zu Homilith, Euklas und Gadolinit 1071
 — Brechungsquotienten des 1071
 — chemische Eigenschaften des 1071
 — Formel des 1070
 — Genesis des 1073
 — Konstitution des 1070
 — physikalische Eigenschaften des 1071
 — Strukturformel des 1070
 — Synthese des 1072
 — Umwandlung des 1073
 — Vorkommen des 1073
 Davyn 264
 Davyn, Analysen des 265
 — Eigenschaften des 265
 — Formel des 265
 — kaliumfreier 266
 — — siehe auch Natriumdavyn.
 — Lötrohrverhalten des 266
 — Paragenesis des 266
 Degeröit (siehe Hisingerit) 146
 Delanouit (siehe Montmorillonit) 138
 Delanovit (siehe Montmorillonit) 138
 Delawarit (siehe Orthoklas) 488
 Delphinit (siehe Epidot) 808
 Demantoid (siehe Calcium-Ferrigranat) 892
 — Analysen des 894, 895, 896
 Diabantit (Leptochlorit) 636
 Dichroit (siehe Cordierit) 614
 Didjumolith (siehe Didymolith) 1040
 Didymit (siehe Muscovit) 418
 Didymolith 1040
 — Analyse des 1040
 — ähnliches Mineral 1041
 Dillnit 129
 Dimesojodatsodalith 278
 Diphanit (siehe Margarit) 1045
 — Analyse des 1045
 Diploit (siehe Anorthit) 979
 Dipyr (siehe Skapolith) 1004
 — Analyse des 1005
 Disterrit (siehe Brandisit) 1051
 Disthen 10
 — Analysenmethode siehe Bd. I im allgemeinen Abschnitt.
 — Analysenzusammenstellung 10
 — Analysen umgewandelter 13
 — Eigenschaften des 12
 — Formel des 12
 — Konstitution des 12
 — Onkosin 13
 — Synthese des 12
 — Umwandlung des 12, 13
 Dravit (siehe Turmalin) 749
 Dudleyit (siehe Biotit-Vermiculit) 731
 — Analyse des 731
 Dumortierit 16
 — Analysenzusammenstellung des 16
 — Eigenschaften des 19
 — Formel des 18
 — Konstitution des 18
 — Umwandlung des 19
 — Vorkommen des 19
 Duporthit 788
 Edelit (siehe Prehnit) 915
 Egeran (siehe Vesuvian) 927
 — Analyse des 928, 934
 Ehrenbergit 123, 144
 Eisenanorthit (künstlich) 999
 Eisenfeldspat (künstlich) (Orthoklas) 554
 Eisenhaltige Tone 157
 Eisenlepidolith (siehe Lepidolith) 458

Eisennatrolith (siehe Natrolith) . 318
 — Analyse des 318
 Eisenoxydsilicate 145
 Eisensteinmark (siehe Teratolith) 129
 Eisspat (siehe Orthoklas) 488
 Ekebergit (siehe Skapolith) . . . 1004
 — Analysen des 1009
 Eläolith (siehe Nephelin) 209
 Elhuyarit (siehe Allophan) 137
 Emerylith (siehe Margarit) 1044
 — Analysen des 1044, 1045
 Enophit (chloritisches Zersetzungs-
 produkt des Serpentin) 667
 Epichlorit 636
 Epidot 808
 — Analysenmethode siehe Bd. I im
 allgemeinen Aufsatz S. 560.
 — Analysezusammenstellung des . 811
 — Analyse des — von Achmatowsk
 (Ural) 812, 813, 814, 816, 817
 — — — von Allemont (Dau-
 phinée) 813
 — — — vom Allochettal, Mon-
 zoni (Südstirol) 815
 — — — vom Aostatal (Italien) 811
 — — — vom Mte. Arco (Elba). 814
 — — — von Arendal (Nor-
 wegen) 813, 816, 817
 — — — von Ariège (Pyrenäen) 811
 — — — vom Baduz im Magis-
 Tale 812
 — — — von der Insel Balta
 (Shetland) 818
 — — — von Biella, Provinz No-
 vara 820
 — — — von Bourg d'Oisans,
 Cime du Cornillon 815, 816, 817, 820
 — — — von der Brossomine
 (Piemont) 816
 — — — vom Brunni-Paß 812
 — — — von Buchinhout Kop,
 Transvaal 813
 — — — vom Canal du Beagle,
 Feuerland 818
 — — — vom Cavardiras, Gebirgszug vom Brunni-Paß gegen
 V. Russein 812
 — — — von Cereboi (Sardinien) 814
 — — — vom Clarks Steinbruch,
 Frankford (Pennsylvanien) 819
 — — — von Comba di Compare
 Robert, Avigliana 817
 — — — aus der Davis-Pyrit-
 grube, Rowe (Massach.) 819
 — — — von Diepda, Herero-
 land (Afrika) 815
 — — — von Elba 814
 — — — von der Eugenie Maxi-
 milianowka-Grube bei Jekate-
 rinenburg (Rußland) 816
 — — — von Fonni (Sardinien) 814
 — — — von Hasserode, Dum-
 kahental (Harz) 814

Epidot, Analyse des — von Italian
 Mountain, Gunnison Co. (Colo-
 rado). 812
 — — — vom Italian Peak, Gun-
 nison Co. (Colorado) 819
 — — — von Jakobsberg, Nord-
 marken (Schweden) 821
 — — — vom Flusse Khanema
 (Oberlauf), Arktischer Ural . . . 817
 — — — von der Klausenalpe
 am Greiner, Zillertal (Tirol) . . . 813
 — — — von der Knappenwand
 im Sulzbachtal (Salzburg) . 814, 815,
 816, 819
 — — — von Kobers Kupfer-
 mine, Synneytown, Montgomery
 Co. 820
 — — — vom Helenengletscher,
 Stanleygruppe (Ruvenzori) . 814, 818
 — — — von Huntington (Mass.) 818
 — — — von Ilchester, Maryland 820
 — — — von den Ilmener Ber-
 gen, Miasc, Gouvern. Orenburg
 (Rußland) 815
 — — — von Invernesshire
 (Schottland) 811
 — — — von Isetzkaja Datscha,
 Jekaterinenburg (Rußland) . . . 816
 — — — von Isolge, Barthé-
 lemy, Aosta-Tal, Italien 811
 — — — aus dem Formazzatal. 812
 — — — von Geo, Hillswick 820
 — — — von Geyer in Sachsen. 815
 — — — von Glencoë, Argyle-
 shire (Schottland) 818
 — — — von Glen Gairn, Aber-
 deenshire (Schottland) 819
 — — — von der Goslerwand bei
 Prägratten (Tirol) 811
 — — — von Greenwood Alber-
 marle Co. (Virginia) 816
 — — — vom Greiner im Ziller-
 tal (Tirol) 813
 — — — vom Großvenediger
 (Hohe Tauern) 815
 — — — von Guttänen, Ober-
 hasli (Schweiz) 813
 — — — von der Alpe Lolen,
 Maigels, Graubünden 811
 — — — von Maron Co. (Nord-
 Carolina) 819
 — — — vom Maggia-Tal (Tessin) 812
 — — — vom Magis-Tale, Baduz
 — — — von Maigels (Grau-
 bünden) 811
 — — — von Mainland (Shet-
 landsinsel) 819
 — — — von Marbly Mountain
 (New Jersey) 820
 — — — von Montagne des Cha-
 lanches bei Allemont, Dauphiné 813
 — — — vom Mte. Arco (Elba) 814
 — — — vom Mt. Pelvas 813

- Epidot, Analyse des — vom Monzoni (Südosttirol) 815
- — — — von der Niddister-Mündung auf Mainland (Shetlandsinsel). 819
- — — — von der Nikolai-Maximilianowska-Grube, Naziamski Berge, Gouvernement Ufimsko (Ural) 812
- — — — von Niseliga, Konczozerska, Gouv. Olonez (Rußland). 814
- — — — von North Quin, Hillswick 820
- — — — von Notodden, Telemarken (Norwegen) 814, 819
- — — — von Oberhasli (Schweiz) 813
- — — — von Oulx (Italien) 816
- — — — von Pargas (Finnland) 812
- — — — vom Mont Pelvas 813
- — — — von Perkasia, Montgomery Co. 818
- — — — vom Pertisee, Konczozerska, Gouv. Olonez (Rußland) 814
- — — — von Pfarrerb bei Zöptau (Mähren) 812, 813
- — — — von Philippopel (Bulgarien) 813, 816
- — — — von Phippsburg (Maine). 811
- — — — Präggratten (Tirol) 811
- — — — von Quenast (Belgien) 813
- — — — von Ramberg, an den Sommerklippen im Wurmatal (Harz) 811
- — — — vom Rauhbeerstein bei Zöptau (Mähren) 817
- — — — vom Rocca Rosa, Susatal bei Giaveno 815
- — — — von der Rotalpe, Aareufer, Schweiz 813
- — — — vom Rothenkopf im Zillertal (Tirol) 811
- — — — von Rowe (Massach.). 819
- — — — vom Berg Rysy (Hohe Tatra) 819
- — — — vom Schwarzenstein im Zillertal (Tirol) 811
- — — — von der Schwarzen Wand, Großvenediger (Hohe Tauern) 815
- — — — von Senftenberg aus dem Waldviertel (Niederösterreich) 818
- — — — von Shasta Co. (Californien) 818
- — — — von den Sommerklippen, Wermatal 811
- — — — von der Stanleygruppe (Ruwenzori) 814, 818
- — — — von Striegau (Schlesien) 819
- — — — vom Sulzbachtal (Tirol) 814, 815, 816, 819
- Epidot, Analyse des — von Su Porru zwischen Fonni und Cereboi (Sardinien) 814
- — — — vom Susatal bei Giaveno 815
- — — — vom Sustenhorn 812
- — — — von Synneytown, Montgomery Co. 820
- — — — von der Insel Syphnos (Griechenland) 814
- — — — von Syra (Cycladen-Inseln) 813
- — — — vom Tal der fünf ungarischen Seen in der Tatra . 811
- — — — von Thierbach bei Penig (Sachsen) 817
- — — — von Traversella (Piemont) 813, 814, 820
- — — — von Werchneiwinsk . 820
- — — — von Wolkenburg bei Penig (Sachsen) 817
- — — — vom Zillertal (Tirol) . 811, 813
- — — — vom Zinnstockwerk, Geyer (Sachsen). 815
- — — — von Zöptau (Mähren). 812, 813, 817
- Ausdehnung d. d. Wärme 841
- Beziehungen zu anderen Mineralien 828
- Brechungsquotienten des 836
- chemische Eigenschaften des 831
- Eisenepidote 811
- elektrische Eigenschaften des 840
- Formel des 821
- Genesis des 849
- Gesteinsepidotisierung 854
- Konstitution des 821
- Konstitutionsformeln des 826
- Löslichkeit des 832
- Lötrohrverhalten des 831
- magnetische Eigenschaften des 840
- manganhaltige 818
- Mischungen der Komponenten 809
- Paragenesis des 849
- physikalische Eigenschaften des 835
- Pseudomorphosen nach anderen Mineralien 851
- Reduktion des Eisenoxyds im 842
- Schmelzpunkt des 841
- Synthese des 845
- theoretische Zusammensetzung des 809
- thermisches Verhalten des 842
- Umwandlung des 846
- künstliche 847
- natürliche 846
- Wärmeleitung des 840
- Wassergehalt des 833
- Epidotgruppe 790
- Allgemeines 790
- Epinatrolith 332
- Analysen 332
- Epiphanit (siehe Orthochlorite) 668

Epiphanit, Analyse des 668
 — Formel des 668
 Erdmannit 191
 Erinit (siehe Montmorillonit) 138
 Ersbyit (siehe Skapolith) 1004
 — Analyse des 1010
 Erythrit (siehe Orthoklas) 488
 Escherit (siehe Epidot) 812
 — Analyse des 812
 Esmarkit (siehe Anorthit) 979
 — Analyse des 985, 987
 — (siehe Umwandlung des Cordierits) 623
 — Analysen des 624
 Euchlorit (siehe Biotit) 703
 — Analyse des 703
 Eudnophit (siehe Analcim) 350
 Eukamptit (siehe Biotit) 680, 734
 — Analysen des 734
 Euklas 600
 — Analysen des 600
 — Brechungsquotienten des 601
 — Eigenschaften des 600
 — Formel des 600
 — Genesis des 601
 — Synthese des 601
 — Vorkommen des 601
 Eukryptit 194
 — Analysen des 194
 — Eigenschaften des 195
 — Formel des 195
 — Synthese des 195
 Eulytin 163
 Euralith (Leptochlorit) 636
 Eutalith (siehe Analcim) 350

Facellit (siehe Phakelit oder Kalio-
 philit) 709
Fahlunit (siehe Umwandlung des
 Cordierits) 623
 — Analyse des 624
Faserkiesel (siehe Sillimanit) 14
Faserzeolith (siehe Natrolith) 311
Feldspat, gemeiner (siehe Ortho-
 klas) 488
Feldspate 379
 — Allgemeines über die 379
 — isomorphe Verbindungen in den 380
 — Mischkristalle der 381
 — Natriumfeldspat (Albit) 379
Fettbol (siehe Nontronit) 149
Fibrolith (siehe Sillimanit) 14, 15
Fluor-Alumosilicat 19
Formiatsodalith 281
Fouquéit 858
 — Analysen des 858
 — Eigenschaften des 859
 — Formel des 859
 — Vorkommen des 858
Frugardit (siehe Vesuvian) 927
Fuchsit (siehe Muscovit) 418
 — Analysen 427
Fuggerit 954

Gadolinit 172
 — Analysenmethode 165
 — Analysenzusammenstellung des . 173
 — Analyse des — von Brodbo
 (Schweden) 174
 — — — von Carlberg (Schwe-
 den) 173, 174
 — — — vom Cooglegong-Zinn-
 feld (W.-Australien) 177
 — — — Devils Head Mts. (Colo-
 rado) 173
 — — — von Fahlun (Schweden) 176
 — — — von Finbö (Schweden) 173
 — — — von Gamla Karafvet
 (Schweden) 174
 — — — von Hitterö (Schweden) 173,
 174, 175, 176
 — — — von Idaho (Amer.) . . 176
 — — — Kap Lindesnäs (Hitterö,
 Schweden) 176
 — — — von Llano Co. (Texas) 173
 — — — von Malö (SO. Grim-
 stad, Norwegen) 174
 — — — von Nya Karafvet . . 174
 — — — von Torsåker (Schwe-
 den) 179
 — — — von der Tschoroch-
 Mündung (Batumsches Gebiet) . 177
 — — — von Ytterby (Schwe-
 den) 173, 174, 175, 176
 — Dichte des 179
 — Eigenschaften des 179
 — Formel des 177
 — Genesis des 181
 — Heliumgehalt des 181
 — Pyrognomie des 180
 — Radioaktivität des 181
 — Zustandsänderung des 180
Gahnit (siehe Vesuvian) 927
Galaktit (siehe Natrolith) 311
Ganophyllit (siehe Biotit) 680
Gastaltit (siehe Glaukophan) 343
Gehlenit 948
 — Analysenzusammenstellung . . . 948
 — Eigenschaften des 950
 — Formel des 949
 — Genesis des 950
 — als Hüttenprodukt 951
 — aus Schlacken 949
 — Synthese des 950
 — Umwandlung des 952
 — — in Fassait 953
 — — in Grossular 952
 — — in Serpentin 952
 — — künstliche 953
Gieseckit 306
 — Analysen des 306
 — Eigenschaften des 306
 — Genesis des 307
Gigantolith (siehe Umwandlung
 des Cordierits) 623
 — Analysen des 625
Gillingit 149

- Glagerit 137
 Glanzspat 13
 Glaukolith (siehe Sodalith) 230
 Glaukolith (siehe Skapolith) 1004
 — Analysen des 1008
 Glaukophan 343
 — Analysenzusammenstellung des 343
 — Analyse des — von Beaume 344
 — — — — von Chateyrourx 344
 — — — — vom Elek-Dagh 344
 — — — — von der Insel Groix 343
 — — — — von Lanjaron (Andalusien) 344
 — — — — von Lavintzie, Val de Bagne (Wallis) 345
 — — — — von Miasc (Ural) 344
 — — — — von Neu-Caledonien 344
 — — — — von Rocca Bianca (Susatal) 344
 — — — — von St. Marcel 344
 — — — — von S. Pablo (Californien) 344
 — — — — von Shikoku (Japan) 344
 — — — — von der Insel Syra 343, 345
 — — — — von Zermatt 343
 — Brechungsquotienten des 348
 — Eigenschaften des 347
 — Formel des 345
 — Genesis des 348
 — Konstitution des 346
 — Lithiumglaukophan 348
 — pleochroitische Höfe im 348
 — Synthese des 348
 — Vorkommen des 348
 Glimmerreihe 417
 — Allgemeines 417
 — siehe dann bei:
 — Biotit (Magnesiaglimmer) 680
 — Kaliglimmer (Muscovit) 418
 — Magnesiaglimmer (Biotit) 680
 — Lepidolit 449
 — Lithionglimmer 449
 — Lithionit 449
 — Paragonit 376
 — Zinnwaldit 458
 Gökumit (siehe Vesuvian) 927
 Goldberyll (siehe Beryll) 584
 Gongylith (als Umwandlungsprodukt des Cordierits) 445, 623
 Grängesit 636
 Gramenit (Varietät des Nontronits) 149, 155
 Graminit (siehe Gramenit) 149, 155
 Granat, weißer (siehe Leucit) 463
 — — (siehe Calcium-Aluminiumgranat) 882
 Granatfels 903
 — Analysen des 903
 Granatfilz (umgewandelter Kalk-eisengranat) 890
 Granatgruppe 878
 — Allgemeines über die 878
 — isomorphe Mischungen in der 879
 Grandidierit 634
 Grastit 636
 Grochaut (siehe Orthochlorite) 636
 — Analyse des 646
 Groppit (siehe Umwandlung des Cordierits) 623
 — Analyse des 625
 Grossular (Calcium-Aluminiumgranat) 882
 Guarinit 1041
 — Analysenmethode des 1041
 — Analysen des 1042
 — Eigenschaften des 1042
 — Formel des 1042
 — Vorkommen des 1043
 Gumbelit 143
 Gummit 37
 — Analysen des 37
Hackmannit 246
 Hallit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 730
 — Formel des 733
 — Konstitution des 733
 Halloyit (siehe Halloysit) 37, 135
 Halloysit 37, 135
 — Analysenzusammenstellung 135
 — Analyse des — von Angleur (Belgien) 135
 — — — — von Boulder (West-Australien) 136
 — — — — von Breteuil (Eure) 135
 — — — — von Budapest (Ungarn) 136
 — — — — von Dade (Georgia) 135
 — — — — von der Détroit Cooper Mine (Californien) 136
 — — — — von Drenkova, Grube Kozla (Banat) 135
 — — — — von Edwards Co. (Texas) 136
 — — — — aus der Eifel 135
 — — — — von Estrada Velha da Tijuca (Rio de Janeiro) 136
 — — — — von Freienstein bei Leoben (Steiermark) 135
 — — — — von Horse Cave 136
 — — — — vom Hospital Quarry bei Ezegin (Schottland) 136
 — — — — von Huelgoat (Fini-sterre) 135
 — — — — von Kall (Eifel) 135
 — — — — von Laumède (Dordogne) 135
 — — — — von der Logan Mine 135
 — — — — vom Lucia mining District 136
 — — — — von Miechowitz (Oberschlesien) 135
 — — — — von Moglos (Ariège) 135
 — — — — von Pala, San Diego (Californien) 136

