

Lunge and Berl

*Taschenbuch für die
anorganisch-chemische
Grossindustrie 5. Auflage*

Taschenbuch

für die

anorganisch-chemische Großindustrie

Herausgegeben

von

Prof. Dr. G. Lunge und **Chefchem. Dr. E. Berl**
in Zürich in Tubize (Belgien)

Fünfte, umgearbeitete Auflage

Mit 15 Textfiguren



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1914

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde
Sprachen, vorbehalten.

ISBN 978-3-662-23014-5 ISBN 978-3-662-24975-8 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-24975-8

Softcover reprint of the hardcover 5th edition 1914

Vorwort zur fünften Auflage.

Wir geben aus dem Vorwort zur vierten Auflage dieses Buches folgendes wieder: Dieses Werk hatte sich schon bei seinem ersten Erscheinen im Jahre 1883 das Ziel vorgesteckt, im Gebiete der anorganisch-chemischen Großindustrie die bis dahin vermifste Übereinstimmung unter den Analytikern herzustellen. Zu diesem Zwecke wird meist nur eine Methode angeführt, nämlich die zurzeit für die zweckmäßigste anzusprechende, und diese wird zwar mit aller Knappheit, aber doch mit allen für ihr Gelingen notwendigen Anweisungen beschrieben. Nur in vereinzelt Fällen sind auch noch weitere Kontrollmethoden angegeben.

Hierbei konnte im Interesse der in erster Linie angestrebten Übereinstimmung unter den Chemikern der Wissenschaft, der Industrie und des Handels, insbesondere auch betreffend die Wahl der Methoden für Schiedsanalysen, nicht derart verfahren werden, daß die gerade in der letzten Zeit von dieser oder jener Seite als beste angepriesenen Methoden hier aufgenommen werden. Nur dann konnte dies geschehen, wenn die Nachprüfung wirklich erhebliche Vorzüge der neuen vor den früher allgemeiner üblichen Methoden nachweisen konnte.

Ungemein wichtig ist natürlich für ein derartiges Werk die Auswahl der darin in so großer Anzahl enthaltenen Zahlenwerte. Was die Atomgewichte betrifft, so war die Sachlage von vornherein klar. Es konnte gar nichts anderes in Frage kommen, als die von der

Internationalen Atomgewichts-Kommission für das Jahr 1913 auf der Basis $O = 16$ aufgestellte Atomgewichtstabelle zu verwenden, und es sind also sämtliche in dieser Auflage vorkommenden Zahlen nach dieser Tabelle, die bei uns als Nr. 1 abgedruckt ist, umgerechnet worden.

Eine große Zahl anderer Konstanten ist den Landoit-Börnstein-Rothschen „Physikalisch-chemischen Tabellen“ und der „Hütte“ entnommen worden. Herrn Geheimrat Dr. Börnstein sind wir für die Erlaubnis zur Benutzung der Druckbogen des Tabellenwerkes zu Dank verpflichtet.

Weiterhin mußte die Auswahl der Tabellen für die Volumgewichte von Säuren und Lösungen aller Art nach demselben Grundsatz, wie er oben für die Analysemethoden aufgestellt ist, erfolgen; das heißt, es mußten die heute als die besten und zuverlässigsten zu betrachtenden Tabellen wiedergegeben werden, aber nicht ohne bestimmte Gründe eine Tabelle der früheren Auflagen, die sich ja in den Händen von Tausenden befinden, mit einer neu auftauchenden vertauscht werden.

Den Herrn Haßreidter, Glaser, v. Kéler und Nissenon danken wir für ihre Beiträge und wertvollen Hinweise.

Vielfach wurde Bezug genommen auf die 6. Auflage der „Chemisch-Technischen Untersuchungsmethoden“, welche im Texte kurz als C. T. U. angeführt sind.

Auf die sehr zahlreichen kleineren Verbesserungen und Zusätze, welche diese Auflage gegenüber der letzten aufweist, können wir nicht einzeln eingehen. Wir möchten nur noch die Hoffnung aussprechen, daß diese neue Bearbeitung des „Taschenbuches“ sich die vielen Freunde der früheren erhalten und recht viel neue dazu erwerben möge.

Zürich und Tubize, November 1913.

G. Lunge, E. Berl.

Inhaltsverzeichnis.

Allgemeiner Teil.