- Halloysit**, Analyse des — von
 Tüffer in Steiermark 135
 — Eigenschaften des 136
 — Konstitution des 60
 — Löslichkeit des 39, 40
 — Wassergehalt des 42, 43ff.
 — siehe auch bei Aluminiumsilicate,
 wasserhaltige, einfache 30
Hartporzellan 95
Haughtonit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 690, 691
Hauyn (vgl. auch Nosean) 247
 — Analysezusammenstellung des 247
 — Eigenschaften des 252
 — Farbstoff des 253
 — Formel des 249
 — Genesis des 260
 — Konstitution des 251
 — Synthese des 255
 — — auf nassem Wege 257
 — Umwandlung des 255
 — — künstliche 255
 — — natürliche 255
 — — in Sodalith 257
Hellandit 183
 — Analysen des 183, 185
 — Eigenschaften des 184
 — Formel des 184
 — Umwandlung des 185
 — Vorkommen des 185
Helminth 636
Helvetan (siehe Biotit) 680
Hessonit (siehe Calcium-Aluminiumgranat) 882
Heteromerit (siehe Vesuvian) 927
Hibschit 1061
Hiddenit (siehe Spodumen) 196
Hisingerit 146
 — Analysezusammenstellung 146
 — Eigenschaften des 148
 — Formel des 148
 — Genesis des 148
 — Manganhisingerit 147
 — Wassergehalt des 148
Hjortdahlit (siehe Guarinit) 1041
Höferit 146
Högauit (siehe Natrolith) 311
Holmesit (siehe Clintonit) 1053
Holmit (siehe Clintonit) 1053
Holmquistit 348
 — Analysen des 349
 — Eigenschaften des 349
 — Formel des 349
 — Genesis des 349
 — siehe auch Lithiumglaukophan.
Howlith 1064
 — Analysen des 1064
 — Eigenschaften des 1066
 — Formel des 1065
 — Wassergehalt des 1066
Hullit 636
Humboldt (siehe Datolith) 1066
Humboldtilith (siehe Melilith) 954
Hunterit (siehe Cimolite) 123
Huronit (siehe Anorthit) 979
 — Analysen des 981, 987
Hverlera 144
Hydrobiotit (siehe Biotit) 680
 — Analyse des 687
 — Konstitution des 733
Hydrobuchholzit 14
Hydroklintonit (siehe Biotit-Vermiculit) 734
Hydronephelit 307
 — Analysezusammenstellung 308
 — Formel des 308
 — Genesis des 309
Hydrophlogopit (siehe Biotit-Vermiculit) 734
Hydrosilicate, ableitbar vom Nephelinsilicat 306
Hydroxysodalith 280
Hydroxylhaltige Calcium-Aluminiumorthosilicate 1043
Hygrophillit 445
 — Analysen des 445
 — Eigenschaften des 445
Hypochlorit 164
Hyposklerit (siehe Albit) 382
Hyposulfitsodalith 280
Iberit (siehe Umwandlung des Cordierits) 623
 — Analyse des 625
Idokras (siehe Vesuvian) 926
Indianit (siehe Anorthit) 137, 979
 — Analysen des 986
Indigolith (siehe Turmalin) 749
Iolith (siehe Cordierit) 614
Irvingit 457
Ittnerit 262
 — siehe auch Noseanhydrat 257
Jacksonit (siehe Prehnit) 915
Jefferisit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 732
 — Formel des 733
 — Konstitution des 733
Jelleit (siehe Calcium-Ferrigranat) 892
Jewreinowit (siehe Vesuvian) 927
 — Analysen des 929, 934
Jodidsodalith 277
Kammererit (siehe Orthochlorit) 636
 — Analysen des 639, 641, 642
Kainosit 192
 — Analysen des 192
 — Eigenschaften des 193
 — Formel des 193
Kakoklas 1039
 — Analysen des 1039
 — Eigenschaften des 1040

- Kali — siehe auch Kalium.
 Kalianorthit (künstlich) 999
 Kalichabasit (künstlich) 417
 Kalifeldspat (siehe Orthoklas) 482
 Kalinatronfeldspate 513
 — Analysen der 514
 Kalinephelin (künstlicher Kalio-
 philit) 410
 Kaliophilit 409
 — Analysen des 409
 — Eigenschaften des 410
 — Formel des 409
 — kieselsaure Alkalien, Einwirkung
 auf 414
 — Synthese des 410
 — — auf nassem Wege 413
 — — aus Schmelzfluß 410
 — Umwandlung des 414
 Kalium — siehe auch Kali.
 Kaliumaluminiumsilicate 408
 Kaliumglimmer (siehe Muscovit). 418
 Kaliumnatrolith (künstlich) 3, 25, 415
 — Analysen des 415
 — Darstellung des 416
 — — aus Kaolin 416
 Kaliumsodalith 282
 Kaliumzeolithe 415
 Kalkcanerinit 275
 Kalkchromgranat (Uwarowit) 913
 — Analysenmethode 881
 — — Chrombestimmung 882
 — Analysenzusammenstellung 913
 — Eigenschaften des 914
 — Formel des 914
 — Mischung mit Kalkeisengranat
 (Calciumferrigranat) 914
 Kalknephelin (künstlich) 223
 Kalktoneisengranat (siehe Cal-
 cium-Ferrigranat) 892
 Kalk-Tonerdesilicate 789
 Kalk-Tongranat (siehe Calcium-
 Aluminiumgranat) 882
 Kaneelstein (siehe Calcium-Alumi-
 nium-Granat) 882
 Kaolin 77, 125
 — Analysenmethode, siehe Bd. I im
 allgemeinen Artikel S. 560.
 — Analyse des — von Aiken, S.-
 Carolina 128
 — — — von Amberg (Bayern) 125
 — — — von Anglesey, Porth-
 yr-hweh 126
 — — — von Aue (Sachsen) 125
 — — — von Berrima (N. S.
 Wales) 127
 — — — von Chaudière Falls
 (Quebec, Canada) 126
 — — — Diamantina (Brasilien) 128
 — — — Eureka Ader, St. Peter
 Dome (Colorado) 128
 — — — von Freiberg (Sachsen) 125
 — — — Graupen (Böhmen) 125
 — — — Groß-Tresny (Mähren) 128
 Kaolin, Analyse des — von Jack-
 sonville, Alabama 127
 — — — — von Kovászó (Ungarn) 128
 — — — — von La Bagatelle bei
 Visé 126
 — — — — von La Haye a. St.
 Giles, bei Lüttich 126
 — — — — Hockessen (Delaware). 128
 — — — — von Lovède (Hérault) 126
 — — — — von Miramont (Revier
 Souliac) 128
 — — — — von Mouwick, Lamb-
 hoga, Fetlar (Schottl.) 127
 — — — — von der National Belle
 Mine, Duray Co. (Colorado) 128
 — — — — von Neppe bei Quenast 126
 — — — — von Neurode (Schle-
 sien) 127
 — — — — von der New Discovery
 Mine, Leadville (Colorado) 128
 — — — — von Ober-Graupen
 (Böhmen) 125
 — — — — von Příbram (Böhmen) 127
 — — — — von Red Mount. bei
 Silvester (Colorado) 127
 — — — — von Richmond (Vir-
 ginia) 126
 — — — — von Rochlitz 125
 — — — — vom Rumpelsberg bei
 Elgersburg (Thüringen) 125
 — — — — von S. Pablo (Peru) 127
 — — — — von St. Yrieux (Haute
 Vienne) 126
 — — — — von Schapbach
 (Schwarzwald) 127
 — — — — von Schlaggenwald
 (Böhmen) 125
 — — — — von Stein (Krain) 126
 — — — — von Summit Hill (Penns.) 126
 — — — — von Sy-kang (China). 126
 — — — — von Szaska bei Oravicza
 (Ungarn) 125
 — — — — von Talladega (Ala-
 bama) 128
 — — — — von Tamaqua bei Potts-
 ville (Penns.) 126
 — — — — von Tong-kang (China) 126
 — — — — vom Tweed-Ufer 126
 — — — — von Visz bei Bistritz
 (Mähren) 128
 — — — — von Zettlitz bei Karls-
 bad 125
 — chemische Eigenschaften siehe bei
 Aluminiumsilicate, wasserhaltige,
 einfache 90
 — Formel des 77
 — Genesis des 130
 — — durch Pneumatolyse 130
 — — durch Verwitterung 132
 — — durch Moorwässer 133
 — keramisch wichtige Eigenschaften 101
 — Konstitution des 85
 — Löslichkeit des 77ff.

Kaolin, physikalische Eigenschaften 129
 — Wassergehalt des 45, 82ff.
 — zur Darstellung des Porzellans 89
 Karyocerit 187
 — Analyse des 187
 — Eigenschaften des 188
 Kataspillit 443
 Katlinit 144
 Kelyphit 608
 — Analysen des 608
 — Synthese des 609
 — siehe auch bei Pyrop.
 Kerrit (siehe Biotit-Vermiculit) 721
 — Analyse des 731
 — Formel des 733
 — Konstitution des 733
 Kieselwismut (siehe Eulytin) 163
 Killinit 444
 — Analysen des 444
 — Eigenschaften des 444
 Klementit (Orthochloritvarietät) 666
 — Analyse des 666
 — Eigenschaften des 667
 Klinochlor (siehe Orthochlorit) 635
 — Analysen 639, 640, 643, 644, 645, 646
 Klinozoisit (siehe Epidot) 809
 — Analysen des 811
 Kollyrit 38, 143
 — Analysen des 38
 — Konstitution des 60
 — Löslichkeit des 38
 Kolophonit (siehe Calcium-Ferri-
 granat) 892
 — Analyse des 897
 — siehe Vesuvian (Analyse) 930
 Kornerupin 630
 — Analysen des 630
 — Eigenschaften des 631
 — Formel des 631
 Korundophilit (siehe Orthochlorit) 635
 — Analysen des 645, 648
 Kosmochlor 159
 Kosmochlorit (siehe Kosmo-
 chlor) 159
 Kotschubeit (siehe Orthochlorite) 636
 — Analysen des 639
 Koupholith (siehe Prehnit) 915
 Krablit (siehe Orthoklas) 488
 Krokolith (siehe Hydronephelit und
 Natrolith) 307, 311
 Kryophyllit (siehe Zinnwaldit) 458
 Kryptolin (Flüssigkeitseinschluß im
 Topas) 26
 Kryptotil (siehe Umwandlung des
 Prismatins) 633
 — Eigenschaften des 633
 Kuboït (siehe Analcim) 350
 Kunzit (siehe Spodumen) 196
 — Analysen des 197
 — Färbemittel des 196
 — Verhalten gegen Strahlen des 199

Lagoriolith 261
 Lanthanocerit (siehe Cerit) 166
 Lasallit (siehe auch Palygorskit) 671
 Lasurfeldspat (siehe Orthoklas) 488
 Lasurstein 284
 — Analysenzusammenstellung des 284
 — Eigenschaften des 285
 — Formel des 285
 — Genesis des 286
 — Synthese des, siehe bei künst-
 lichem Ultramarin 286
 Latrobit (siehe Anorthit) 979
 — Analysen des 981, 982
 Lawsonit 1060
 — Analysen des 1060
 — Eigenschaften des 1061
 — Formel des 1060
 — Konstitution des 1061
 — Vorkommen des 1061
 Leidyit (siehe Orthochlorit) 636, 668
 — Analyse des 668
 — Formel des 668
 Lembergït 310
 — Analysen des 311
 — Formel des 311
 — siehe auch Nephelinhydrat.
 Lennilit (siehe Biotit-Vermiculit) 730
 — Analysen des 730
 — eisenreicher 731
 — Formel des 733
 — Konstitution des 733
 Lenzinit (siehe Halloysit) 135
 Lepidochlorit 636
 Lepidolith 449
 — Analysenmethode des — siehe
 Bd. I im allgemeinen Artikel
 S. 560.
 — Analysenzusammenstellung des 449
 — Analyse des — von Antsongom-
 bato (Madagaskar) 452
 — — — — von Auburn (Maine) 451
 — — — — von Black Mountain,
 Rumford (Maryland) 451
 — — — — von Brassac (Tarn) 449
 — — — — von Hebron (Maine) 451
 — — — — von Juschakowa (Ural) 450
 — — — — von Mesa Grande 451
 — — — — von Mt. Mica, Paris
 (Maine) 451
 — — — — von Norway (Maine) 451
 — — — — von Pala, Tourmalin-
 Queen Mine, S. Diego (Californien) 452
 — — — — von Paris (Maine) 451
 — — — — von Rožena in Mähren 449
 — — — — von Schüttenhofen in
 Böhmen 449
 — — — — von Tanokama Yama
 (Japan) 450
 — — — — von der Tourmalin-
 Queen Mine, Pala, S. Diego (Cali-
 fornia) 452
 — — — — von Township, Ottawa
 (Quebec, Canada) 452

- Lepidolith, Analyse des — von Tröstau bei Wunsiedel (Bayern) 449
 — — — — vom Ungutschantal in Transbaikalien 450
 — — — — von Wakefield, Township, Ottawa (Quebek, Canada) 453
 — Brechungsquotienten des 455, 456
 — Eigenschaften des 455
 — Formel des 453
 — Konstitution des 434, 454
 — seltene Bestandteile des 456
 — Synthese des 455
 Lepidomelan (siehe Orthochlorit).
 — Analyse des 690, 691, 693, 694, 698, 699, 703
 — (umgewandelt) 687
 Lepolith (siehe Anorthit) 979, 992
 — Analysen des 981, 985
 Leuchtenbergit (siehe Orthochlorit) 636
 — Analysen des 638, 639
 Leucit 463
 — Analysenzusammenstellung des 463
 — Analyse des — von Mt. St. Angelo bei Neapel 464
 — — — — vom Atrio del Cavallo am Vesuv 465
 — — — — von Calastro, Italien. 475
 — — — — von Cnoc-na Sroine-Massiv (Schottland) 477
 — — — — von Colli Cimini bei Viterbo. 463
 — — — — von Granatello bei Portici 475
 — — — — vom Kaiserstuhl in Baden 474
 — — — — von Magnet Cove Region, Arkansas 476
 — — — — von Marand (Persien). 464
 — — — — vom Schlosse Melfi (Mt. Vulture, Italien) 464
 — — — — von Meiches in Hessen 465
 — — — — vom Mte. St. Angelo bei Neapel 463
 — — — — vom Mte. Somma am Vesuv 463, 464, 478
 — — — — vom Mte. Vulture 464
 — — — — von Oberwiesental im sächsischen Erzgebirge 474, 475
 — — — — von Ogilvie Range, Spotted Fawn Creek (Yukon-Territ.). 477
 — — — — von Pompeji 164, 465
 — — — — von Portici 464
 — — — — von Rieden in der Eifel 465, 475
 — — — — von Rocca Monfina. 464, 474
 — — — — von der Serra da Tinguá 477
 — — — — vom Mte. Somma (Vesuv) 463, 464, 478
 — — — — von der Strada di Pompeji 464
 Leucit, Analyse des — vom Vesuv 463, 464, 465, 474, 475, 477, 478
 — — — — vom Mte. Vulture 464
 — Brechungsquotient des 969
 — chemische Eigenschaften des 467
 — Chlorammonium, Einwirkung auf 467
 — Formel des 465
 — Genesis des 481
 — Konstitution des 466
 — Löslichkeit des 467
 — optische Eigenschaften des 468
 — physikalische Eigenschaften des. 467
 — Synthese des 470
 — — auf nassem Wege 472
 — — durch Schmelzfluß 470
 — — — — aus Glimmer 470
 — — — — in künstlichen Gesteinen. 471
 — — der Leucite, die in der Natur nicht existieren 472
 — — des Lithiumleucits 473
 — — des Natriumleucits 473
 — — des Thalliumleucits 473
 — Umwandlung des 473
 — — künstliche 479
 — — natürliche 473
 — — — — Analysen 474
 — — — — umgewandelt in Analcim . 474
 — — — — in Calciumcancrinit 478
 — — — — in Kaliophyllit 477
 — — — — in Kaolin 475
 — — — — in Muscovit 475
 — — — — in Nephelin 476
 — — — — in Orthoklas 475
 — — — — in Pseudoleucit 476
 — — — — in Sanidin 476
 — — — — in Zeolithe 475
 Leverrierit. 142
 — Analysen des 142
 — Eigenschaften des 142
 — Formel des 142
 Liebenerit 306
 — Analysen des 306
 — Eigenschaften des 306
 — Genesis des 307
 Lillit 156
 Lindsayit (siehe Anorthit) 979
 — Analysen des 181, 987
 Lithionit (siehe Lepidolith) 449
 Lithit (siehe Petalit) 205
 Lithiumaluminium-Borosilicat 208
 Lithium-Aluminiumsilicate 193
 — Allgemeines über das System $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ 193
 Lithiumglaukophan 348
 — Analyse des 349
 — Eigenschaften des 349
 — Formel des 349
 — Genesis des 349
 — siehe Holmquistit.
 Lithium-Kalium-Aluminiumglimmer (siehe Lepidolith) 449
 Lithium-Kalium-Eisenglimmer (siehe Zinnwaldit) 458