	Seite
1. Internationale Atomgewichte 1913	2
2. Formeln, Molekulargewichte und prozentische Zusammensetzung von chemischen Verbindungen	3
3. Faktoren zur Berechnung von Gewichtsanalysen	12
4. Theoretische und berechnete Dichte der Gase	14
5. Berechnung der bei gasvolumetrischen Arbeiten abgelesenen ccm auf mg der gesuchten Substanz	16
6. Löslichkeit verschiedener Substanzen in Wasser von 15 ⁰ und 100 ⁰	17
7. Löslichkeit einiger Salze in Wasser	18
8. Löslichkeit von Gasen in Wasser	20
9. Spezifische Gewichte verschiedener fester Körper	21
10. Gewichte von geschichteten Körpern	24
11. Spezifische Gewichte von Flüssigkeiten. Vorbemerkung über Aräometer	25
12. Formel zum Mischen von Flüssigkeiten verschiedener Stärke	26
13. Spezifische Gewichte verschiedener Flüssigkeiten	26
14. Spezifische Gewichte und Prozentgehalte gesättigter Salzlösungen	27
15. Lineare Ausdehnung verschiedener Körper beim Erwärmen von 0 ⁰ auf 100 ⁰	27
16. Vergleichung der Temperaturen	
A. Celsiusgrade als Einheit — 10 ⁰ bis 100 ⁰ C	28
B. Fahrenheitgrade als Einheit — 40 ⁰ bis 212 ⁰ F.	29
C. Grade über dem Siedpunkte des Wassers	31
17. Schmelzpunkte (Gefrierpunkte)	31
18. Gefrierpunkte von Lösungen	33
19. Kältemischungen	33
20. Siedepunkte	34
21. Schmelzwärme verschiedener Körper in kg Kalorien	34

— VI —

	Seite
22. Wärmeleitungskoeffizienten für verschiedene Stoffe	34
23. Hohe Temperaturen, bestimmt mit dem Pyrometer von Le Chatelier	35
24. Reduktion der Gas-Volumina auf Normaltemperatur und Druck	
1. Tabelle zur Reduktion der gefundenen Volume des Gases auf die Temperatur 0°	36
2. auf einen Barometerstand von 760 mm	42
25. Volumina des Wassers bei verschiedenen Temperaturen	52
26. Reduktion von Wasserdruck auf Quecksilberdruck	52
27. Beziehung zwischen Quecksilberdruck, Wasserdruck und Druck von Schwefelsäuren	53
28. Spannkraft des Wasserdampfes (über Eis bzw. Wasser) zwischen — 20° u. 119°	53
29. Spannkraft des Wasserdampfes für Temperaturen von 40° an	54
30. Siedetemperatur des Wassers bei verschiedenem Baro- meterstand	55
31. Spezifische Wärmen	
a) von festen und flüssigen Substanzen	55
b) von Gasen und Dämpfen	55
32. Tabelle der wahren spezifischen Wärmen für konstanten Druck	56
33. Wärmeeinheiten	57
34. Wärmearaufwand zur Erzeugung von Wasserdampf.	57
35. Heizwerte für 1 kg Brennstoff bezogen auf flüssiges Wasser	58
36. Verbrennungswärmen von Gasen	58
37. Verbrennung von Gasen und Gasgemischen	59
38. Verbrennung von Flüssigkeiten	60
39. Explosive Gasmischungen	60
40. Eigenschaften der im Handel vorkommenden ver- flüssigten und komprimierten Gase	61
41. Elektrische Maße	62
42. Elektrochemische Äquivalente	63
43. Mantissen der Briggschen Logarithmen	64
44. Mathematische Tabellen (Kreisumfänge und Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- und Kubikwurzeln)	66
45. Umwandlung von Litern per Sekunde in l per Minute und cbm per Stunde und umgekehrt	80
46. Ausmessung einiger Körper: Dreieck, Kreis, Kegel und Pyramide, Zylinder, Kugel, Faß	80
47. Amtliche Bezeichnung der Münzen, Maße und Gewichte in Deutschland	82

— VII —

	Seite
48. Maße und Gewichte verschiedener Länder	82
Pferdestärken	86
49. Reduktionstabellen zwischen englischen und Meter- maßen und Gewichten	86
50. Werte der Nummern von Drahtgewebe und Siebgaze .	90
51. Gewicht von 1 Quadratmeter Blech in Kilogramm . .	93
52. Quadrat- und Rundeisen	93
53. Deutsche Normaltabelle für gußeiserne Muffen- und Flanschenröhren	94
54. Weichbleirohre	96
55. Münztabelle	96
56. Zusammenstellung wichtiger Bestimmungen der Patent- gesetze und Warenzeichengesetze des In- und Auslandes	98
Amerika (Verein. Staaten), Belgien	100
Canada	101
Dänemark	102
Deutschland, Finnland	103
Frankreich	104
Großbritannien	105
Italien	106
Luxemburg	107
Niederlande (Holland)	108
Norwegen, Österreich	109
Portugal	110
Rumänien	111
Rußland	112
Schweden, Schweiz	113
Spanien	114
Türkei	115
Ungarn	116
Warenzeichenschutz in den Hauptländern	118

Spezieller Teil.

I. Brennmaterialien, Feuerungen, Dampf- kessel	120
A. Brennmaterialien	120
Feuchtigkeit, Koksrückstand	120
Aschenbestimmung, Gesamtschwefel	121
Heizkraft	122
B. Feuerungen	123
1. Analyse der Rauchgase. Orsat-Apparat . .	124
2. Analyse der Generatorgase. Orsat-Lunge- Apparat	126

— VIII —

	Seite
3. Heizwertbestimmung	128
4. Zugmessung	128
5. Temperaturmessung, Pyrometer	128
C. Speisewasser für Dampfkessel usw.	130
Härte	130
Bestimmung der zur Reinigung des Wassers notwendigen Chemikalien	131
II. Schwefelsäurefabrikation	132
A. Schwefel (Rohschwefel)	132
Spez. Gewichte der Lösungen von Schwefel in Schwefelkohlenstoff	133
Sulfurimeter von Chancel	134
B. Gasschwefel	135
C. Schwefelkies (Kiese überhaupt)	135
Feuchtigkeit; Schwefel (Methode von Lunge)	135
Kupfer; Blei; Zink	137
Kohlensaure Erden; Arsen	138
D. Abbrände von Kiesen	139
Schwefel, Kupfer, Eisen	139
E. Zinkblende	140
Gesamtschwefel; Zink	140
Blei; Kalk und Baryt	143
Arsen; kohlensaure Erden; verwertbarer Schwefel	144
F. Geröstete Blende (Schwefel, Zink)	145
G. Gasanalysen	145
A. Bleikammerverfahren	145
1. Kiesofengase	145
2. Kammergase	147
3. Austrittsgase a) Sauerstoff	147
b) Säuren des Schwefels u. Stickstoffs	147
c) Stickoxyd	148
B. Kontaktverfahren	149
H. Schwefelsäure	149
1. Spezifische Gewichte	149
Tabelle von Lunge, Isler und Naef	150
Einfluß der Temperatur auf die Dichte der Schwefelsäure	155
2. Reduktion der Grädigkeit auf 15°	156

	Seite
3. Siedepunkte von Schwefelsäuren (Lunge)	156
4. Schmelzpunkte der Schwefelsäure und des Oleums (Knietsch)	156
5. Spez. Gewicht der konz. u. rauchenden Schwefelsäure (Knietsch)	158
6. Tabelle über Gehalt der rauchenden Schwefelsäure an Trioxyd (Gnehm)	159
7. Spez. Gewichte der rauchenden Schwefelsäuren des Handels	160
8. Die quantitative Bestimmung von freier Schwefelsäure	160
9. Untersuchung der Schwefelsäure auf Nebenbestandteile	161
a) Salpetrige Säure. Titration mit Permanganat	161
b) Stickstoffverbindungen insgesamt; Nitrometer	163
Tabelle dafür	165
Gasvolumeter	166
c) Verhältnis der drei Stickstoffsäuren zu einander	169
d) Qualitative Prüfung auf Spuren von Stickstoffsäuren	169
e—h) Untersuchung auf Selen, Blei, Eisen, Arsen	170
i) Chloride	171
10. Untersuchung von rauchender Schwefelsäure oder Anhydrid (Oleum)	171
Abwägen in Kugelhähnen	171
Kugelhähnpipette (Lunge und Rey)	172
Acidimetrische Bestimmung	173
III. Sulfat- und Salzsäurefabrikation	174
A. Steinsalz und Kochsalz	174
B. Sulfat	175
C. Austrittsgase aus der Salzsäure-Kondensation oder im Kamin	176
D. Prüfung der Gase beim Hargreaves-Verfahren	177
E. Salzsäure	178
1. Spezifische Gewichte	178
Einfluß der Temperatur darauf	180
2. Analyse der Salzsäure	180
Chlorwasserstoff	180

	Seite
Schwefelsäure, freies Chlor, Eisen, Schwefelige Säure, Arsen	181
IV. Chlorkalkfabrikation etc.	182
A. Natürlicher Braunstein	182
B. Regenerierter Braunstein und Laugen des Weldon-Verfahrens	183
C. Kalkstein	185
D. a) Gebrannter Kalk	185
b) Gelöschter Kalk	186
Tabelle über Gehalt der Kalkmilch an Ätzkalk	186
E. Chlorkalk	189
Vergleichung des Prozentgehalts an bleichendem Chlor mit den Gay-Lussac-Graden	187
Prüfung der Kammerluft auf Chlorgehalt	188
F. Deacon-Verfahren	189
G. Elektrolytisches Chlorgas	190
H. Kaliumchlorat	191
I. Bleichlaugen	191
K. Druck und Volumgewicht des flüssigen Chlors	192
V. Sodafabrikation	193
A. Leblancsoda	193
I. Rohstoffe	193
1. Sulfat	193
2. Kalkstein zum Schmelzen	193
3. Reduktionskohle	193
II. Rohsoda	193
I. Bestimmungen mit dem trüben Gemisch	193
1. Freier Kalk	194
2. Gesamt-Kalk	194
II. Bestimmungen in der klaren Lösung	194
1. Alkalimetrischer Gesamtgehalt	194
2. Ätznatron	194
3. Natriumsulfid	195
4. Natriumchlorid	195
5. Natriumsulfat	195
6. Carbonatiertes Muster	195