Lithiumleucit (künstlich) 473
 Lithiumsodalith 282
 Loboit (siehe Vesuvian) 927
 Loganit (siehe Orthochlorite) 636
 — Analysen des 645, 647
 Lopheit 636
 Lotrit 859
 — Analysen des 859
 — Eigenschaften des 859
 — Formel des 859
 Loxoklas (siehe Orthoklas) 488
 — Analysen des 520

Maconit (siehe Orthochlorite) 641
 — Analyse des 641

Magnesium-Aluminiumorthosilicat 602

Magnesium-Aluminiumsilicate 602

Magnesium-Eisenglimmerreihe 679

Magnesiumkaliumglimmer (siehe Biotit) 680

Malthazit (Smektit) 37, 140
 — Analysen des 37, 140
 — Eigenschaften des 140
 — Löslichkeit des 41, 47ff.
 — Wassergehalt des 46

Manandonit 208

Manganandalusit 6

Manganepidot (siehe Epidot) 809
 — Analysen des 821
 — siehe Piemontit 860

Manganhisingerit 147
 — siehe Hisingerit 146

Manganidokras (Manganvesuvian) (siehe Vesuvian) 927

Manganophyll (Manganophyllit) 680

Manganophyllit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 701

Manganvesuvian (Manganidokras) (siehe Vesuvian) 927
 — Analyse des 935

Margarit 1044
 — Analysenzusammenstellung des 1044
 — Analyse des — vom Back Creek, Prov. Westland (Neuseeland) 1046
 — — — — von Bynarka (Ural) 1045
 — — — — von der Cullakenee Mine, Elay Co. 1046, 1047
 — — — — von der Culsagee Mine, Elay Co. 1046
 — — — — von Dudleyville (Alabama) 1047
 — — — — vom French Bread River, Madison, Bucombe (N. Carolina) 1047
 — — — — von Gainesville (Georgia) 1047
 — — — — von Green Mountains bei Chester (Massachus.) 1045

Margarit, Analyse des — von Gümür-Dagh (Kleinasien) 1045

— — — — vom Iredell Co. (Nord Carolina) 1046

— — — — von Naxos (Schmirgel-lagerstätten) 1044

— — — — von der Insel Nikaria (Kleinasien) 1044

— — — — von Peekskill (N. York) 1045

— — — — von Takowaja (Ural) 1045

— — — — von Unionville, Chester Co. 1047

— — — — von Village Green, Delaware Co. (Pennsylv.) 1045, 1047

— — — — vom Zillertal (Tirol) 1044

— chemische Eigenschaften des 1049

— Formel des 1048

— Genesis des 1050

— Konstitution des 1048

— optische Eigenschaften des 1050

— physikalische Eigenschaften des 1049

— Synthese des 1050

— Umwandlung des 1050

— Vorkommen des 1050

Margarodit (siehe Muscovit) 418

Marialith 407
 — Analysen des 407 u. 408
 — Eigenschaften des 408
 — Formel des 408
 — siehe auch Skapolith.

Meerschalamunit 129

Mehlzeolith (siehe Natrolith) 311

Meionit 1003
 — Analysen des 1006, 1015

Melanit (siehe Calcium-Ferrigranat) 892
 — Analysen des 904, 905, 906

Melanocerit 186
 — Analyse des 186
 — Eigenschaften des 187
 — Formel des 186
 — Vorkommen des 187

Melanolith 636

Melanosiderit 155

Melilith 954
 — Analysenzusammenstellung des 955
 — — — — Analyse des — von Beaver Creek, Gunnison Co. (Colorado) 956
 — — — — von Bottingen bei Lobach (in Schlacken) 955
 — — — — vom Capo di Bove (Vesuv) 956
 — — — — von Charleroi in Belgien (in Schlacken) 955
 — — — — von Dowles (England) 956
 — — — — von Dudley (in Schlacken) 955
 — — — — von Hettstedt, Saigerhütte (aus Schlacken) 957
 — — — — von Hochbohl (Württemberg) 956
 — — — — von der Königshütte in Oberschlesien (aus Schlacken) 957

- Melilith, Analyse des — von La Providence (in Schlacken) . . . 955
 — — — — von St. Nazaire (aus Schlacken) . . . 955
 — — — — von Nienburg a. der Saale (in Portlandzement) . . . 155
 — — — — von Oberhausen, gute Hoffnungshütte (in Schlacken) . 957
 — — — — vom Vesuv . . . 955, 956
 — Brechungsquotienten des . . . 962
 — chemische Eigenschaften des . . . 963
 — Formel des . . . 958
 — Genesis des . . . 966
 — in Hochofenschlacken (siehe die Analysen) . . . 966
 — Konstitution des . . . 958
 — physikalische Eigenschaften des . 962
 — Schmelzpunkt des . . . 962
 — Synthese des . . . 962
 — — Analysen synthetischer . . . 965
 — Umwandlung des . . . 966
 — Vorkommen des . . . 966
 Melinit . . . 158
 Melit. . . 158
 Meroxen (siehe Biotit) . . . 680
 Mesobromsodalith . . . 277
 Mesotyp (siehe Natrolith) . . . 311
 Metachlorit (Leptochlorit) . . . 636
 Metasericit (siehe Muscovit) . . . 418
 Metasilicatsodalith . . . 281
 Mikarell . . . 443
 Mikroklin (siehe Orthoklas) . . . 488
 Mikrosommit . . . 263
 — Analysen des . . . 263
 — Eigenschaften des . . . 264
 — Formel des . . . 264
 — Paragenesis des . . . 264
 — Synthese des . . . 264
 Milarit. . . 1062
 — Analysen des . . . 1062
 — Eigenschaften des . . . 1063
 — Formel des . . . 1063
 Miloschin . . . 161
 Miraphyllit (Synonym von Andalusit) . . . 4
 Mizzonit . . . 1003
 — Analysen des . . . 1006
 Molybdatsodalith . . . 279
 Molybdosodalith. . . 233
 — Analysen des . . . 233
 — Eigenschaften des . . . 234
 — Formel des . . . 233
 Mondstein (siehe z. T. Albit) . . . 382
 — Analysen des . . . 395
 — (siehe z. T. Orthoklas) . . . 488
 — Analysen des . . . 523
 Monrolith (siehe Sillimanit) . . . 14
 Montmorillonit . . . 39, 138
 — Analysenzusammenstellung des . 138
 — Eigenschaften . . . 139
 — Wassergehalt des . . . 45
 Morenzit . . . 156
 Müllerit (Zambonit) . . . 153
 — Analysen des . . . 153
 — Eigenschaften des . . . 154
 — Formel des . . . 154
 Muromontit (siehe Orthit) . . . 863
 Muscovit (Kaliglimmer) . . . 418
 — Analysenmethode siehe Bd. I im allgemeinen Artikel S. 560.
 — Analyse des — von Aird Island am Huronsee . . . 428
 — — — — von Aschaffenburg . . . 423
 — — — — von Aspang in Niederösterreich . . . 422
 — — — — von Auburn (Maine) . . . 421
 — — — — von der Balade Mine (Neu-Caledonien) . . . 429
 — — — — von Baniaste . . . 424
 — — — — von Bear Valley, Mariposa Co. (Californien) . . . 430
 — — — — von Ben Capval (Schottland) . . . 420
 — — — — von Bengalen . . . 421
 — — — — von Biauchaud (Puy de Dôme) . . . 422
 — — — — von Botriphnie, Bannffshire (Schottland) . . . 426
 — — — — von Brancheville (Connecticut) . . . 426
 — — — — von Brassard Township, Berthier Co. (Canada) . . . 425
 — — — — von Brevik (Norwegen) 423
 — — — — von Brodbo (Schweden) 427
 — — — — von der Culsagee Mine (N.-Carolina) . . . 423
 — — — — von Dobrawa bei Unterdrauburg (Kärnten) . . . 419
 — — — — von Dürrberg . . . 429
 — — — — von Easton (Pennsylvania) . . . 427
 — — — — von Epprechtstein im Fichtelgebirge . . . 426
 — — — — vom Erzberg (Wiesmath), Steiermark . . . 429
 — — — — vom Eureka Tunnel, Pikes Peak (Colorado) . . . 430
 — — — — von Fen (Norwegen) . . . 422
 — — — — von Fetlar (Schottland) 421
 — — — — von Forst bei Meran . . . 421
 — — — — von Frath bei Bodenmais (Bayern) . . . 423
 — — — — von Freiberg in Sachsen 427, 428
 — — — — vom Fürstenstein in Bayern . . . 429
 — — — — von Galenz . . . 429
 — — — — von der Insel Gorgona 427
 — — — — von Goshen (Massach.) 421
 — — — — vom Grindelwaldgletscher . . . 421
 — — — — vom Griqualand . . . 426
 — — — — von Gumugh-Dagh in Kleinasien . . . 421

Muscovit, Analyse des — vom Habachtal in den hohen Tauern (Salzburg) 442
 — — — — von Hallgarten 423, 428
 — — — — von Halsbrücke 423
 — — — — von Hatch Farm, Auburn (Maine) 420
 — — — — von Hirschberg in Schlesien 427
 — — — — von Horrsjöberg (Schweden) 427
 — — — — von Jakob Swainés Farm, Easton (Penns.) 425
 — — — — von der Josephine Gold Quarz-Mine, Bear Valley, Mariposa Co. (Californien) 430
 — — — — von Kasprova in der Tatra 424
 — — — — vom Klein-Pischingbachtal (Niederösterreich) 423
 — — — — vom Kohlgraben bei Aspang in Niederösterreich 422
 — — — — von Kornberg im Fichtelgebirge 422
 — — — — von Kosieta, östliche Tatra 427
 — — — — von Kossoi-Brod (Ural) 423
 — — — — vom Bach Krajcínovica (Kroatien) 426
 — — — — vom Bach Križevac in Kroatien 425
 — — — — von Kulah (Kleinasien) 423
 — — — — vom Laurenz-Distrikt (S.-Carolina) 427
 — — — — von Lengenbachbruch, Binnental (Schweiz) 428
 — — — — von Lomnitz (Tatra) 424
 — — — — von Matawatschau, Renfrew Co., Ontario 428
 — — — — von Mesa Grande, S. Diego Co. (Californien) 419
 — — — — von Miasc (Ural) 420
 — — — — vom Mt. Mica, Paris (Maine) 420
 — — — — von Montrambert (Loire) 422
 — — — — von Neuhohelinde in Sachsen 429
 — — — — von der Insel Nikaria 420
 — — — — von Osabita, westliche Tatra 424
 — — — — von Otakisan bei Chichibu (Japan) 419
 — — — — von Pfitsch in Tirol 442
 — — — — von Pikes Peak in Colorado 421, 430
 — — — — vom Rheinwaldhorn 425
 — — — — von Ridge (Pennsylvania) 425
 — — — — von Rio de Janeiro (Brasilien) 427
 — — — — von der Rochelle Mine, Wyoming 419

Muscovit, Analyse des — von Rogacz in der Tatra 422
 — — — — vom Rothenkopf im Zillertal 430
 — — — — von Royalston (Massachusetts) 427
 — — — — vom Scalettapaß in Graubünden (Schweiz) 419
 — — — — von Schüttenhofen in Böhmen 420, 423
 — — — — von Shoormakers Quarry, Green Spring Valley (Maryland) 426
 — — — — vom Skamania Co. (Washington) 425, 430
 — — — — von Smerek in der Tatra 422
 — — — — von Soboth 430
 — — — — von Stoneham (Maine) 419, 425, 428
 — — — — von Stony Point (N.-Carolina) 424
 — — — — von Striegau in Schlesien 423
 — — — — von Syra 426
 — — — — von Syssertsk im Ural 428
 — — — — von Tabor in Böhmen 422
 — — — — von Tanokami-Yama (Japan) 426, 431
 — — — — von Tetschen in Böhmen 422
 — — — — von Unionville in Pennsylvania 421, 423, 424
 — — — — von Utö (Schweden) 423
 — — — — von Vanlup (Schottland) 426
 — — — — von Variney (Val d'Aosta) 429
 — — — — von der Villeneuve Glimmergrube, Ottawa Co. (Canada) 425
 — — — — von Wakefield (Canada) 419
 — — — — von Walowice in der westlichen Tatra 424
 — — — — von Werlau am Rhein 421
 — — — — von Wiesmath am Erzberg in Steiermark 429
 — — — — vom Wildschapbachtal (Schwarzwald) 428
 — — — — von der Windgälle in der Schweiz 429
 — — — — vom Wittichertal im Schwarzwald 428
 — — — — von Woitowiec in der Tatra 424
 — — — — von Ytterby 422
 — — — — aus dem Zillertal 428, 430
 — — — — von Zwečevo (Kroatien) 425
 — Anhang zum 441
 — bariumhaltige 442
 — Brechungsquotienten des 435
 — chemische Eigenschaften des 437
 — Eigenschaften des 435

- Muscovit, Formel des 431
 — Genesis des 430
 — Konstitution des 431
 — Leitfähigkeit, elektrische, des . . 437
 — Löslichkeit des 437
 — Lötrohrverhalten des 437
 — Orthoklas, Zusammenhang mit . 441
 — physikalische Eigenschaften des. 435
 — Synthese des 439
 — Umwandlung des 440
 — — künstliche 441
 — — natürliche 440
 — Wasser, Einwirkung auf 437
 — Zersetzungsprodukte, glimmer-
 artige 443
 — zufällige Bildung des 439
 — siehe auch Baddeckit, Kataspillit,
 Mikarell, Killinit, Hygrophyllit,
 Gongylit, Alurgit, Pinit, Pinitoid,
 Oosit.
 Myelit (siehe Kaolin) 125

 Nakrit (siehe Kaolin) 125
 Natriumaluminiumchlorosili-
 cat 407
 — siehe Marialith 407
 Natriumaluminiumhydroсили-
 cate, künstliche 372
 — technisch wichtige 374
 — siehe Natronthomsonit.
 — siehe Permutit 375
 Natriumaluminiummetasilicat 332
 Natriumaluminiumsilicate 208
 — Chlor- und schwefelhaltige . . . 229
 Natriumdavn 266
 Natriumfeldspat (siehe Albit). . 379,
 382
 Natriumferrimetasilicat . 333, 343
 Natriumglimmer 376
 — Analysenzusammenstellung des . 376
 — Eigenschaften des 378
 — Formel des 378
 — Genesis siehe bei Kaliglimmer.
 — Umwandlung des 378
 Natriumleucit (künstlich) 473
 Natriumplagioklas (siehe Albit). 382
 Natrolith 311
 — Analysenmethode in Bd. I im
 allgemeinen Artikel S. 560.
 — Analysenzusammenstellung des . 312
 — Analyse des — von Altavilla bei
 Vicenza 312
 — — — — von den Arö-Scheeren 313
 — — — — vom Mte. Baldo. 312, 314
 — — — — von Bergen Hill (N.-
 Jersey). 314, 315
 — — — — von Bözingen am Kai-
 serstuhl (Baden) 316
 — — — — von Brevik in Nor-
 wegen 318
 — — — — von Campsie Hill
 (Schottland) 314
 Natrolith, Analyse des — von Cap
 Blomidon 314
 — — — — von Cap Djinet bei
 Dollys (Algier) 314
 — — — — von Monte Catini 312, 315
 — — — — von Corporation Quarry
 Mt. Royal (Canada) 313
 — — — — vom Fassatal (Südost-
 tirol) 316
 — — — — von Glen Farg, Bishop-
 town (Schottland) 316
 — — — — von Großprießen im
 böhmischen Mittelgebirge . . . 314
 — — — — vom Hohentwiel
 (Schweiz) 312
 — — — — von Inverell (N. S.
 Wales) 314
 — — — — von Island 315
 — — — — von Jakuben 312
 — — — — von Kangerdluarsuk
 (Grönland). 313, 315
 — — — — von Kenbane Head,
 Schottland 314
 — — — — von Landkrone bei Gör-
 litz 316
 — — — — vom Langensundfjord 317
 — — — — von Leipa in Böhmen 312
 — — — — von Leitmeritz in Böh-
 men 316
 — — — — von Loch Thom
 (Schottland) 314
 — — — — von Löbau 316
 — — — — von Magnet Cove (Ar-
 kansas) 313, 314
 — — — — vom Montecchio
 Maggiore 312
 — — — — von Moore Station (N.-
 Jersey). 314
 — — — — von Muze, Prov. Echigo
 (Japan) 314
 — — — — von New York. 313
 — — — — von Ober-Arö 313
 — — — — vom Plauenschen
 Grund (Sachsen) 314
 — — — — von Pokolbin (N. S.
 Wales) 314
 — — — — von Puy de Marman . 312
 — — — — von Salcedo (Italien). 312
 — — — — von St. Benito in Cali-
 fornia 313
 — — — — von S. Pietro di Lago 312
 — — — — von Smedholmen . . . 313
 — — — — vom Stempel bei Mar-
 burg (Hessen) 312
 — — — — von Stokö (Norwegen) 312
 — — — — vom Table Mountain,
 Golden (Colorado) 316
 — — — — von Tour de Gevillat,
 Auvergne 312
 — — — — von Two Island 314
 — — — — von Zebra-Zkaru (Ruß-
 land) 317
 — Brechungsquotienten des 323