	Seite
III. Sodarückstand	195
1. Nutzbares Natron	196
2. Gesamt-Natron	196
3. Gesamt- und oxydierbarer Schwefel	196
IV. Rohsodalauge	196
1. Natriumkarbonat	197
2. Ätznatron	197
3. Natriumsulfid	197
4. Natriumsulfat	197
5. Gesamtschwefel	197
6. Natriumchlorid	197
7. Ferrocyanatrium	197
8. Kieselsaure Tonerde und Eisen- oxyd	198
9. Carbonatiertes Muster	198
V. Carbonatierte Laugen	198
Bicarbonat	198
Methode von Lunge und Rittener	198
VI. Sodamutterlaugen	201
a) Sulfat	201
b) Verbrauch an Jodlösung	201
c) Thiosulfat etc.	201
Anhang. Schmelzsoda der Zellstofffabriken	202
Unlösliches	202
Alkalinität	202
Sulfid + Sulfit	202
Sulfit	202
Silikat	202
Sulfat	202
B. Ammoniaksodafabrikation	203
I. Rohmaterialien	203
II. Fabrikationsanalysen	203
1. Ammoniakalische Sole	203
a) Natriumchlorid	203
b) Freies u. gebundenes Ammoniak	203
2. Carbonatoren	204
3. Mutterlauge	204
4. Bicarbonat (rohes)	204
5. Ammoniakdestillation	204
6. Kalkofengase	204
III. Endprodukte	204
1. Calcinierte Soda	204
2. Bikarbonat (käufliches)	204

	Seite
C. Kaustische Soda	204
1. Kaustische Lauge	204
2. Kalkrückstand	205
3. Ausgesoggte Salze	205
4. Bodensatz	205
5. Kaustische Soda des Handels	206
D. Elektrolytische Alkalilaugen	206
1. Hypochlorit	206
2. Freie unterchlorige Säure	206
3. Chlorat	207
4. Chlorid	207
5. Carbonat	207
6. Basen	208
7. Freies Alkali	208
8. Kohlendioxyd	208
E. Tabellen	208
1. Spezifische Gewichte von Lösungen von kohlenurem Natron bei 15 ⁰	208
2. Gehalt konzentrierter Lösungen von kohlen- urem Natron bei 30 ⁰	209
3. Einfluß der Temperatur auf das spezifische Gewicht der Lösungen von kohlenurem Natron	210
4. Spezifische Gewichte von Ätznatronlösungen	212
5. Einfluß der Temperatur auf diese	216
F. Analyse der Handelssoda	220
Alkalimetrischer Gehalt	220
Unlösliches, Natriumcarbonat, Ätznatron	220
Natriumsulfid, Sulfit, Sulfat	220
Natriumchlorid, Eisen	221
Tabelle zur Vergleichung der deutschen, eng- lischen und französischen Handelsgrade von Soda	221
VI. Schwefelregeneration aus Leblancsoda- Rückständen	224
Sulfidschwefel	224
Sulfidschwefel + CO ₂	224
Sulfidschwefel in Laugen von Calcium- oder Natriumsulfid	225
Natron, Kalk und Thiosulfat in den Laugen	225
Kalkofengase	225
Gas aus dem Gasometer	225
Austrittsgase aus den Claus öfen	226

	Seite
VII. Salpetersäurefabrikation	226
A. Chilisalpeter	226
Wasser	227
Salpetersäure	227
Unlösliches, Sulfat, Chlorid	228
Kaliumverbindungen	228
Jodat, Perchlorat	229
B. Bisulfat	229
C. Salpetersäure	230
Tabelle der spezifischen Gewichte bei 15 ⁰	230
Einfluß der Temperatur darauf	236
Gesamt-Acidität, Chlorid, Schwefelsäure	237
Salpetrige Säure, fester Rückstand, Eisen, Jod	237
D. Mischsäuren von Schwefelsäure und Salpetersäure	238
VIII. Kaliindustrie	239
A. Rohsalze (Carnallit etc.)	239
Kaligehalt	239
Natriumchlorid	240
Magnesiumgehalt	241
B. Kaliumchlorid des Handels	241
C. Kaliumsulfat	241
D. Leblancverfahren für Pottasche	241
E. Schlempenkohle	242
F. Handelspottasche	244
G. Tabelle über Gehalt von Pottaschlaugen nach dem spez. Gewicht bei 15 ⁰	245
H. Einfluß der Temperatur	246
J. Spezifisches Gewicht von Kalilaugen bei 15 ⁰	252
IX. Ammoniakfabrikation	254
A. Gaswasser	254
B. Schwefelsaures Ammoniak	255
Ammoniak nach der Bromnatronmethode	255
Tabelle über das spezifische Gewicht von Ammoniumsulfatlösungen bei 15 ⁰	257
C. Salmiakgeist	257
Tabelle der spez. Gewichte von Ammoniaklösungen bei 15 ⁰	258

	Seite
Tabelle über das spez. Gewicht der Lösungen von gewöhnlichem kohlensaurem Ammoniak bei 15°	259
X. Leuchtgasfabrikation	260
A. Leuchtgas	260
Apparatur für die Analysen	260
Entnahme der Gasproben	260
Abmessen des Gasvolums in der Bürette	260
Einbringen der Absorptionsflüssigkeiten	261
Bestimmung von Kohlendioxyd	261
„ der schweren Kohlenwasserstoffe	261
„ von Sauerstoff	261
„ „ Kohlenoxyd	262
„ „ Wasserstoff	262
„ „ Methan	263
„ „ Stickstoff	264
„ der Heizkraft	264
B. Reinigungsmasse	264
Cyan	264
Titerstellung der Kupfersulfatlösung	265
Schwefel	265
XI. Calciumkarbid und Acetylen	266
Ausgangsmaterialien	266
Technisches Calciumkarbid	266
Probenahme	266
Bestimmung der Gasausbeute	266
Bestimmung der Verunreinigungen	267
XII. Untersuchung der Rohmaterialien und Fabrikate der Düngerfabriken	267
Probenahme	267
Wasserbestimmung	267
Unlösliches	268
Phosphorsäure	268
A. Herstellung der Lösungen	268
B. Untersuchung der Lösungen	269
Eisenoxyd und Tonerde	270
Stickstoff	271
Salpeterstickstoff	271
Ammoniakstickstoff	271
Gesamtstickstoff	271
Organischer Stickstoff	292
Kali	292

	Seite
XIII. Tonerdepräparate	272
Rohmaterialien	272
Bauxit	272
Betriebskontrolle	274
Handelswaren	274
Schwefelsaure Tonerde und Alaun	274
Tonerde	274
Eisen	275
Freie Säure	276
Zink	276
Natriumaluminat	276
Tonerde des Handels	276
XIV. Zementindustrie	277
A. Portlandzement	277
1. Rohmaterialien	277
Kalkstein	277
Ton	277
Trennung von Quarzkieselsäure und ge- bundener Kieselsäure	278
2. Betriebskontrolle	279
3. Handelszement	279
B. Hydraulischer Kalk und Roman- zement	280
C. Puzzolanen, Traß, granulいたe Hoch- ofenschlacke	280
XV. Bereitung der Normallösungen	281
A. Normalsäure und Normallauge	281
Natriumcarbonat als Grundlage	281
Normalsalzsäure	281
Indikatoren, Methylorange	282
Normalalkali	284
Normaltemperatur	284
Wert von Normalsäuren	285
„ „ Normalalkalien	286
B. Kaliumpermanganat (Chamäleonlösung)	286
C. Jodlösung	287
D. Arsenlösung	288
E. Thiosulfatlösung	289

	Seite
F. Silberlösung	290
G. Kupfervitriollösung	290
H. Oxalsäurelösung	290
XVI. Herstellung von Durchschnittsmustern	290
A. Brennstoffe	290
B. Erze und Mineralien aller Art	291
1. Gepulverte Erze, Schliech, Salz etc.	291
2. Grobstückige Erze	292
C. Chemische Produkte	293
1. Sulfat, Soda etc.	293
Probenstecher	293
2. Chlorkalk	293
3. Kaustische Soda	294
XVII. Vergleichung der verschiedenen Aräo- metergrade	294
A. Schwere Flüssigkeiten	294
Baumé, Densimeter, Twaddell	295
B. Leichte Flüssigkeiten	297
Alphabetisches Sachregister	298



Allgemeiner Teil.

1. Internationale Atomgewichte 1913

(bezogen auf O = 16).

Aufgestellt von der Internationalen Atomgewichts-Kommission.