Natrolith, chemische Eigenschaften des 323
 — Eigenschaften des 322
 — Eisennatrolith 318
 — Eisenvitriol, Einwirkung auf . . 329
 — Entwässerung des 321
 — Formel des 318
 — Genesis des 331
 — kalkfreie 312
 — kalkreiche 315
 — Konstitution des 318
 — Löslichkeit 328
 — physikalische Eigenschaften des. 322
 — Silbernitrat, Einwirkung 330
 — Spreustein 317
 — Stabilitätsfeld des 324
 — Synthese des 324
 — Thalliumnitrat, Einwirkung . . 328
 — Umwandlung des 326
 — — künstliche 326
 — — natürliche 330
 — Wasser, Einwirkung 328
 — Wassergehalt des 320
 Natrolith-Spreustein . . . 311, 317
 — Analysen 317
 Natronanorthit (siehe Carnegiit) 229
 — siehe auch 999
 Natronchabasit (künstlich) . . . 372
 Natrondesmin (künstlich) . . . 372
 Natronkalifeldspate 513
 — Analysen der 516
 Natronkalkgranat (Lagoriolith) . 267
 Natronmikroklin (siehe Orthoklas) 517
 Natronorthoklas 407
 Natronphakolith (künstlich) . . . 372
 Natronphilipsit (künstlich) . . . 372
 Natronphlogopit (siehe Natriumglimmer) 377
 — (siehe Biotit) 703
 — Analyse des 702
 Natronseebachit (künstlich) . . . 372
 Natronstilbit (künstlich) 373
 Natronthomsonit (künstlich) . . . 372
 — Analysen des 373
 — Formel des 373
 Natronzeolith (künstliche) . . . 371
 Nephelin 209
 — Analysenmethode des, siehe Bd. I.
 — Analysenzusammenstellung des . 209
 — Analyse des — von Corporation Quarry, Mt. Royal (Canada) . . 212
 — — — — von Ditró (Siebenbürgen) 209, 212
 — — — — von Dungannon, Hastings Co. (Ontario) 211
 — — — — von Eikaholmen (Norwegen) 212
 — — — — von Fredericksvärn 210, 211
 — — — — vom Katzenbuckel 211
 — — — — von La Denise bei Le Puy (Auvergne) 211

Nephelin, Analyse des — von Låven, Langensundfjord (Norwegen) 211
 — — — — von Litchfield (Maine) 211
 — — — — vom Löbauer Berg (Hessen) 211
 — — — — von Mariupol 212
 — — — — von Meiches (Hessen). 209, 211
 — — — — von Miasc (Ural) . . . 212
 — — — — vom Mte. Somma (Vesuv) 209, 210, 211
 — — — — von Norwegen (ohne näheren Fundort) 213
 — — — — von den Red Hills (N. Hampshire) 211
 — — — — von Salem (Massachusetts) 210
 — — — — von der Sierra de Monchique 210
 — — — — vom Tinkinsker Gebirge (Ural) 210
 — — — — vom Vesuv 209, 210, 211
 — Analysen umgewandelter 213
 — Brechungsquotienten des 219
 — Eigenschaften des 219
 — Formel des 213
 — Genesis des 228
 — Konstitution des 213
 — — Zusammenstellung der Hypothesen 218
 — künstliche Umwandlung des . . 224
 — Löslichkeit des 220, 227
 — Schmelzpunkt des 220
 — schweflige Säure, Einwirkung auf 227
 — Synthese des 220
 — — durch nassen Weg 222
 — — durch Schmelzfluß 220
 — Synthese des Kalknephelins . . 223
 — Umwandlung des 223
 — — künstliche 224
 — — Analysen 213
 Nephelingrouppe 209
 Nephelinhydrat 310
 — Analysen des 311
 — Formel des 311
 — siehe auch Lembergit.
 Nephelit (siehe Nephelin) 209
 Neurolith 143
 Newlinite (siehe Biotit-Vermiculit). 734
 Newtonit 141
 Nitratsodalith 279
 Nontronit 149
 — Analysenzusammenstellung des . 149
 — Analyse des — von Albemarle Cy. (Virginia) 150
 — — — — von Concepcion del Oro (Mexico) 151
 — — — — von Großau bei Jämnitz 150
 — — — — von Groß-Tresny in Mähren. 150
 — — — — von Heppenheim (Baden) 149

- Nontronit, Analyse des — von
 der Klopfmühle bei Passau . . . 151
 — — — — von den Lehigh Mts.
 (Penns.) 150
 — — — — von Montmors bei Au-
 tun 149
 — — — — von Mudgee (N. S.
 Wales) 150
 — — — — von Mugrau in Mähren 149
 — — — — von Nontron (Dor-
 dogne) 149
 — — — — von den Palmetto
 Mounts, Esmeralda Co. (Nevada) 151
 — — — — von Pulitz bei Jamnitz 150
 — — — — von Smalacombe (De-
 vonshire) 149
 — — — — von Starbo (Schweden) 149
 — — — — vom Strehlerberg
 (Fichtelgebirge) 150
 — — — — von Villefranche . . . 149
 — Eigenschaften des 152
 — Formel des 152
 — Wassergehalt des 152
 — aus Wollastonit durch Umwand-
 lung entstanden 153
 Normalonkosin (siehe Natrium-
 glimmer) 377
 Nosean (vgl. auch Hauyn) 247
 — Analysenzusammenstellung des . 248
 — Eigenschaften des 252
 — Formel des 249
 — Genesis des 260
 — Konstitution des 251
 — Synthese des 253
 — — auf nassem Wege 257
 — Umwandlung des 255
 — — künstliche 255
 — — natürliche 255, 256
 Noseanhydrat (siehe Ittnerit) 257, 262
 — Synthese des 257
 — Umwandlung in Analcim 260
 Nuttalit (siehe Skapolith) 1004
 — Analysen des 1010
- O**chran 37
 — Analysen 37
 Öllacherit (siehe Muscovit) . 418, 442
 — Analysen des 442
 — Formel des 442
 Olafit (siehe Albit) 382
 Onkoit 636
 Onkosin (umgewandelter Disthen) 13
 — siehe auch Muscovit 418
 — siehe Natriumglimmer 377
 Oosit 448
 Orthit 863
 — amorpher 876, 877
 — Analysenmethode des 861
 — — Basenbestimmung 861
 — — Kieselsäurebestimmung 861
 — — Kohlensäurebestimmung 862
- Orthit, Analysenmethode des —
 Scandiumbestimmung 861
 — — Thoriumbestimmung 861
 — — Wasserbestimmung 862
 — — Zersetzungsgrad 862
 — Analysenzusammenstellung des . 863
 — Analyse des — vom Alexander Co.
 (Nord-Carolina) 866
 — — — — von Alvö bei Arendal
 (Norwegen) 866
 — — — — von Ambatofossi Kely
 (Madagaskar) 870
 — — — — von Amelia Court
 House, Amelia Co. (Virginia) . . 868
 — — — — von Amherst Co. Virginia 876
 — — — — von Arendal (Nor-
 wegen) 865, 866
 — — — — von Bastnäs 864
 — — — — von Berks Co. (Penn-
 sylvanien) 863
 — — — — von Bethlehem (Penn-
 sylvanien) 863
 — — — — von Blakstadbro (Nor-
 wegen) 866
 — — — — von Buö, Arendal (Nor-
 wegen) 865
 — — — — von Chester Co. (Penn-
 sylvanien) 864, 865
 — — — — von Denegama bei Beli-
 hul Oya, Balangoda Distrikt
 (Ceylon) 870
 — — — — von Devils Head Moun-
 tains, Douglas Co. (Colorado) . 867
 — — — — von Egedes Minde
 (Grönland) 866
 — — — — von Eriksberg bei
 Stockholm 871
 — — — — von Fahlun 868
 — — — — von Finnland (ohne
 nähere Angabe) 870
 — — — — von Frederickshaab
 (Grönland) 864
 — — — — von Gyttop (Schwe-
 den) 868
 — — — — von Hitterö (Norwegen) 864,
 865
 — — — — von Karlsberg 871
 — — — — Kartagobacke, Stock-
 holm 865
 — — — — von Körsbärhagen,
 Stockholm 865
 — — — — von Kragerö (Nor-
 wegen) 864, 865
 — — — — von Laach in der Eifel 864
 — — — — von Llano Co. (Texas) 869
 — — — — von Lowesville, Nelson
 Co. (Virginia) 867, 876
 — — — — von Miasc (Ural) . 864, 869
 — — — — von Näskilen bei Aren-
 dal (Norwegen) 866
 — — — — von Norfolk (Virginia) 866
 — — — — vom Orange Co. (New
 York) 863

- Orthit, Analyse des** — vom Radautal (Harz) 869
 — — — — von Sabaragamuva (Ceylon) 870
 — — — — von Slättakra, Smaland 865, 866
 — — — — von Staatesville (Nord-Carolina) 867
 — — — — von Stockholm 865, 866
 — — — — von Swampscot (Massachusetts) 863
 — — — — von Topsham (Maine) 867
 — — — — von Tunnaberg (Schweden) 864
 — — — — von Wexiö (Schweden) 864
 — — — — von der Wiseman Mica Mine, Mitchell Co. (N.-Carolina) 866
 — — — — von Ytterby 865, 868, 871
 — chemische Eigenschaften des 877
 — Formel des 873
 — Genesis des 878
 — Glühen, Zustandsänderung des 876
 — physikalische Eigenschaften des 877
 — Radioaktivität des 877
 — scandiumhaltiger Orthit 870
 — Stickstoff im Orthit 872
 — Umwandlung des 875
 — — in den amorphen Zustand 876, 877
 — verwitterte Orthite 871
 — Vorkommen des 878
 — Wassergehalt des 872
 — Zersetzbarkeit des 878
 — Zustandsänderung des 876, 877
Orthochlorite 637
 — Analysenzusammenstellung 638
 — Analyse des — von der Achmatowskschen Grube bei Slatoust (Ural) 639, 645
 — — — — vom Affecata (Elba) 643
 — — — — vom Flusse Aj bei Slatoust (Ural) 640
 — — — — von Amity Co. (New York) 638
 — — — — vom Argentières Gletscher (Montblanc) 650
 — — — — von Ascherkoppe (Schlesien) 649
 — — — — von Bagot, Renfrew Co. (Ontario) 643, 644
 — — — — von Batesville (Virginia) 649
 — — — — von Beautyhill 643
 — — — — von Ben Derag (Schottland) 650
 — — — — von Bishophill (Schottland) 650
 — — — — von Blair Atholl 646
 — — — — von Borostyankö (Ungarn) 643
 — — — — von Buckingham, Ottawa Co. (Canada) 639
 — — — — von Calci (Toscana) 648
Orthochlorite, Analyse des — von Calumet Falls (Canada) 645
 — — — — von Cape Wrath (Schottland) 647
 — — — — von Chester (Massachusetts) 647, 648
 — — — — von St. Christophe (Dauphiné) 649
 — — — — von Ckyn (Böhmen) 640
 — — — — von Corrycharmaig (Schottland) 648
 — — — — von Craig an Lochan (Schottland) 648
 — — — — von der Culsagee-Mine (N.-Carolina) 641, 646
 — — — — von Dannemora (Schweden) 650, 651
 — — — — von Düllen im Fichtelgebirge 650
 — — — — von Elba 642
 — — — — von Fethaland (Schottland) 648
 — — — — von Fundry Run, Georget (Delaware) 649
 — — — — vom Fuscher Tal (Salzburg) 648
 — — — — von Georget (Delaware) 649
 — — — — von Girtleness (Schottland) 650
 — — — — vom St. Gotthard 649
 — — — — von Green Valley (California) 642
 — — — — von Grochau (Schlesien) 646
 — — — — von Guitsberg (Schweden) 650
 — — — — von Gumugh-Dagh (Kleinasien) 649
 — — — — von Hillswick (Schottland) 646
 — — — — von der Homestake Mine (S. Dakota) 651
 — — — — vom Itkulsee (Sibirien) 639, 642
 — — — — von Jordansmühl (Schlesien) 646
 — — — — von Kariafet (Grönland) 644, 646
 — — — — von Kupferberg (Fichtelgebirge) 643
 — — — — von LochLaggan (Schottland) 648
 — — — — von Lude (Schottland) 649
 — — — — von Markkirch (Elsaß) 640, 644
 — — — — von der Massaschlucht (Wallis) 649
 — — — — vom Montblanc 650
 — — — — von Mauléon 638
 — — — — von Nagolnij Krjasch (Donetz, Rußland) 649
 — — — — vom Naßfeld bei Gastein (Salzburg) 644

- Orthochlorite, Analyse des —
 von Newlin (Pennsylvanien) . . . 646
 — — — — von der Nikolaj Maximilianmine, Slatoust, Ural . . . 640
 — — — — von North Burgess (Canada) . . . 645
 — — — — von North Elmsbey (Canada) . . . 647
 — — — — von S. Pablo (Californien) . . . 647
 — — — — von Paraspora . . . 647
 — — — — von Plaben (Böhmen) 639
 — — — — von Portsoy (Schottland) . . . 647
 — — — — vom Rauchtal bei Markirch (Elsaß) . . . 644
 — — — — von Rauris (Salzburg) 650
 — — — — von Recess, Galway Co. (Irland) . . . 640
 — — — — von St. Christophe (Dauphiné) . . . 649
 — — — — vom St. Gotthard . . . 649
 — — — — von S. Pablo, Californien . . . 647
 — — — — von Scalpay (Schottland) . . . 648
 — — — — vom Schischimsker Berg (Ural) . . . 638, 640
 — — — — von der Schischimsker Grube bei Slatoust . . . 639
 — — — — von Sept-Lacs (Dauphiné) . . . 649
 — — — — von Serravezza (Italien) 650
 — — — — von Slatoust (Ural) . . . 639, 640, 645
 — — — — vom Steele Mount (Nord-Carolina) . . . 649
 — — — — von Steinsberg (Schlesien) . . . 649
 — — — — von Striegau (Schlesien) 650
 — — — — von Taberg (Schweden) 642, 648
 — — — — von Texas. 639, 642, 644
 — — — — von der Tilly Foster Grube (New York) . . . 642, 646
 — — — — von Traversella in Piemont. . . . 648
 — — — — von Ufaléjsk (Ural). . . 640
 — — — — von Unionville (Pennsylvanien) . . . 646
 — — — — von Unst (Schottland) 642
 — — — — von der Verruca (Toscana) . . . 650
 — — — — von Waldsassen (Bayern) . . . 650
 — — — — von Washington (Delaware) . . . 648
 — — — — vom Webster Co. . . . 644
 — — — — von Westchester (Pennsylvanien) . . . 640, 643
 — — — — von Wyoming . . . 639
 — — — — von Zdjarberg (Böhmen). . . . 643
- Orthochlorite, Analysen des —
 von Zermatt 643, 644, 645
 — — — — vom Zillertal (Tirol) . 644, 647, 650
 — — — — von den Zoutspanbergen (Süd-Afrika) 643
 — Brechungsquotienten des . . . 659
 — chemische Eigenschaften des . . 660
 — Chlorammonium, Einwirkung auf 660
 — Formel des 652
 — hohe Temperaturen, Einwirkung auf 660
 — Konstitution des 656
 — Natriumcarbonat, Einwirkung auf 662
 — Natriumhydrat, Einwirkung . . . 663
 — physikalische Eigenschaften des 659
 — Salzsäuregas, Einwirkung auf . . 663
 — Synthese des 660
 — Umschmelzung des 664
 — Umwandlung des 661
 — — künstliche 662
 — — natürliche 661
 Orthoklas 482, 488
 — Allgemeines 482
 — Analysenmethode des 488
 — Analysenzusammenstellung des . 489
 — — Analyse des — von Aberdeen . 503, 509
 — — — — von Alabaschka bei Mursinska (Ural) 508
 — — — — von der Allen Glimmergrube, Amelia Co., Virginia . . . 502
 — — — — von Alnö 493
 — — — — von Ambaboko (Madagaskar) 506
 — — — — von Amelia Court House vom Mte. Amiata (Italien) 505
 — — — — von St. Andrews (Schottland) 515
 — — — — von Apieto auf Corsica 503
 — — — — von Arendal. 489, 495, 507
 — — — — vom Argenteuil Co. (Canada) 491
 — — — — von Arran 510
 — — — — von Auerberg bei Stollberg (Harz) 490
 — — — — von Ausser-Ferrara, SÖ. der Rofnaschlucht des Hinterrheins 509
 — — — — im Authezat-la-Sauvetal (Puy de Dôme) 521
 — — — — von Badenweiler (Schwarzwald) 508
 — — — — von Bäckelöcken bei Fredericksvärn (Norwegen) . . . 519
 — — — — von Bagnères de Luchon (Pyrenäen) 514, 515
 — — — — vom Bagno dell'acqua (Pantelleria) 519
 — — — — vom Baikalsee (Sibirien) 510

Orthoklas, Analyse des — vom
 Ballon de Servance (Vogesen) . 505
 — — — — von Banchory, Aber-
 deenshire (Schottland) . . . 500, 504
 — — — — von Baveno (Italien) . 493
 — — — — von Beaulieu (Côte d'Or) 494
 — — — — von Ben Capval, Insel
 Harris (Hebriden) 496
 — — — — von Ben Loaghal, Ton-
 gue (Schottland) 503
 — — — — vom Berge Beschtau
 (Orlinaja-Felsen) bei Pjatigorsk. 524
 — — — — von Bischoffingen am
 Kaiserstuhl (Baden) 511
 — — — — von Birincampo (San
 Pietro, Sardinien) 512
 — — — — vom Birkenauertal bei
 Weinheim (Baden) 497
 — — — — von Black Hills (Da-
 kota) 521
 — — — — von Black Jack Trade,
 Dollar Mine, Florida Mts. (Idaho) 490
 — — — — von Blue Hill 513
 — — — — von Blue Rock Quarry-
 ville, Wilmington (Delaware) . . 505
 — — — — von Bodenmais
 (Bayern) 497, 500, 504
 — — — — von Bolton (Massach). 503
 — — — — von Bonifacio (Corsica) 509
 — — — — von Boscampo bei Pre-
 dazzo (Südstirol) 503
 — — — — von Brancheville, Con-
 necticut 490
 — — — — von Brandholz im
 Fichtelgebirge 489
 — — — — von Brevik (Norwegen) 518
 — — — — von den Brome Mts.
 (Canada) 517
 — — — — von Bunanca 521
 — — — — von Burbach (Schwarz-
 wald) 505
 — — — — von Byskoven, Laurvik
 (Norwegen) 517
 — — — — von Cala Porticello
 (Pantelleria) 520
 — — — — von Campo auf Elba . 489,
 507
 — — — — von Campo lungo . . 499
 — — — — von Canisp (Schott-
 land) 495
 — — — — vom Canzocoli bei Pre-
 dazzo (Südstirol) 500, 502
 — — — — von Casa Errera, S.
 Marco (Pantelleria) 519
 — — — — vom Castello branco,
 Fayal, Azoren 523
 — — — — von Castle Caldwell,
 Donegal 496
 — — — — von Ceylon 523
 — — — — von Ceythes (Hérault) 491
 — — — — von Chambly Mts. . . . 514
 — — — — von Charolais Broye,
 Marmagnetal 498