		log			log		
Aluminium	Al	27·1	1·43 297	Neon	Ne	20·2	1·30 535
Antimon	Sb	120·2	2·07 990	Nickel	Ni	58·68	1·76 849
Argon	Ar	39·88	1·60 076	Niobium	Nb	93·5	1·97 081
Arsen	As	74·96	1·87 483	Nitron	Nt	222·4	2·34 713
Baryum	Ba	137·37	2·13 789	Osmium	Os	190·9	2·28 081
Beryllium	Be	9·1	0·95 904	Palladium	Pd	106·7	1·02 816
Blei	Pb	207·10	2·31 618	Phosphor	P	31·04	1·49 192
Bor	B	11·0	1·04 139	Platin	Pt	195·2	2·29 048
Brom	Br	79·92	1·90 266	Praseo-			
Cadmium	Cd	112·40	2·05 077	dymium	Pr	140·6	2·14 799
Caesium	Cs	132·81	2·12 323	Quecksilber	Hg	200·6	2·30 233
Calcium	Ca	40·07	1·60 282	Radium	Ra	226·4	2·35 488
Cerium	Ce	140·25	2·14 690	Rhodium	Rh	102·9	2·01 242
Chlor	Cl	35·46	1·54 974	Rubidium	Rb	85·45	1·93 171
Chrom	Cr	52·0	1·71 600	Ruthenium	Ru	101·7	2·00 732
Dysprosium	Dy	162·5	2·21 085	Samarium	Sm	150·4	2·17 725
Eisen	Fe	55·84	1·74 695	Sauerstoff	O	16·00	1·20 412
Erbium	Er	167·7	2·22 453	Scandium	Sc	44·1	1·64 444
Europium	Eu	152·0	2·18 184	Schwefel	S	32·07	1·50 610
Fluor	F	19·0	1·27 875	Selen	Se	79·2	1·89 873
Gadolinium	Gd	157·3	2·19 673	Silber	Ag	107·88	2·03 294
Gallium	Ga	69·9	1·84 448	Silicium	Si	28·3	1·45 179
Germanium	Ge	72·5	1·86 034	Stickstoff	N	14·01	1·14 644
Gold	Au	197·2	2·29 491	Strontium	Sr	87·63	1·94 265
Helium	He	3·99	0·60 097	Tantal	Ta	181·5	2·25 888
Holmium	Ho	163·5	2·21 352	Tellur	Te	127·5	2·10 551
Indium	In	114·8	2·05 994	Terbium	Tb	159·2	2·20 194
Iridium	Ir	193·1	2·28 578	Thallium	Tl	204·0	2·30 993
Jod	J	126·92	2·10 353	Thorium	Th	232·4	2·36 624
Kalium	K	39·10	1·59 218	Thulium	Tu	168·5	2·22 660
Kobalt	Co	58·97	1·77 063	Titan	Ti	48·1	1·68 215
Kohlenstoff	C	12·00	1·07 918	Uran	U	238·5	2·37 749
Krypton	Kr	82·9	1·91 855	Vanadin	V	51·0	1·70 757
Kupfer	Cu	63·57	1·80 325	Wasserstoff	H	1·008	0·00 346
Lanthan	La	139·0	2·14 301	Wismuth	Bi	208·0	2·31 806
Lithium	Li	6·94	0·84 136	Wolfram	W	184·0	2·26 482
Lutetium	Lu	174·0	2·24 055	Xenon	X	130·2	2·11 461
Magnesium	Mg	24·32	1·38 596	Ytterbium	Yb	172·0	2·23 553
Mangan	Mn	54·93	1·73 981	Yttrium	Y	89·0	1·94 939
Molybdän	Mo	96·0	1·98 227	Zink	Zn	65·37	1·81 538
Natrium	Na	23·00	1·36 173	Zinn	Sn	119·0	2·07 555
Neodymium	Nd	144·3	2·15 927	Zirkonium	Zr	90·6	1·95 713

2. Formeln, Molekulargewichte und prozentische Zusammensetzung
 von chemischen Verbindungen, welche in der chemischen Großindustrie oder in der technischen Analyse Bedeutung besitzen.

Bemerkungen: Die Salze sind alphabetisch nach den Kationen geordnet und sind beim führenden Elemente anzusehen, z. B. schwefelsaure Tonerde = Aluminiumsulfat bei Aluminium.

Bei der prozentischen Zusammensetzung schließt H_2O auch das durch den Zerfall der Hydrate und des Ammoniumions entstehende Wasser mit ein.

Lfd. Nr.	Verbindungen	Molekularformel	Mol.-Gew. (O=16)	log. Mol.-Gew.	Prozentische Zusammensetzung
1.	Äthylen	C_2H_4	28.03	1.44 762	C 85.62; H 14.38
2.	Aluminiumchlorid	$AlCl_3$	133.48	2.12 542	Al 20.32; Cl 79.66
3.	Aluminiumhydroxyd.	$Al(OH)_3$	78.13	1.89 282	Al_2O_3 65.40; H_2O 34.60
4.	Aluminiumoxyd (Tonerde)	Al_2O_3	102.20	2.00 945	Al 53.03; O 46.97
5.	Aluminiumsulfat (schwefelsaure Tonerde)	$Al_2(SO_4)_3$	342.41	2.53 454	Al_2O_3 29.85; SO_3 70.15
6.	Aluminiumsulfat krist.	$Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O$	666.67	2.82 393	Al_2O_3 15.33; SO_3 36.03; H_2O 48.64
7.	Ammoniak	NH_3	17.03	1.23 121	N 82.26; H 17.74
8.	Ammoniakalaun	$Al(NH_4)(SO_4)_2 + 12H_2O$	453.47	2.65 655	Al_2O_3 11.27; NH_3 3.76; SO_3 35.31; H_2O 49.66
9.	Ammoniumcarbonat (käuflichensaures Ammoniak)	$NH_4HCO_3 + NH_4CO_2NH_2$	157.12	2.19 623	NH_3 32.52; CO_2 56.01; H_2O 11.47
10.	Ammoniumchlorid.	NH_4Cl	53.50	1.72 835	NH_3 31.83; HCl 68.17

Lfd. Nr.	Verbindungen	Molekularformel	Mol. Gew. (O=16)	log. Mol.-Gew.	Prozentische Zusammensetzung
11.	Ammoniummagnesiumarseniat	$(\text{NH}_4)\text{MgAsO}_4 + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	190.33	2.27 951	MgO 21.18; As ₂ O ₅ 60.40; NH ₃ 8.95; H ₂ O 9.47
12.	Ammoniummagnesiumphosphat	$(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$	245.50	2.39 005	MgO 16.44; NH ₃ 6.94; P ₂ O ₅ 28.92; H ₂ O 47.70
13.	Ammoniumnatriumphosph. (Phosphorsalz)	$(\text{NH}_4)\text{NaHPO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$	209.15	2.32 046	NH ₃ 8.14; Na ₂ O 14.85; P ₂ O ₅ 33.95; H ₂ O 43.06
14.	Ammoniumnitrat	NH ₄ NO ₃	80.05	1.90 336	NH ₃ 21.27; N ₂ O ₅ 67.48; H ₂ O 11.25
15.	Ammoniumphosphat. . . .	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	132.09	2.12 088	NH ₃ 25.79; P ₂ O ₅ 53.75; H ₂ O 20.46
16.	Ammoniumplatinchlorid .	$(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$	444.0	2.64 738	NH ₃ 7.67; Pt 43.96; Cl 47.92; H ₂ O 45
17.	Ammoniumsulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	132.15	2.12 107	NH ₃ 25.78; SO ₃ 60.59; H ₂ O 13.63
18.	Ammoniumsulfocyanat (Rhodan ammonium)	NH ₄ CNS	76.12	1.88 150	NH ₃ 22.38; H 1.32; CN 34.17; S 42.13
19.	Arsenpentoxyd	As ₂ O ₅	229.92	2.36 158	As 65.21; O 34.79
20.	Arsensulfür	As ₂ S ₃	246.13	2.39 116	As 60.91; S 39.09
21.	Arsentrioxyd	As ₂ O ₃	197.92	2.29 649	As 75.75; O 24.25
22.	Baryumcarbonat	BaCO ₃	197.37	2.29 528	BaO 77.71; CO ₂ 22.29
23.	Baryumchlorid	BaCl ₂ + 2H ₂ O	244.32	2.38 796	BaCl ₂ 85.25; H ₂ O 14.75
24.	Baryumhydroxyd	Ba(OH) ₂	171.40	2.23 401	BaO 89.49; H ₂ O 10.51
25.	" krist.	Ba(OH) ₂ + 8H ₂ O	315.51	2.49 901	BaO 48.62; H ₂ O 51.38
26.	Baryumoxyd	BaO	153.37	2.18 574	Ba 89.57; O 10.43

27.	Baryumsulfat	BaSO ₄	2:36 818	BaO 65·71; SO ₃ 34·29	
28.	Bleicarbonat	PbCO ₃	2:42 667	PbO 83·53; CO ₂ 16·47	
29.	Bleichlorid	PbCl ₂	2:44 407	Pb 74·49; Cl 25·51	
30.	Bleioxyd (Glätte)	PbO	2:34 850	PbO 92·83; O 7·17	
31.	Bleisulfat	PbSO ₄	3:03·17	PbO 73·59; SO ₃ 26·41	
32.	Bleisulfid	PbS	2:37 871	Pb 86·55; S 13·45	
33.	Calciumcarbonat	CaCO ₃	1:00·07	CaO 56·03; CO ₂ 43·97	
34.	Calciumchlorid	CaCl ₂	1:10·99	Ca 36·13; Cl 63·87	
35.	" krist.	CaCl ₂ +6H ₂ O	2:19·09	CaCl ₂ 50·66; H ₂ O 49·34	
36.	Calciumchlorat	Ca(ClO ₃) ₂	2:06·99	CaO 27·10; Cl ₂ O ₅ 72·90	
37.	Calciumhydroxyd	Ca(OH) ₂	74·09	CaO 75·68; H ₂ O 24·32	
38.	Calciumhypochlorit	Ca(OCl) ₂	1:42·99	CaO 39·23; Cl 49·58; O 11·19	
39.	Calciumoxyd (Atzkalk)	CaO	56·07	Ca 71·46; O 28·54	
40.	Calciumpentasulfid	CaS ₅	2:00·42	Ca 20·00; S 80·00	
41.	Calciumphosphat, primäres	CaH ₄ (PO ₄) ₂	2:34·18	CaO 23·94; P ₂ O ₅ 60·67; H ₂ O 15·39	
42.	" sekundäres	CaHPO ₄	1:36·12	CaO 41·19; P ₂ O ₅ 52·19; H ₂ O 6·62	
43.	" tertiäres	Ca ₃ (PO ₄) ₂	3:10·29	CaO 54·21; P ₂ O ₅ 45·79	
44.	Calciumsulfat	CaSO ₄	1:36·14	CaO 41·19; SO ₃ 58·81	
45.	" krist. (Gips)	CaSO ₄ +2H ₂ O	1:72·17	CaO 32·57; SO ₃ 46·51; H ₂ O 20·92	
46.	Calciumsulfid	CaS	72·14	Ca 55·56; S 44·44	
47.	Calciumsulfit	CaSO ₃	1:20·14	CaO 46·68; SO ₂ 53·32	
48.	Calciumthiosulfat	CaS ₂ O ₃	1:52·20	CaO 36·84; SO ₂ 42·10; S 21·06	
49.	Chlorsäure	HClO ₃	84·47	Cl 41·98; O 47·35; H ₂ O 10·67	
50.	Chlorwasserstoff	HCl	36·47	Cl 97·23; H 2·77	
51.	Eisenbisulfid (Pyrit)	FeS ₂	1:19·98	Fe 46·54; S 53·46	
52.	Ferrichlorid	FeCl ₃	1:62·22	Fe 34·42; Cl 65·58	