Orthoklas, Analyse des — von
 Chausseroze bei Vic sur Theil . 521
 — — — — von Clattering Briggs
 (Aberdeenshire), Schottland . . 499
 — — — — von Clierge, Mont
 Dore (Auvergne) 520, 521
 — — — — von Columbia Co. . . . 506
 — — — — von Coquimbo (Chile). 511
 — — — — von der Corriegilsküste
 auf Arran 510
 — — — — von Couvent de la
 Trinité (Corsica) 509
 — — — — vom Coweta Co. 506
 — — — — von Cowyte Head (Vor-
 gebirge) bei Portsoy (Schott-
 land) 508
 — — — — von den Crazy Mts.
 (Montana) 520
 — — — — von Cudia Mida (Pan-
 telleria) 519
 — — — — von Dalkey 505
 — — — — von Danbury (Connec-
 ticut) 502
 — — — — vom Davidschacht bei
 Freiberg, Sachsen 494
 — — — — von Dawlish (Devon-
 shire) 489
 — — — — von den De Longs
 Mühlen, Hammond (New York). 520
 — — — — von Denglarn (Bayern) 493
 — — — — von Ditró (Ungarn) . 509,
 516
 — — — — von Dolinskaja (Cher-
 son) 518
 — — — — von Donegal 491
 — — — — vom Drachenfels (im
 Siebengebirge) 498, 511
 — — — — von Dransfeld, zwischen
 Göttingen und Minden. 517
 — — — — von Dungannon,
 Hastings Co. (Canada) 509
 — — — — von Easten (Pennsyl-
 vanien) 505
 — — — — von Elba 489, 507
 — — — — von El Carrisal im Tal
 des Rio Turbio (Chile) 511
 — — — — von Ellbogen bei Karls-
 bad (Böhmen) 489, 496, 501
 — — — — vom Mte. Epomeo
 (Ischia) 511
 — — — — von Eppendorf bei
 Freiberg (Sachsen) 492
 — — — — von Epprechtstein bei
 Kirchenlamitz (Fichtelgebirge) . 501,
 510, 512
 — — — — vom Loch Erribol
 (West-Gestade), Schottland. . . 492
 — — — — von Ersby 493
 — — — — vom Eulengrund bei
 Schmiedeberg in Schlesien . . . 493
 — — — — von Exminster 494
 — — — — von Fayal (Azoren) 522,
 523

- Orthoklas, Analyse des — von Feteiras, Fayal (Azoren) 522
 — — — — von Fibbia (St. Gott- hard) 496
 — — — — von Fjulsrut (Norwegen) 522
 — — — — von Follmersdorf (Schlesien) 503
 — — — — von Forio (Ischia) 511
 — — — — von Forst bei Meran 495
 — — — — von Four la Brouque (Auvergne) 496
 — — — — von den Fourche Mts. (Arkansas) 514, 515
 — — — — von Francheville Le Bas (Rhône) 521
 — — — — von Francheville Le Haut 498
 — — — — von Fredericksvärn (Norwegen) 518, 519
 — — — — von Freiberg in Sachsen 489, 491, 492, 494, 498, 499, 504, 509, 511
 — — — — von French Creek, Chester Co. (Pennsylvania) 490
 — — — — von Froster Hill, Old Meldrun (Aberdeenshire) 498
 — — — — von den Fuchsbergen bei Striegau (Schlesien) 497, 510
 — — — — von Fürstenstein bei Brandholz (Fichtelgebirge) 494
 — — — — von Gammelstaden (Finnland) 505
 — — — — von Garmersreuth (Fichtelgebirge) 505
 — — — — von Gasern bei Meißen (Sachsen) 502
 — — — — vom Mte. Gibeles (Pantelleria) 520
 — — — — von Glashütte, Freiberg, Sachsen 489
 — — — — von der Glass Mine, Roche (Cornwall) 501
 — — — — von Glen Beg (Schottland) 491
 — — — — von Glendalough Wicklow (Schottland) 497
 — — — — von Glen Fernate, Perthshire (Schottland) 491
 — — — — von Glenmacanass (Irland) 504
 — — — — von Glenmalour (Irland) 503
 — — — — von Glenveagh (Irland) 489
 — — — — bei Goldkronach 492
 — — — — von Gora Blagodat (Ural) 494
 — — — — vom Gotthard 489, 494, 496, 509, 515
 — — — — von Gournay par Authizat-la-Sauvetat (Puy de Dôme) 521
 — — — — von Goya bei S. Pietro (Sardinien) 515
 — — — — von Grande Caldeira (Terceira, Azoren) 523
- Orthoklas, Analyse des — von Grotte du Bosquet, Bagnères de Luchon (Pyrenäen) 514
 — — — — von Grünbusch in Schlesien 511
 — — — — von Grumbach bei Freiberg (Sachsen) 504
 — — — — von Guanajuato 490
 — — — — von Hammond (New York) 520
 — — — — von Hartha bei Freiberg (Sachsen) 511
 — — — — von Harzburg 512
 — — — — von Heldburg (Thüringen) 509
 — — — — von Helsingfors 505
 — — — — von der Grube Himmelfahrt, Freiberg (Sachsen) 491, 494
 — — — — von Hlinik (Ungarn) 501
 — — — — von Hohenhagen bei Dransfeld, zwischen Göttingen und Minden 517
 — — — — vom Holzemmental 492
 — — — — vom Horberig, Kaiserstuhl (Baden) 415
 — — — — vom Hühnerkobel beim Rabenstein (Fichtelgebirge) 500
 — — — — vom Ilmengebirge (Ural) 495, 511, 512, 514, 519
 — — — — von Irigny 520, 521
 — — — — von Ischia (Arsolava) 507
 — — — — von Ispenning, Marquette Co. (Michigan) 491
 — — — — von Johnson Gulch bei Leadville (Colorado) 509
 — — — — von Jones Falls, Baltimore 495, 511
 — — — — von Judith Mountains (Montana) 515
 — — — — von Jumilla in Spanien 496
 — — — — vom Kaiserstuhl in Baden 511, 515
 — — — — von Kangerdluarsuk (Grönland) 500, 508
 — — — — vom Katzenbuckel 501
 — — — — von Kekequabic Lake (N.O. Minnesota) 518
 — — — — von Khagiar (Pantelleria) 522
 — — — — von Khania (Pantelleria) 517
 — — — — vom Kilimandscharo 517, 519
 — — — — von Kilpatrik (Dumbartonshire, Schottland) 489, 494
 — — — — von Kinkell bei St. Andrews (Schottland) 515
 — — — — von Kirchberg (Fichtelgebirge) 509
 — — — — von Kobo im Kilimandscharo 519
 — — — — von Kostenblatt bei Bilin 506

Orthoklas, Analyse des — von Krable (Island) 516
 — — — — von Kragerö (Norwegen) 523
 — — — — vom Kunerngit (Grönland) 492
 — — — — von Kunitz bei Pardubitz (Böhmen) 489
 — — — — vom Kyffhäuser am Harz 498
 — — — — von Kyle of Diurness 497
 — — — — vom Laacher See. 506, 511
 — — — — von Laco (Ischia) 511
 — — — — von Lairg, Sutherland (Schottland) 503
 — — — — vom Lake Superior (Michigan) 491, 508
 — — — — von Lampersdorf in Schlesien 505
 — — — — von Laurvik (Norwegen) 516, 517
 — — — — von Lauterberg (Harz) 489
 — — — — von Leadville (Colorado). 509
 — — — — von Legenye bei Satorálja (Ungarn) 514
 — — — — vom Leilenkopf bei Niederlützingen 501
 — — — — von Lenni, Delaware Co. 512
 — — — — von Les Fournettes, Montblanc 515
 — — — — von Le Tauche bei S. Pietro (Sardinien) 515
 — — — — von Leubsdorf bei Freiberg (Sachsen) 492
 — — — — von Leutmannsdorf bei Schweidnitz (Schlesien) 507
 — — — — von Leverett (Massach.) 496
 — — — — von Lewis bei Aberdeen (Loire) 523
 — — — — von Lille Frogner (Norwegen) 504
 — — — — von Limonest (Frankreich) 501
 — — — — von Litchfield (Maine) 495
 — — — — vom Loch Eribol (Westgestade), Schottland 492
 — — — — von Lochwald in Baden 522
 — — — — von Lövö (Norwegen). 518, 519
 — — — — von der Löwenburg (Siebengebirge) 514
 — — — — von Lomnitz (Schlesien) 498, 499
 — — — — von Lough Bray 503
 — — — — von Lough Dan Wicklow 503
 — — — — von Lough Mourne, Donegal 491
 — — — — vom Berg Ludwig v. Savoyen, Ruwenzori 492
 — — — — von Lutterbach (Siebengebirge) 490

Orthoklas, Analyse des — vom Luttertal bei Lauterberg (Harz). 489
 — — — — von Magnet Cove (Arkansas) 490
 — — — — von Maifritzdorf in Schlesien 497
 — — — — vom Val Maor, Boscampo bei Predazzo 503
 — — — — von Marble Hill (New York) 501
 — — — — von Marblehead Neck (Massachusetts) 518
 — — — — von S. Marco (Pantelleria) 519
 — — — — von Marecocco, Ischia 507
 — — — — von Marienbad in Böhmen 499
 — — — — vom Berg Medovka bei Pjatigorsk 524
 — — — — von Meiches im Vogelsgebirge 516
 — — — — von Meineckenberg (Harz) 508
 — — — — vom Mer de Glace (Montblanc). 500
 — — — — von Mercureddu (S. Pietro, Sardinien) 515, 517
 — — — — von Mesdres 511
 — — — — von S. Miguel (Azoren) 493, 518
 — — — — vom Michel Co. (Nord-Carolina) 500
 — — — — von Mineral Hill (Delaware) 510, 524
 — — — — von Mitrowitz 512
 — — — — von Mitterwasser bei Wegscheid in Bayern 496
 — — — — von Montagna grande (Pantelleria) 520
 — — — — von Montaudou bei Royat (Auvergne) 510, 518
 — — — — vom Montblanc . 500, 515
 — — — — vom Mte. Amiata (Italien) 505
 — — — — vom Mte. Epomeo (Ischia). 511
 — — — — vom Mte. Gibele (Pantelleria) 520
 — — — — vom Mte. Marecocco (Ischia). 507
 — — — — vom Mte. Mulatto bei Predazzo (Südtirol) 511
 — — — — vom Mte. Somma (Vesuv) 495
 — — — — vom Mte. Taylor, Victoria (Australien) 508
 — — — — vom Monzoni (Südtirol) 502
 — — — — von Mourne Mountains (Irland) 506
 — — — — von Mursinska (Ural) 508

- Orthoklas, Analyse des — von
 Narsasuk (Grönland) 514
 — — — — von Naturns (Tirol) 506
 — — — — von Neapel 500
 — — — — von Neudeck in Schle-
 sien 491
 — — — — von North Burgess,
 Lanark Co. (Canada) 500, 514,
 515, 522
 — — — — von North Fowl Lake
 (Minnesota) 505
 — — — — vom Oberen See (Michi-
 gan) 491
 — — — — von Obsidian-Cliff
 (Yellowstone Nat. Park) 514
 — — — — vom Ockertal (Harz) 503,
 508
 — — — — von der Ogden Mine,
 Sussex Co. (N. Jersey) 524
 — — — — von Quadro Ribeiras
 (Terceira, Azoren) 522, 523
 — — — — von Pantelleria 519, 520, 522
 — — — — von Pappelsberg
 (Siebengebirge) 516
 — — — — von Papudo in Chile 494
 — — — — von Pargas (Finnl.) 493, 500
 — — — — von Peaked Butte,
 Crazy Mts. (Montana) 520
 — — — — von Perlenhardt
 (Siebengebirge) 502
 — — — — von Perosa Argentina,
 Chisonetal 490
 — — — — von Peterculter (Schott-
 land) 497
 — — — — von Pfitsch in Tirol 493
 — — — — von St. Philippe (Vo-
 gesen) 499
 — — — — vom Piano dei Monzoni
 (Südtirol) 502
 — — — — von S. Piero in Campo
 auf Elba 489
 — — — — von S. Pietro (Sar-
 dinien) 512, 515, 516, 523
 — — — — von Pigeon Point
 (Massachusetts) 522
 — — — — von Plombières 502
 — — — — von Poorhouse Quarry,
 Chester Co. (Pennsylvania) 495
 — — — — von Portici 500
 — — — — von Portland (Maine) 522
 — — — — von Porto Scuso (Pan-
 telleria) 519
 — — — — von Portsoy, Banff-
 shire (Schottland) 507, 508
 — — — — von Port Victor
 (Australien) 503
 — — — — von Potash Sulphur
 Spring Region (Arkansas) 515, 516
 — — — — von Praya (Capverden) 522
 — — — — von Predazzo (Südti-
 rol) 500, 502, 503, 511
 — — — — von Promowka, Wol-
 hynien 498
- Orthoklas, Analyse des — von
 Propiano (Corsica) 509
 — — — — von Pyterlacks (Finnl.) 504
 — — — — von Badegara (Ceylon) 499
 — — — — vom Radautal im Harz 415
 — — — — von Rakhalé (Pan-
 telleria) 519
 — — — — von Raschgoun (Algier) 520
 — — — — von Reichenstein in
 Schlesien 497
 — — — — von Remiremont (Vo-
 gesen) 509
 — — — — von Rio de Janeiro
 (Brasilien) 502
 — — — — vom Toal Rizzoni, Mon-
 zoni (Südtirol) 512
 — — — — von Rocca di Cavour
 (Piemont) 492
 — — — — von Rockeskyll (Eifel) 493,
 512
 — — — — von Rock of Stromay,
 Harris (Schottland) 502
 — — — — von Rockville, Bucks
 Co. (Pennsylvanien) 518
 — — — — von Rödö (Schweden) 506
 — — — — von der Rofnaschlucht,
 Hinterrhein 509
 — — — — von Royat (Auvergne) 510
 — — — — von Rubislaw bei Aber-
 deen 503
 — — — — von Samothrake 508
 — — — — von St. Andrews
 (Schottland) 515
 — — — — von S. Antioco (Sar-
 dinien) 517
 — — — — vom St. Gotthard 489,
 494, 496, 509
 — — — — von S. Marco (Pan-
 telleria) 519
 — — — — von S. Miguel (Azoren) 493,
 518
 — — — — von St. Philippe (Vo-
 gesen) 499
 — — — — von S. Piero in Campo
 auf Elba 489, 507
 — — — — von S. Pietro (Sar-
 dinien) 512, 515, 516, 523
 — — — — von São Vicente (Cap-
 verden) 510
 — — — — S. Vico (Ischia) 511
 — — — — von dela Sărărie, N.
 Măcin facută (Dobrudscha) 497
 — — — — vom Sauerbrunnengra-
 ben bei Stainz in Steiermark. 497
 — — — — von Schaitanska (Ural) 507
 — — — — von Schapbach in
 Baden 500, 507
 — — — — von Scharfenberg im
 Siebengebirge 490
 — — — — vom Berg Schelesnaja
 bei Pjatigorsk 524
 — — — — von Schemnitz in
 Ungarn 492

Orthoklas, Analyse des — vom Schieferleiten Erbstollen, Freiberg 498
 — — — — von Schüttenitz bei Leitmeritz in Böhmen . . . 493, 496
 — — — — von Schwarzbach (Schlesien) 498, 499
 — — — — von Schweidnitz in Schlesien 507
 — — — — von Schweighof bei Badenweiler (Schwarzwald) . . . 508
 — — — — von der Insel Sedlovatoj bei Archangels 524
 — — — — von Selb (Fichtelgebirge) 503
 — — — — von Sernitz bei Badenweiler (Schwarzwald) 508
 — — — — von Serra Suit (Grönland) 508
 — — — — von den Shefford Mts. (Canada) 517
 — — — — von Sidori Randazzo (Pantelleria) 519
 — — — — von der Sierra de Tinguaú (Brasilien) 506
 — — — — vom Silberberg bei Bodenmais (Bayern) 491
 — — — — von Skaret bei Fjulsrut (Norwegen) 522
 — — — — von der Solarioquelle (Corsica) 494
 — — — — von Solario (Corsica) . . . 523
 — — — — vom Mte. Somma (Vesuv) 495
 — — — — von Stainzin Steiermark 497
 — — — — von Stemmas im Fichtelgebirge 507
 — — — — von Stirling Hill, Peterhead bei Aberdeen 509
 — — — — von Straschin (Steinbruch) bei Ričan (Böhmen) 491, 507
 — — — — von Strehlenberg bei Markt Redwitz 503
 — — — — von Striegau (Schlesien) 497, 500, 504, 510
 — — — — von Struay Bridge Inn, Rosshire (Schottland) 493, 497
 — — — — von der Struth bei Suhl (Thüringen) 511
 — — — — von Suczava 514
 — — — — von Suhl (Thüringen). 511
 — — — — vom Summit Co. (Colorado). 506
 — — — — von Sungansarsuk (Grönland) 501
 — — — — von Svenör bei Fredericksvörn (Norwegen) 518
 — — — — von der Syrjanowschen Silbergrube, Altai 516
 — — — — von Tanokami Yama in Omi (Japan) 501
 — — — — von Tardree 515
 — — — — vom Mt. Taylor (Victoria, Australien) 508

Orthoklas, Analyse des — von Taymir Land (Rußland) 521
 — — — — von Templetown, Ottawa Co. (Canada) 492
 — — — — von Terceira, Azoren 522, 523
 — — — — von Three Rock Mountains (Irland) 507
 — — — — von Tirschenreuth (Fichtelgebirge) 500
 — — — — von Trewavas Head, Breage 505
 — — — — vom Triberger Wasserfall (Schwarzwald) 502
 — — — — von Tschawka bei Batum (Kleinasien) 518
 — — — — von Tuckers Quarry, Wilmington (Delaware) 505
 — — — — von Tyveholmen 517
 — — — — von Udkiskö, Fredericksvörn (Norwegen) 518
 — — — — von Ula (Norwegen) 519
 — — — — vom Val Maor, Boscampo bei Predazzo 503
 — — — — von Valenciana, Guanajuato 490
 — — — — von Valparaiso (Chile) 512
 — — — — von Vanartsdalen, Bucks Co. (Pennsylvanien) . . . 496
 — — — — vom Verugas-Viadukt in Peru 503
 — — — — vom Vesuv 495
 — — — — von São Vicente (Capverden). 510
 — — — — von S. Vico (Ischia) 511
 — — — — von Villeneuve bei Beaulieu (Côte d'Or) 494
 — — — — von Volcano 517
 — — — — von Vossières, Mont Dore 517
 — — — — von der Washington Mine, Davidson Co. (Nord-Carolina) 492
 — — — — vom Wehr am Laacher See 506
 — — — — von Weinheim in Baden 497
 — — — — von Weißenburg (Vogesen) 503
 — — — — von Weissig (Sachsen) 490
 — — — — von Wilmington (Delaware) 506
 — — — — von Wisconsin 521
 — — — — vom Yellowstone National Park 512, 514
 — — — — von Ytterby 498
 — — — — von Zawrat (Tatra) 506
 — — — — von Zissingdorf bei Freystadt (Oberösterreich) . . . 514
 — — — — von Zschidi (Pantelleria) 519
 — — siehe auch Analysen umgewandelter Orthoklase 540

- Orthoklas, Alkalien, Einwirkung auf 531
- Alkaligewinnung aus 574
- Ausdehnungskoeffizienten des 535
- Bildungswärme des 536
- Brechungsquotienten des 534
- chemische Eigenschaften des 529
- als Dünger (Verwertung) 567
- Eisenfeldspat (künstlich) 554
- elektrische Leitfähigkeit des 537
- Formel des 525
- Genesis des 555
- als Hochofenprodukt 553
- kohlen säurehaltiges Wasser, Einwirkung auf 530
- Konstitution des 525
- Leitfähigkeit des 537
- Löslichkeit des 529
- Lösungswärme des 536
- Lumineszenz des 539
- Natriumhydrat, Einwirkung von 532
- Natroncarbonat, Einwirkung von 532
- physikalische Eigenschaften des 533
- Pyroelektrizität des 535
- Säuren, Einwirkung von 530
- seltene Bestandteile des 527
- Spaltung des — in Alkali und Kalktonerdesilicate 569
- Stabilitätsfeld des 555
- Strukturformel des 527
- Synthese des 550
- — auf nassem Wege 552
- — unter hohem Druck 556
- — aus Schmelzfluß 550
- — in künstlichen Gesteinen 552
- — im Hochofen 553
- — des Eisenfeldspates 554
- Umwandlung des 539
- — künstliche 549
- — natürliche 599
- — — Analysen 540
- — — Analyse des — vom Auerberg bei Stollberg (Harz) 542
- — — — von Chemnitz (Sachsen) 541
- — — — von Elbingerode 542
- — — — von Epprechtstein im Fichtelgebirge 548
- — — — von Freiberg (Sachsen) 541
- — — — von Gießhübel in Böhmen 546
- — — — von Huel Coates 547
- — — — von Ilmenau in Thüringen 543
- — — — von Karlsbad in Böhmen 546
- — — — von Kirchboden 542
- — — — von Lomnitz in Schlesien 540
- — — — vom Tal der geraden Lutter im Harz 542
- — — — von Moëna bei Predazzo (Südtirol) 545
- — — — vom Mühlental bei Elbingerode 542
- Orthoklas, Umwandlung des — von Predazzo in Südtirol 545
- — — — vom Raubschlößchen bei Weinheim 542
- — — — von Stollberg im Harz 542
- — — — vom Talfertal bei Kirchboden 542
- — — — von Tirschenreuth im Fichtelgebirge 548
- — — — von Weinheim 542
- — — — von der Wilhelmsleite bei Ilmenau (Thüringen) 543
- Umwandlung in Analcim 545
- — in Kaliglimmer 540
- — in Kaolin 546
- — in Mesotyp 546
- — in Pinitoid 541
- — in Zinnerz 547
- Verwertung, chemisch-technische des 567
- — Alkaligewinnung 574
- — als Dünger 567
- — Phosphat-Feldspatverarbeit ung 577
- — zur Tonerdegewinnung 574
- — als Zement 569
- Wasser, Einwirkung auf 529
- Zementbereitung aus 569
- Ouvarovit (Uwarowit) (siehe Kalkchromgranat) 913
- Oxalatsodalith 281
- Oxydmeionit (siehe Skapolith) 1005
- Pagodit** (siehe Pyrophyllit) 120
- Painterit** (siehe Biotit-Vermiculit) 730
- Analysen des 730
- Formel des 733
- Konstitution des 733
- Palygorskitgruppe** 671
- α -Palygorskit (Lasallit)** 671
- Analysenzusammenstellung des 671
- — Analyse des — von Can-Pey, Pyrénées-Orient. (Frankreich) 671
- — — — von Meyssonial en Mercoeur (Haute Loire) 671
- — — — von Miremont, Souliac 671
- — — — von der Palygorskitischen Distanz, Perm (Rußland) 671
- Eigenschaften des 671, 675
- Formel des 671
- Genesis des 676
- Konstitution des 675
- β -Palygorskit** 672
- Analysenzusammenstellung des 672
- — Analyse des — vom St. Anna-gletscher (Schweiz) 673
- — — — von Bleiberg in Kärnten 673
- — — — von Brünn in Mähren 673
- — — — von Cabrach (Schottland) 673

- β -Palygorskit, Analyse des —
 von Chabarskoe, Gouv. Nijni
 Nowgorod (Rußland) 672
 — — — von Dognaczka im
 Banat (Ungarn) 673
 — — — vom Dvoretzkischen
 Bergwerk bei Petrosawodsk (Ruß-
 land) 672
 — — — von Gorbatow, Gouv.
 Nijni Nowgorod (Rußland) . . . 672
 — — — vom St. Gotthard
 (Schweiz) 673
 — — — von der Kadaiskischen
 Grube, Transbaikalien 672
 — — — von Lei-Po-Ting
 (China) 673
 — — — von Mekowodka, Gouv.
 Nijni Nowgorod (Rußland) . . . 672
 — — — von Mies (Böhmen) . . . 673
 — — — von New Brunswick,
 New Jersey, N.-Amerika 673
 — — — von Nijni Nowgorod
 (Rußland) 672
 — — — von Petrosawodsk
 (Rußland) 672
 — — — vom Rancho de Ahua-
 catillo, Michoagan (Mexico) . . . 673
 — — — vom St.-Anna-Glet-
 scher (Schweiz) 673
 — — — vom St. Gotthard
 (Schweiz) 673
 — — — von Stansvik, Finnland 672
 — — — von Swanton in Ver-
 mont, U. St. A. 673
 — — — von Sympheropol in der
 Krim (Rußland) 672
 — — — von Tayport, Schott-
 land 673
 — — — vom Zillertal in Tirol 673
 — Dehydration des 676
 — Eigenschaften des 675
 — Formel des 672
 — Genesis des 676
 — Konstitution des 675
 — Wassergehalt des 676
 Parachlorite (siehe Biotit-Vermi-
 culit-Lennilit) 731
 Paradoxit (siehe Orthoklas) 488
 Paragonit (siehe Natronglimmer). 376
 Paralogit (siehe Skapolith) 1004
 — Analyse des 1008
 Paramontmorillonit 140
 Paranthin (siehe Skapolith) 1004
 — Analyse des 1037
 Pattersonit (siehe Biotit-Vermi-
 culit). 733
 — Analyse des 733
 Pechgranat (siehe Calcium-Ferri-
 granat) 892
 Pegmatolith (siehe Orthoklas) . . . 488
 Pelikanit (siehe Cimolite) 123
 Pennin (siehe Orthochlorit) 635
 — Analysen des 642, 643, 644, 645, 648
 Peplolith (siehe Umwandlung des
 Cordierits) 623
 — Analyse des 625
 Perchloratsodalith 278
 Percivalit 342
 Periklin (siehe Albit) 382
 Peristerit (siehe Albit) 382
 — Analysen des 395
 Perlglimmer (siehe Margarit) . . . 1044
 Permutit 375
 Perthit (siehe Orthoklas) 488
 Petalit 205
 — Analysenzusammenstellung des . 205
 — Eigenschaften des 206
 — Formel des 205
 — theoretische Zusammensetzung
 des 206
 Phacelit (siehe Phakelit) 409
 Phakelit 409
 — Analysen des 409
 — Eigenschaften des 410
 — Formel des 409
 — kiesel-saure Alkalien, Einwirkung
 auf 414
 — Synthesen des 410
 — — auf nassem Wege 413
 — — aus Schmelzfluß 410
 — Umwandlung des 414
 Phengit (siehe Muscovit) 418
 — Analysen des 428
 — Konstitution des 434
 Philadelphit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 685
 Phlogopit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 682, 686
 Phodiolith (siehe Biotit) 680
 Pholerit (siehe Kaolin) 125
 Phosphatsodalith 280
 Phyllochlo-
 rit (siehe Orthochlo-
 rite) 636
 — Analyse des 650
 Picranalcim (siehe Analcim) 352
 Piedmontit (siehe Piemontit) 860
 Piemontit 860
 — Analysen des 860
 — Eigenschaften des 861
 — seltene Erden im 860
 Pikro-Epidot 858
 α -Pilolith 674
 — Analysen des 674
 — Eigenschaften des 675
 — Formel des 674
 — Genesis des 676
 — Konstitution des 675
 β -Pilolith 675
 — Analysen des 675
 — Eigenschaften des 675
 — Formel des 675
 — Genesis des 676
 — Konstitution des 675
 Pinguit (Varietät des Nontronits) 149, 154
 Pinit 446
 — Analysenzusammenstellung des . 446

- Pinit, Analysenzusammenstellung
 eisenarmer 446
 — eisenreicher 447
 — Eigenschaften des 448
 — Formel des 447, 448
 Pinitoid 448
 — Analysen des 449
 — Eigenschaften des 449
 Pistazit (siehe Epidot) 808
 — Analysen des 814
 Plinthis 157
 Pollucit (siehe Pollux) 580
 Pollux 580
 — Analysenmethode; siehe Bd. I,
 S. 560 und in Bd. IV.
 — Analysen des 580
 — Chlorammonium, Einwirkung auf
 Eigenschaften des 581
 — Formel des 581
 — Genesis des 582
 Polyadelphit (siehe Calcium-Ferri-
 granat) 892
 — Analysen des 896, 902
 Polyargit (siehe Anorthit) 979, 992
 — Analysen des 992
 Polychroilit (siehe Umwandlung
 des Cordierits) 623
 — Analyse des 625
 Polyolithionit 456
 — Analyse des 456
 — Eigenschaften des 457
 — Formel des 457
 Porzellan 94
 — Arten des 95
 — Ausdehnung des 119
 — Brennen des 113
 — Definition des 94
 — Dichte des 118
 — Eigenschaften des 117
 — Elektrizitätsleitfähigkeit des 119
 — Fabrikationsgang des 111
 — Farbe des 118
 — Festigkeit des 118
 — Gemische aus zwei Komponenten 108
 — Gemische aus drei Komponenten 111
 — Härte des 118
 — Hartporzellan 95
 — Herstellung des 98
 — — Einwirkung der Rohmaterialien
 bei der 108
 — Rohmaterial des 98
 — — Feldspat 104
 — — Analysen 104
 — — Eigenschaften 105
 — — Kaolin 98
 — — Analysenmethode des 99
 — — chemische Zusammen-
 setzung des 99
 — — keramisches Verhalten des 101
 — — mineralische Zusammen-
 setzung des 98
 — — Schmelzpunkt des 103
 — — Glimmer 109
 Porzellan, Rohmaterial des —
 Magnesit 110
 — — Marmor 110
 — — Quarz 106
 — — Eigenschaften des 106
 — Wärmeleitfähigkeit des 119
 — Weichporzellan 96
 — Widerstandsfähigkeit, chemische
 des 120
 Porzellanerde 98
 Porzellanerde (Skapolith) 1032
 Porzellanit (siehe Skapolith) 1004
 — Analysen des 1012
 Praseolith (siehe Umwandlung des
 Cordierits) 623
 — Analyse des 625
 Pregratit (siehe Natriumglimmer) 376
 Prehnit 915
 — Analysenzusammenstellung des 915
 — — Analyse des — von Angaraes
 (Peru) 916
 — — — von Cala francese (Insel
 Maddalena) 917
 — — — vom Cipreses-Fluß
 (Peru) 918
 — — — von Cornwall (Pennsyl-
 vanien) 918
 — — — von Dumbarton
 (Schottland) 916
 — — — von Elba 917
 — — — vom Fassatal (Südsto-
 tirol) 916
 — — — von Figline (Toscana) 915
 — — — von Franklin Furnace
 (New Jersey) 916
 — — — von Friedersdorf bei
 Marburg a. d. Lahn 916
 — — — von Glasgow 916
 — — — von Glen Glairn (Schott-
 land) 917
 — — — von Globenstein (Schle-
 sien) 915
 — — — von Helsingfors (Finn-
 land) 916
 — — — von Inpruneta (Tos-
 cana) 915
 — — — von Jordansmühl (Schle-
 sien) 915, 917
 — — — von Lower California
 (Mexico) 916
 — — — von der Insel Maddalena 917
 — — — vom Minussinkschen
 Kreis, Gouv. Jennisei 917
 — — — von Montecatini (Tos-
 cana) 916, 917
 — — — von Münster a. Stein 915
 — — — vom Norheimer Eisen-
 bahntunnel bei Münster a. Stein 915
 — — — von Patterson (New
 Jersey) 918
 — — — vom Radautal (Harz) 918
 — — — von Ratschings (Tirol) 915, 917

Prehinit, Analyse des — vom Rio de los Cipreses (Peru) 918
 — — — — von Rockhill Bucks (Pennsylvanien) 917
 — — — — von Rodaito (Peru) 918
 — — — — von Striegau (Schlesien) 915
 — — — — von Upsala (Schweden) 917
 — Brechungsquotienten des 920
 — chemische Eigenschaften des 920
 — Formel des 918
 — Genesis des 921
 — Konstitutionsformel des 920
 — physikalische Eigenschaften des 920
 — Schmelzen des 921
 — theoretische Zusammensetzung des 918
 — Umwandlung des 921
 — künstliche 922
 — Vorkommen des 921
 — Wassergehalt des 919
 Prehinitoid (siehe Skapolith) 1004
 — Analyse des 1009
 Prismatin 631
 — Analysen des 631
 — Eigenschaften des 633
 — Formel des 632
 — Umwandlung des 633
 Prochlorit (siehe Orthochlorit) 635
 — Analysen des 647, 648, 649, 650
 Protolithionit 462
 Protonontronit 153
 Protovermiculit (siehe Biotit) 731
 — Analysen des 731
 Pseudobiotit (siehe Biotit) 680
 Pseudoleucit (umgewandelter Leucit) 476
 Pseudonephelin 228
 Pseudophit (siehe Orthochlorite) 636
 — Analysen des 640, 643, 645
 Pseudosommit (siehe Pseudonephelin) 228
 Pterolith (siehe Biotit) 680
 Puschkinit (siehe Epidot) 808
 — Analysen des 816, 820
 Pykmit (siehe Topas) 19
 Pyknophyllit (siehe Muscovit) 418
 Pyrargillit (siehe Umwandlung des Cordierit) 623
 — Analyse des 625
 Pyrauxit (siehe Pyrophyllit) 120
 — siehe auch Aluminiumsilicate, wasserhaltige, einfache
 Pyrenacit (Calcium-Ferrigranat) 892
 Pyrop 603
 — Analysenzusammenstellung des 603
 — — Analyse des — von Arendal 605
 — — — — vom Cap (Süd-Afrika) 604, 605
 — — — — vom Colorado-River (Arizona) 605
 — — — — aus den Diamantfeldern von Süd-Afrika 604, 605

Pyrop, Analyse des — von Elie in Schottland 603
 — — — — von Elliot Co., Kentucky 603
 — — — — von Sta. Fé, Mexico 605
 — — — — von Greifendorf in Schlesien 603
 — — — — von Jagersfontain (Cap) 604
 — — — — von der Kimberleygrube (S.-Afrika) 604
 — — — — von Krems bei Budweis in Böhmen 603
 — — — — aus der Louis von Savoyen-Gruppe (Ruwenzori) 604
 — — — — von Meronitz in Böhmen 603, 604
 — — — — von Mukerob (S.-W.-Afrika) 604
 — — — — von der Reutemühle 603
 — — — — von den Ruwenzori 604
 — — — — von Santa Fé (Mexico) 605
 — — — — von Tribliz in Böhmen 603
 — — — — von Zöblitz 603
 — Brechungsquotienten des 607
 — chemische Eigenschaften des 607
 — Chromgehalt des 607
 — eisenarme 603
 — eisenreiche 605
 — Formel des 605
 — Genesis des 613
 — physikalische Eigenschaften des 608
 — Radiumstrahlen, Einwirken auf 608
 — Schmelzen des 608
 — Umwandlung des 608
 — — in Chlorit 610
 — — in Kelyphit 608
 — — in Pennin 612
 — — Analysen umgewandelter 608
 — Vorkommen 613
 Pyrophyllit 120
 — Analysenzusammenstellung des 120
 — Eigenschaften des 123
 — Formel des 123
 — Synthese des 123
 — siehe Aluminiumsilicate, wasserhaltige, einfache
 Pyrophysalit (siehe Topas) 19
 Pyrorthit (siehe Orthit) 863
 Pyroxene, zur Formel der 674
 Pyrrholith (siehe Anorthit) 979

Rabenglimmer (siehe Zinnwaldit) 458
 — (siehe Biotit) 680
 Ranit (siehe Hydronephelit) 307
 — Analysen 308
 Rastolith (siehe Biotit) 680
 — Analyse des 704
 Raunit (siehe Umwandlung des Cordierits) 623
 — Analyse des 625
 Razumoffskyn 42, 123
 — Wassergehalt des 42

- Rectorit 141
 — Analysen des 141
 — Eigenschaften des 142
 — Formel des 142
 Rhätizit (siehe Disthen) 10
 Rhodochrom (siehe Orthochlorit). 636
 — Analysen des 639, 642
 Rhodusit 333
 Rhyakolith (siehe Orthoklas) 488
 Riemannit (siehe Allophan) 137
 Ripidolith 636
 Riponit (siehe Skapolith) 1004
 — Analyse des 1013
 Rodophyllit 636
 Rohkaolin 98
 Romanzowit (siehe Calcium-Alu-
 miniumgranat) 882
 — Analyse des 885
 Rosit-Rosellan (siehe Anorthit) 979
 — Analyse des 981
 Rosterit (siehe Beryll) 598
 Rothoffit (siehe Calcium-Ferri-
 granat) 892
 Rowlandit 169
 Rubellan (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 684
 Rubellit (siehe Turmalin) 749
 Rubidiumfeldspat (künstlich) 556
 Rubidiumsilicate 582
 Rumpfit (Orthochloritvarietät) 636, 665
 — Analyse des 665

Samoit 60
 Sanidin (siehe Orthoklas) 488
 — Konstitution des 60
 Sapphirin 628
 — Analyse des 628
 — Eigenschaften des 629
 — Formel des 629
 Sarkolith 1037
 — Analysen des 1037
 — Eigenschaften des 1038
 — Formel des 1037
 — Genesis des 1039
 — Synthese des 1039
 Saualpit (siehe Zoisit) 791
 Savit (siehe Natrolith) 311
 Schörl (siehe Turmalin) 749
 Schorlomit (siehe Calcium-Ferri-
 granat) 892
 — Analysen des 904
 Schrötterit 37, 143
 — Analysen 37, 143
 — Eigenschaften des 142
 — Formel des 142
 — Konstitution des 60
 — Wassergehalt des 42
 Schuchardt (siehe auch Ortho-
 chlorite) 636
 — Analysen des 666
 Scorza (siehe Epidot) 808
 Selenatsodalith 279
 Selensodalith 278
 Seltene Erden, Silicate der 165
 — Analysengang der 165
 — Borosilicate der 185
 — einfache der 166
 — zusammengesetzte der 172
 Selwynit 163
 Sericit (siehe Muscovit) 418
 Severit 43
 Seybertit 1053
 — Analysen des 1053
 — — magnesiumreiche 1053
 — — magnesiumarme 1054
 — Eigenschaften des 1055
 — Formel des 1054
 — Konstitution des 1055
 — Vorkommen des 1055
 Sheridanit (siehe Orthochlorit) 639
 — Analyse des 639
 Sibirit (siehe Turmalin) 749
 Siderophyllit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 694, 700
 Silberbisulfidsodalith 283
 — siehe Ultramarin.
 Silberultramarin (künstliches) 296
 Silicate der seltenen Erden 165
 — Analysengang der 165
 — Borosilicate 185
 — einfache Silicate der seltenen
 Erden 166
 — Komplexe 172
 Silicate dreiwertiger Metalle 1
 Silicate, Komplexe von Aluminium
 (Eisen) mit einwertigen Alkali-
 metallen 193
 Sillimanit 14
 — Analysenzusammenstellung 14
 — Eigenschaften 15
 — Synthese 16
 — zufällige Bildung 16
 Simlait (siehe Meerschalmunit) 129
 Sinopische Erde 158
 Sinopit 158
 Skapolith 1003
 — Analysenmethode des — siehe im
 allgemeinen Artikel Bd. I S. 560.
 — Analysenzusammenstellung des 1004
 — — Analyse des — von Aarvold
 (Norwegen) 1015
 — — — — von Arendal. 1006, 1007,
 1013, 1014
 — — — — von Ariège 1016
 — — — — vom Baikalsee 1008
 — — — — von Bathurst (Ca-
 nada) 1012
 — — — — von Becksäter, Kirch-
 spiel Drothen (Ostgotland) 1009
 — — — — von Bolton (Massa-
 chusetts) 1011, 1016
 — — — — von Boxborough
 (Massach.) 1015
 — — — — von Breno in der Ada-
 mellogruppe 1005

Skapolith, Analysen des — von
 Bucks Co. (Pennsylv.) 1010
 — — — — von Enterprise, Ontario (Canada) 1017
 — — — — von Ersby (Finnland) 1007, 1009, 1013, 1016
 — — — — von Franklin (N. Jersey) 1011
 — — — — von French Creek, Chester Co. (Pennsylv.) 1015
 — — — — von Gouverneur, St. Lawrence Co. (N. York) 1010, 1013, 1014
 — — — — von Grass Lake (N. York) 1015, 1016
 — — — — von Haliburton 1016
 — — — — von Hesselkulla bei Orebro (Schweden) 1008, 1015, 1018
 — — — — von Hirvensale (Finnland) 1009
 — — — — von Husab, Herrero-land 1014
 — — — — von Kalpivaara (Schweden) 1016
 — — — — vom Laacher See (Eifel) 1006, 1017
 — — — — von Laurinkari (Finnland) 1016
 — — — — von Lewis, Diana Co. (N. York) 1010
 — — — — von Libarens, südlich von Mauléon (Basses Pyrén.) 1005
 — — — — von Macomb (N. York) 1015
 — — — — von Malsjö, Wermland (Schweden) 1007, 1013, 1014
 — — — — von Miask (Ilmen-gebirge (Ural) 1007
 — — — — von Miltown bei Glen Urquhart (Rock-Shire) 1006
 — — — — von Mineral Spring, Easton (Pennsylv.) 1014
 — — — — vom Mte. Somma (Vesuv) 1015
 — — — — vom Monzoni (Le Selle), Südtirol 1006
 — — — — von Mühlfeld, nieder-österreich. Waldviertel 1018
 — — — — von Oberzell bei Passau 1012
 — — — — von Olsbo (Froland) 1018
 — — — — von Pargas in Finnland) 1007, 1008, 1009, 1010, 1013, 1014
 — — — — von Perth, Lanark Co. 1011
 — — — — von Petteby, Kirchspiel Pargas (Finnland) 1007
 — — — — von Pierrepont (N. York) 1015
 — — — — von der Potmine, Herrero-land 1014
 — — — — von Pouzac, Bagnères de Bigorre (Hautes Pyrén.) 1005, 1012, 1014

Skapolith, Analyse des — von
 Ripon, Ottawa Co. (Canada) . . 1013
 — — — — von Saleix, Départ. Ariège 1012
 — — — — von der Sierra de Ejutla, Oaxaca (Mexico) 1014
 — — — — von Sjösa, Kirchspiel Swarta (Schweden) 1009
 — — — — vom Sljudjanka-Fluß (Baikalsee, Transbaikalien) . . 1008, 1013
 — — — — von Solberg 1009
 — — — — von Stansvik in Finn-land 1007
 — — — — von Storgard, Pargas (Finnland) 1009
 — — — — von Tiree (Schottland) 1006
 — — — — von Titaii, Lojo (Finnland) 1015
 — — — — von Ulriksaborg bei Helsingfors (Finnland) 1007
 — — — — vom Vanarstdalm Steinbruch, Buchs Co. (Pennsylv.) 1014
 — — — — vom Vesuv 1006, 1015, 1016
 — — — — von Zopilote, Oaxaca (Mexico) 1014
 — Brechungsquotienten des 1027
 — chemische Eigenschaften des . 1026
 — Dichte und chemische Eigen-schaften des 1027
 — Formel des 1018
 — Genesis des 1036
 — Konstitution des 1019
 — Konstitutionsformel des 1019
 — Löslichkeit des 1026
 — optische Eigenschaften des . . 1027
 — physikalische Eigenschaften des — Schmelzpunkt des 1026
 — spezifische Wärme des 1030
 — Synthese des 1034
 — Umwandlung des 1031
 — — Analysen umgewandelte . . 1032
 — — künstliche 1033
 — Vorkommen des 1036
 Skolopsit 262
 Sloanit (siehe Natrolith) 315
 Smaragd (siehe Beryll) 584
 Smektit (Malthazit) 37, 140
 — Analysen des 37, 40
 — Eigenschaften des 140
 — Löslichkeit des 41, 47ff.
 — Wassergehalt des 46
 Sodalith 230
 — Analysenmethode siehe Bd. I in dem allgemeinen Artikel S. 560.
 — Analysenzusammenstellung . . . 231
 — Analyse des — von Arendal . . 231
 — — — — von Arö (Klein-Arö) . . 231
 — — — — vom Baikalsee 231
 — — — — von Ditró 231

- Sodalith, Analyse des — von Grönland 231
 — — — vom Hastings Co., Ontario (Canada) 232
 — — — vom Ice River bei Kicking Horse Pass (British Columbia) 232
 — — — von Kishengarh (Rajputana), Indien 233
 — — — von Kicking Horse Pass (British Columbia) 232
 — — — vom Kongostaat 233
 — — — von Litchfield 232
 — — — von Miasc (Ural) 231
 — — — vom Monte Santo 230
 — — — vom Monte Somma 233
 — — — von Montreal 232
 — — — von Salem (Massachusetts) 232
 — — — von der Scaraputta 230
 — — — von der Somma (Vesuv) 233
 — — — von Square Butte (Montana) 232
 — — — von Tiahuanaco (Bolivia) 233
 — — — von Turkestan 231
 — — — vom Vesuv 230
 — — — von Viterbo 230, 233
 — Analysen umgewandelter 245
 — Brechungsquotienten des 238
 — Eigenschaften des 237
 — Formel des 234
 — Genesis des 246
 — Konstitution des 235
 — molybdänhaltiger (siehe auch Molybdosodalith) 234
 — Synthese des 239
 — — durch nassen Weg 240
 — — durch Schmelzfluß 239
 — theoretische Zusammensetzung des 234
 — Umwandlung des 242, 245
 — — künstliche 242
 — — natürliche 245
 Sodalithe (Sodalithhydrate, künstliche) 277
 — Acetatsodalith 281
 — Allgemeines 277
 — Arseniatsodalith 280
 — Arsenitsodalith 279
 — Bleibisulfitsodalith 283
 — Boratsodalith 281
 — Bromidsodalith 277
 — Calciumbromidsodalith 282
 — Chloratsodalith 277
 — Chromsodalith 278
 — Dimesojodatsodalith 278
 — Formiatsodalith 281
 — Hydroxydsodalith 280
 — Hyposulfitsodalith 280
 — Jodidsodalith 277
 — Kaliumsodalith 282
 — Lithiumsodalith 282
 Sodalithe, Mesobromsodalith 277
 — Metasilicatsodalith 281
 — Molybdatsodalith 279
 — Nitratsodalith 279
 — Oxalatsodalith 281
 — Perchloratsodalith 278
 — Phosphatsodalith 280
 — Selenatsodalith 279
 — Selensodalith 278
 — Silberbisulfidsodalith 283
 — Sulfidsodalith 278
 — Vanadinatsodalith 280
 — Wolframsodalith 279
 — Zinnbisulfidsodalith 283
 Sodalith-Hauynggruppe 229
 Sommervillit (siehe Melilith) 954
 Sonnenstein (siehe Orthoklas) 488
 Sotiolith (siehe Hisingerit) 146
 Sphragid (siehe Cimolite) 123
 Spodiophyllit 668
 — Analyse des 669
 — Eigenschaften des 669
 — Formel des 669
 α -Spodumen 196
 — Analysen des 196
 — — umgewandelter 201
 — Analysen des Kunzits 197
 — Brechungsquotienten des 198, 199
 — Eigenschaften des 198
 — Färbemittel des 100
 — Formel des 198
 — Genesis des 204
 — Pseudomorphosen nach 201
 — Radioaktivität des 199
 — Schmelzpunkt des 200
 — Strahlungen, Einwirkung von 199
 — Synthese des 194, 204
 — Umwandlung des 200
 — — künstliche 203
 — siehe auch Aglait und Cymatolith.
 β -Spodumen 194, 201
 γ -Spodumen 194, 204
 Spreustein (siehe Hydronephelit) 307
 — (siehe auch Natrolith) 311
 — Analysen 308, 315, 317
 Sprödglimmer 1043
 Steangylit 43
 — Wassergehalt des 33
 — (siehe auch Montmorillonit) 138
 Steinmark 38
 — Analysen des 48
 — siehe auch bei Kaolin 125ff.
 Stilpnochloran 157
 Stilpnomelan 636
 Stolpenit (siehe Montmorillonit) 138
 Strahlstein, glasiger (siehe Epidot) 808
 Strigovit (Leptochlorit) 636
 Strogonowit (siehe Skapolith) 1004
 — Analyse des 1013
 Strontianorthit (künstlich) 999
 Succinit (siehe Calcium-Aluminiumgranat) 882

Sulfatmarialith (siehe Skapolith) 1005
 — chemische Zusammensetzung des 1023
 Sulfatmeionit (siehe Skapolith) 1005
 — chemische Zusammensetzung des 1023
 Sulfitsodalith 278
 Sundvikit (siehe Anorthit) 979, 993
 — Analyse des 987

Tabergit (siehe Orthochlorite) 636
 — Analysen des 642, 648
 Talkchlorit (siehe Orthochlorite) 636
 — Analyse des 647, 648
 Talkosit 144
 Taltalit (siehe Turmalin) 749
 Tankit (siehe Anorthit) 979, 992
 — Analyse des 985
 Tantholit (siehe Orthit) 863
 Teratolith 129
 Termierit 145
 Thalenit 170
 — Analysen des 170
 — Formel des 171
 — Vorkommen des 171
 Thallit (siehe Epidot) 808
 Thalliumleucit (künstlich) 473
 Thiorsait (siehe Anorthit) 979
 — Analysen des 985, 986
 Thortveitit 191
 Thraulith 149
 Thulit (siehe Zoisit) 791
 — Analysen des 796
 Thuringit (Leptochlorit) 636
 Titanocerit (siehe Anhang zum Cerit) 168
 Tonerdeisenstein 41
 — Löslichkeit des 41, 47
 — Wassergehalt des 44
 Tonminerale (siehe Aluminiumsilicate, wasserhaltige) 30
 — eisenhaltige 157
 Tonsubstanz, keramische 98
 Topas 19
 — Analysenmethode siehe Bd. I bei der allgemeinen Übersicht.
 — Analysenzusammenstellung des 19
 — — Analyse des — von Aduntschilon (Sibirien) 19
 — — — — von Altenberg (Sachsen) 20
 — — — — von Borneo 21
 — — — — von Colorado 21
 — — — — aus dem Fichtelgebirge 21
 — — — — von Finbo (Schweden) 20
 — — — — von Florissant (Colorado) 21
 — — — — von Ivigtut (Grönland) 21, 29
 — — — — von Japan 21
 — — — — von Miasc (Ural) 20

Topas, Analyse des — von Minas Geräes (Brasilien) 19, 20, 21
 — — — — von Mudgee (N. S. Wales) 21
 — — — — von Nathrop (Colorado) 20
 — — — — von New England (N. S. Wales) 21
 — — — — von Schlaggenwald (böhm. Erzgebirge) 19
 — — — — vom Schneckenstein (Sachsen) 19, 20, 21
 — — — — vom Shoalhavendistrikt (N. S. Wales) 21
 — — — — von Stoneham (Maine) 20, 29
 — — — — von Tasmanien 20
 — — — — von Tenagari 20
 — — — — von Trumbull, Fairfield Cy. (Connect.) 19
 — — — — von Utah 20
 — — — — vom Wolframit-Topaz Lode bei Tin Creek (Amerika) 21
 — — — — von Zinnwald (Böhmen) 19
 — Analysen umgewandelter 28
 — Ausdehnung durch die Wärme 24
 — Brechungsquotienten des 24
 — Eigenschaften des 24
 — Elektrizitätsleitung des 25
 — Färbemitte des 27
 — Flüssigkeitseinschlüsse des 26
 — Formel des 22
 — Genesis des 29
 — Konstitution des 22
 — Lumineszenz des 25
 — Pyroelektrizität des 26
 — Radiumstrahlen-Einwirkung auf 26
 — Röntgenstrahlen-Einwirkung auf 26
 — Strahlen-Einwirkung auf 26
 — Synthese des 27
 — Temperaturerhöhung-Einwirkung 27
 — Umwandlung des 28
 — — Analysen umgewandelter 28
 Topazolith (siehe Calcium-Ferri-granat) 892
 — Analyse des 893
 Trichroit (siehe Cordierit) 614
 Triphan (siehe Spodumen) 196
 Tritomit 189
 — Analysen des 189
 — Eigenschaften des 190
 — Formel des 190
 Tschermakit (siehe Albit) 382
 — Analysen des 396
 Tuesit (siehe Kaolin) 125
 Turmalin 749
 — Analysenmethode des 736
 — — Alkalibestimmung 737
 — — Borsäurebestimmung 744
 — — Borsäureschmelze 739
 — — Borsäureverflüchtigung 746
 — — Eisenoxydulbestimmung 747
 — — Fluorbestimmung 746
 — — Magnesiumboratmethode 744

- Turmalin, Analysenmethode des,
 Soda-Pottascheschmelze 736
 — — Sodaschmelze 736
 — — Wasserbestimmung 748
 — — Analysezusammenstellung des 750
 — — Analyse des — von Mc Affee
 (New Jersey) 751
 — — — von Alabaschka (Sibi-
 rien) 757
 — — — von Andreasberg (am
 Harz) 758
 — — — von Antaboko (Mada-
 gaskar) 761
 — — — von Antsongombato
 (Madagaskar) 761
 — — — von Arondale (Dela-
 ware Co.) 767
 — — — von Asinara (Sar-
 degna) 755
 — — — von Auburn (Maine) 757,
 759, 760
 — — — von Balls Steinbruch,
 Newlin, Chester Co. (Pennsylv.) 762
 — — — von Barrado Perahy
 (Brasilien) 760
 — — — von Mount Bischoff,
 Tasmanien 755
 — — — von Bovey Tracy (De-
 vonshire) 756
 — — — von Brasilien (ohne
 nähere Bez.) 756, 759, 760, 762
 — — — von Buchworth
 (Australien) 757
 — — — von Buskill Creek bei
 Easten (Pennsylv.) 753
 — — — von Campo longo
 (Schweiz) 759
 — — — von Capvera (Sardi-
 nien) 760
 — — — von Ceylon 751, 752
 — — — von Chesterfield (Maine) 759
 — — — von Cofax, Nevada Co.
 (Californien) 751
 — — — vom Piz Cotschen
 (Unterengadin) 756
 — — — von Czuba Goryczkova
 (Tatra) 754
 — — — von Dekalb (New Jer-
 sey) 750, 751, 756
 — — — von S. Diego (Calif-
 ornien) 759
 — — — von Dobrowa (Kärnten) 751
 — — — von Eibenstock 752
 — — — von Elba 753, 756, 757,
 759, 761, 762
 — — — von Etchison, Mont-
 gomery Co. (Maryland) 764
 — — — von Goodhab (Grön-
 land) 753
 — — — von Goshen (Massa-
 chusetts) 757
 — — — vom St. Gotthard 755
- Turmalin, Analyse des — von
 Gouverneur (New York) 750
 — — — von Haddam (Connec-
 ticut) 753
 — — — von Haddam Nek (Con-
 necticut) 760
 — — — von Hamburg (New
 Jersey) 750
 — — — von Havredal (Nor-
 wegen) 753
 — — — vom Kolar Goldfeld im
 Staat Mysore (Indien) 764
 — — — von Kopa Kondracka
 (Tatra) 754
 — — — von Krumbach (Steier-
 mark) 756
 — — — von Krummau (Böh-
 men) 755
 — — — von Kuhrau (Böhmen) 763
 — — — von Langenbielau 755
 — — — von Little Carclaze 764
 — — — von Lost Valley (Calif-
 ornien) 757
 — — — von Mc Affee (New Jer-
 sey) 751
 — — — von Macomb 751
 — — — von Maroando (Mada-
 gaskar) 761
 — — — von Mesa grande (Calif-
 ornien) 761
 — — — von Monroe (Conn.) 752
 — — — von Mount Bischoff
 (Tasmanien) 755
 — — — von Mursinska (Sibi-
 rien) 756, 757
 — — — von Nantic Golf (Baff-
 insland) 755
 — — — von Newlin, Chester Co.
 (Pennsylvanien) 762
 — — — bei der Halbinsel Nieder-
 Californien bei S. Diego 759
 — — — von Ohlapian (Sieben-
 bürgen) 755
 — — — von Orford 752
 — — — von Paris (Maine) 756, 759
 — — — von Piedra blanca (Me-
 xico) 756
 — — — von S. Piero, Elba 756
 — — — von Pierrepont 751, 754
 — — — vom Piz Cotschen
 (Unterengadin) 756
 — — — vom Posten Sonjo (Ost-
 afrika) 752
 — — — von Ramfossen bei Sna-
 rum (Norwegen) 753
 — — — von Ramona (Califor-
 nien) 757
 — — — von Rožena (Mähren) 762
 — — — von Rumford (Maine) 758,
 761
 — — — von Saar (Böhmen) 757
 — — — von S. Diego (Califor-
 nien) 759

- Turmalin. Analyse des — vom St. Gotthard 755
 — — — — von S. Piero (Elba) 756
 — — — — von Sarapulsk bei Mursinska (Sibirien) 757
 — — — — von Schaitansk (Ural) 759
 — — — — von Schüttenhofen (Mähren) 757, 761, 762
 — — — — von Snarum (Norwegen) 753
 — — — — von Sonjo (Ostafrika) 752
 — — — — von Stony Point (Nord-Carolina) 756
 — — — — von Struay Inn, Rosshire (Schottland) 755
 — — — — von Sysstert (Ural) 764
 — — — — von Tamatave (Madagaskar) 753
 — — — — von Tamaya Coquimbo 755
 — — — — von Texas 752
 — — — — von Trevisco (Cornwall) 758
 — — — — von Tsilaisina (Madagaskar) 761, 763
 — — — — von Unity (New Hampshire) 753
 — — — — von der Urulga 759
 — — — — von Waldheim 754
 — — — — vom Zillertal (Tirol) 752
 — Brechungsquotienten des 781
 — chemische Eigenschaften des 778
 — Dielektrizitätskonstanten des 783
 — Färbemittel des 779
 — Formel des 764
 — Genesis des 788
 — Heliumgehalt des 780
 — Konstitution des 764
 — Konstitutionsformeln des 776
 — physikalische Eigenschaften des 778
 — Pyroelektrizität des 784
 — Radioaktivität des 780
 — Radiumstrahlen, Einwirkung auf 780
 — Synthese des 787
 — Umwandlung des 785
 — — in Damourit 785
 — — in Halloysit 786
 — — in Pinit 786
 — — künstliche Umwandlung 787
 — Vorkommen des 788
 — Wärmeleitung des 783
- Uigit 924
- Ultramarin, künstliches 286
 — Alaunbeständigkeit des 287
 — Allgemeines über 295
 — Analysenmethode des 288
 — Auslaugung des Rohblaus 294
 — Beziehungen zum natürlichen 300
 — blaues 298
 — Borultramarin 303
 — Fabrikation des 290
 — Färbemittel des 302
- Ultramarin, Färbekraft des 287
 — Farbton des 287
 — Feinbrennen des 292
 — gelbes 299
 — grünes 298
 — kieselarmes 296
 — kieselreiches 299
 — Körperfinesheit des 287
 — Konstitution des 302
 — Mischungsverhältnisse des Rohmaterials 292
 — Naßmahlen des 294
 — Pressen des 294
 — Radiumstrahlen, Einwirkung auf 303
 — Rohbrennen des 292
 — Rohmaterialien des 290
 — Rohmischung des 292
 — rotes 299
 — Schlemmen des 294
 — Schwefelungsstufen des 297, 305
 — Silberultramarin 296
 — Soda-Schwefelverfahren 291, 294
 — Sulfat-Soda-Schwefelverfahren 291, 293
 — Sulfatverfahren 291, 293
 — Theorie des 304
 — Trocknen des 294
 — weißes 297
- Ultramarin, natürliches (Lasurstein) 284
 — Analysenzusammenstellung des 284
 — Eigenschaften des 285
 — Formel des 285
 — Genesis des 286
 — Synthese des, siehe bei künstlichem Ultramarin 286
- Unghvarit (siehe Nontronit) 149
- Unionit (siehe Zoisit) 791
 — Analyse des 795
- Uralorthit (siehe Orthit) 863
- Uranophan 164
- Uranotil (siehe Uranophan) 164
- Uransilicat 164
- Ussingit 370
- Uwarowit (siehe Kalkchromgranat) 913
- Vaalit (siehe Biotit) 735
- Valencianit (siehe Orthoklas) 488
- Vanadinatsodalith 280
- Vasit (zersetzt Orthit) 872
 — Analysen des 872
- Vermiculit (siehe Biotit) 680
 — Analysen des 730, 731
 — Formel des 733
 — Konstitution des 733
 — siehe auch Protovermiculit.
- Vestanit (Westanit) 144
- Vesuvian (Idokras) 926
 — Analysenmethode des 924
 — Analysenzusammenstellung des 927
 — — Analyse des — von der Achmatowskschen Grube (Ural) 929

- Vesuvian, Analyse des** — von Ala (Piemont) 928, 931, 932
 — — — — von Almeze (Susatal) 930
 — — — — von Almunge bei Upsala (Schweden) 933
 — — — — von Azauzazu bei Concepcion del Oro, Zacatecas (Mexico) 933
 — — — — von Arendal (Kolophonit) 930, 934
 — — — — von Becco della Corbassera, Ala 931
 — — — — von Beresowaja Gora 928
 — — — — von Canzoccoli bei Predazzo (Südosttirol) 928, 931, 932
 — — — — von Concepcion del Oro, Zacatecas (Mexico) 933
 — — — — von Condove (Susatal) 930
 — — — — von Cziklova, Banat (Ungarn) 930, 931, 932
 — — — — von Dognacka, Banat (Ungarn) 928
 — — — — von Eger (Böhmen) 928, 934
 — — — — von Egg (Norwegen) 928, 934
 — — — — von Eker (Norwegen) 928, 934
 — — — — von Elba 930
 — — — — von Franklin-Furnace (New Jersey) 935
 — — — — von Frugard (Finnland) 929, 934
 — — — — von Gleinitz (Schlesien) 929
 — — — — von Glen Gairn, Aberdeen (Schottland) 930
 — — — — von Happy Camp, Siskiyou Co. (Californien) 933
 — — — — von Harstigen 935
 — — — — von Haslau bei Eger (Böhmen) 928, 934
 — — — — von Italian Mountains, Gunnison Co. (Colorado) 935
 — — — — von Johnsberg (Schlesien) 929
 — — — — von Kedabek, Gouvern. Elisabetpol (Kaukasus) 933
 — — — — von Kimito (Finnland) 932
 — — — — von Lupikko (Finnland) 932
 — — — — vom Matterhorn (Schweiz) 932
 — — — — von Monaghan Co. (Irland) 930
 — — — — vom Monzoni (Südosttirol) 928
 — — — — von Newbury (Massachusetts) 931
 — — — — vom Paringu Massiv 933
 — — — — vom Piz Longhin 929
 — — — — von Predazzo (Südosttirol) 928, 931, 932
 — — — — vom Radautal (Harz) 929
- Vesuvian, Analyse des** — von Rio Planu Castangias (Sardinien) 930
 — — — — von Rocca Carbassera 932
 — — — — von Sandford (Maine) 928, 934
 — — — — vom Schmalenberg Radautal (Harz) 929
 — — — — von Selma, Fresno Co. (Californien) 935
 — — — — von Silver Peak (Nevada) 935
 — — — — von South Fork of Indian Creek, bei Happy Camp, Siskiyou Co. (Californien) 933
 — — — — vom Susatal 930
 — — — — von Telemarken 934
 — — — — von Tennberget, Darlarne 934
 — — — — von Tschammendorf (Schlesien) 929
 — — — — von Vatica 935
 — — — — vom Vesuv 932
 — — — — von Wilui (Sibirien) 936, 937
 — — — — von Zermatt (Schweiz) 928, 931, 932
 — — — — Borgehalt des 941
 — — — — Brechungsquotienten des 942
 — — — — chemische Eigenschaften des 942
 — — — — Farbe des 943
 — — — — fluorfreie 931
 — — — — fluorhaltige 934
 — — — — Formel des 937
 — — — — Genesis des 946
 — — — — als Hüttenprodukt 945
 — — — — Konstitution des 940
 — — — — physikalische Eigenschaften des 942
 — — — — Schlackenbildung 935
 — — — — Schmelzen, Verhalten beim 944
 — — — — Schmelzpunkt des 943
 — — — — Synthese des 945
 — — — — Umwandlung des 947
 — — — — künstliche 947, 948
 — — — — natürliche in Kalkgranat 947
 — — — — Vorkommen des 947
 — — — — Viridin (siehe Andalusit) 6
 — — — — Voigtit (siehe Biotit) 680, 734
 — — — — Analyse des 734
- Walkerit** (siehe Smektit) 140
Walluewit (siehe Xanthophyllit) 1056
 — — — — Analysen des 1057
Weichporzellan 96
Weinbergerit 370
 — — — — Analyse des 371
 — — — — Eigenschaften des 371
 — — — — Formel des 371
Weissgit (siehe Orthoklas) 488
Weissit (siehe Umwandlung des Cordierits) 623
 — — — — Analyse des 625

Wernerit (siehe Skapolith) . . . 1037
 — Analysen des 1006
 Westanit (Vestanit) 144
 Willcoxit (siehe Biotit-Vermiculit) 735
 — Analysen des 735
 — Eigenschaften des 735
 Wilsonit (siehe Skapolith) . . . 1004
 — Analysen des 1012
 Wiluit (siehe Vesuvian) 927
 — Analysen des 936
 Wismutsilicate 163
 Withamit (siehe Epidot). 808
 — Analyse des 818
 Wörthit (siehe Sillimanit) 14
 Wolchonskoit 160
 — Analysen des 160
 — Eigenschaften des 161
 — Formel des 161
 — Genesis des 161
 — Synthese des 160
 — Wassergehalt des 160
 Wolframsodalith 279
 Wolkonskoit (siehe Wolchonskoit) 160
 Worobieffit (siehe Beryll) 590
 Würfelzeolith (siehe Analcim) . . 350

Xanthit (siehe Vesuvian) 927
 Xanthophyllit 1056
 — Analysen des 1056
 — Eigenschaften des 1059
 — Formel des 1057
 — Vorkommen des 1059
 — Wassergehalt des 1058
 Xanthorthit (siehe Orthit) 863
 Xenolith (siehe Sillimanit) 14
 Xylotil 677
 — Analysen des 678
 — Eigenschaften des 677
 — Formel des 677
 — Genesis des 677

Yttergranat (siehe Calcium-Ferri-
 granat) 892
 Yttrialith 171
 — Analysen des 171
 — Eigenschaften des 172
 — Formel des 137

Zamboninit (Müllerit) 153
 — Analysen des 153
 — Eigenschaften des 154
 — Formel des 154
 Zinkanorthit (künstlich) 999
 Zinnbisulfidsodalith 283
 — siehe Ultramarin.
 Zinnwaldit 458
 — Analysenzusammenstellung des . 458

Zinnwaldit, Analysenzusammen-
 stellung des — eisenarme. . . . 458
 — — eisenreiche 458
 — Eigenschaften des 461
 — Formel des 460
 — Genesis des 462
 — Konstitution des 461
 — seltene Bestandteile des 461
 — Synthesen des 462
 Zoisit 791
 — Analysenmethode des — siehe
 Bd. I im allgemeinen Artikel.
 — Analysenzusammenstellung des . 791
 — — Analyse des — von Arendal. 797
 — — — von Bath Spring, West
 Chester 793
 — — — von Bobbio 793
 — — — von Borovina bei Trebiš . 796
 — — — von Clay Co., North
 Carolina 795
 — — — vom Mte. Corchia (Apua-
 nische Alpen) 792
 — — — von der Cullakenee
 Mine, Clay Co. (N.-Carolina) . . 795
 — — — von Duktown, Poulk
 Co., (Tennessee) 795, 796
 — — — von Dulnan Bridge, In-
 vernesshire (Schottland) 796
 — — — vom Fuschertal (Pinz-
 gau, Salzburg) 792
 — — — von Garve am Raven
 Rock, Loch Garve in Rosshire
 (Schottland) 792
 — — — von Gefrees im Fichtel-
 gebirge 793
 — — — von Glen Urquhart, In-
 verness (Schottland) 793, 796
 — — — vom Gorner Gletscher
 bei Zermatt 794
 — — — von Grantown, Inver-
 nesshire (Schottland) 796
 — — — vom Großarlital (Salz-
 burg) 792
 — — — von der James Mine,
 Yancey Co., North Carolina . . 796
 — — — vom Juarez Distrikt
 (Unter-Kalifornien) 796
 — — — von Kleinitz bei Prä-
 gratten (Tirol) 795
 — — — von der Klodeberg
 Eisengrube, Arendal 797
 — — — vom Flusse Kubas, Po-
 winecka, Gouv. Olonez 792
 — — — von Kulachta, Oren-
 burg (Rußland) 794
 — — — von Leiperville am Crunn
 Creek in Delaware Co. 793, 797
 — — — von Loch Garve in
 Rosshire (Schottland) 792, 796
 — — — vom Mittagshorn 792
 — — — vom Mt. Corchia (Apua-
 nische Alpen) 792
 — — — vom Mt. Pelvas 794

- Zoisit, Analyse des — von Oberwiesental im Erzgebirge 792
 — — — — vom Passeyer (Tirol) 792
 — — — — vom Passeyertal (Tirol) 795
 — — — — vom Mt. Pelvas 794
 — — — — von Pontant d'Aleu (Ariège) 795
 — — — — von Powinecka, Gouvernement Olonez 792
 — — — — von Prägratten in Tirol 794, 795
 — — — — vom Raven Rock, Loch Garve, Rosshire (Schottl.) 792
 — — — — vom Rotenkopf im Zillertal (Tirol) 796
 — — — — vom Saastal am Mittagshorn 792
 — — — — von der Saualpe in Kärnten 792, 793, 795
 — — — — von Slatoust (Rußland) 793
 — — — — von Sonland (Telemarken), Norwegen 796
 — — — — von Stambach 793
 — — — — von Sterzing in Tirol 791, 793, 794, 797
 — — — — von Syra auf den Cycladen 794
 — — — — vom Tatarskaberg, Slatoust (Rußland) 793
 — — — — von Telemarken (Norwegen) 796
 — — — — von der Trace Mine, Juarez Distrikt (Unter-Californien) 796
 — — — — von Traversella (Piemont) 794
 — — — — von Trebič 796
 — — — — von Unionville (Pennsylvanien) 775
- Zoisit, Analyse des — von Valtigels bei Sterzing (Tirol) 792, 793, 794
 — — — — von Washington D. C. 793
 — — — — von West Goshen im Chester Co. 794
 — — — — von Williamsburg, Massachusetts (N.-Am.) 792
 — — — — von Wojaleite im Fichtelgebirge 793, 794
 — — — — von Zermatt (Schweiz) 794
 — — — — vom Zillertal (Tirol) 796
 — Brechungsquotienten des 803
 — chemische Eigenschaften des 800
 — Formel des 797
 — Genesis des 807
 — Konstitution des 797
 — Löslichkeit des 800
 — physikalische Eigenschaften des 801
 — Röntgenstrahlen, Einwirkung auf 804
 — Schmelzpunkt des 803
 — Synthese des 804
 — thermisches Verhalten des 803
 — Umwandlung des 804
 — künstliche 804
 — natürliche 805
 — Vorkommen des 807
 Zonochlorit 923
 Zunijit 29
 — Analysen des 29
 — Eigenschaften des 30
 — Formel des 29
 — Synthese des 30
 — Vorkommen des 30
 Zurlit (siehe Melilith) 954
 Zweifelhafte Silicate der Tongruppe 140
 Zygadit (siehe Albit) 382