Lfd. Nr.	Verbindungen	Molekularformel	Mol.-Gew. (O=16)	log. Mol.-Gew.	Prozentische Zusammensetzung
53.	Ferrihydroxyd	Fe(OH) ₃	106.86	2.02 882	Fe ₂ O ₃ 74.72; H ₂ O 25.28
54.	Ferrioxyd	Fe ₂ O ₃	159.68	2.20 328	Fe 69.94; O 30.06
55.	Ferrochlorür	FeCl ₃	126.76	2.10 298	Fe 44.05; Cl 55.95
56.	" krist.	FeCl ₂ +4H ₂ O	198.82	2.29 846	FeCl ₂ 63.76; H ₂ O 36.24
57.	Ferrosulfat, krist.	FeSO ₄ +7H ₂ O	278.02	2.44 407	Fe 20.09; O 5.76; SO ₃ 28.80;
					H ₂ O 45.35
58.	Kaliumaluminiumsulfat (Kalialaun)	KAl(SO ₄) ₃ +12H ₂ O	474.5	2.67 624	K ₂ O 9.93; Al ₂ O ₃ 10.77; SO ₃ 33.75;
					H ₂ O 45.55
59.	Kaliumbicarbonat	KHCO ₃	100.11	2.00 043	K ₂ O 47.05; CO ₂ 43.96; H ₂ O 8.99
60.	Kaliumbichromat	K ₂ Cr ₂ O ₇	294.20	2.46 846	K ₂ O 32.03; CrO ₃ 67.97
61.	Kaliumbisulfat	KHSO ₃	120.18	2.07 983	K ₂ O 39.19; SO ₂ 53.31; H ₂ O 7.50
62.	Kaliumbisulfat	KHSO ₄	136.18	2.13 412	K ₂ O 34.59; SO ₃ 58.80; H ₂ O 6.61
63.	Kaliumbromid	KBr	119.02	2.07 562	K 32.85; Br 67.15
64.	Kaliumcarbonat	K ₂ CO ₃	138.20	2.14 051	K ₂ O 68.16; CO ₂ 31.84
65.	Kaliumchlorat	KClO ₃	122.56	2.08 835	K ₂ O 38.43; Cl 28.93; O 32.64
66.	Kaliumchlorid	KCl	74.56	1.87 251	K 52.44; Cl 47.56
67.	Kaliumchromat	K ₂ CrO ₄	194.3	2.28 847	K ₂ O 48.48; CrO ₃ 51.52
68.	Kaliumcyanid	KCN	65.11	1.81 365	K 60.05; CN 39.95
69.	Kaliumferriocyanid (Rotes Blutlaugensalz)	K ₃ Fe(CN) ₆	329.20	2.51 747	K 35.53; Fe 16.97; CN 47.40
70.	Kaliumferrocyanid (Gelbes Blutlaugensalz)	K ₄ Fe(CN) ₆ +3H ₂ O	422.35	2.62 566	K 37.03; Fe 13.22; CN 36.95;
					H ₂ O 12.80

71.	Kaliumhydroxyd	KOH	56·11	1·74 904	K ₂ O 83·94; H ₂ O 16·06	
72.	Kaliumjodid	KJ	166·02	2·22 016	K 23·55; J 76·45	
73.	Kaliumnitrat	KNO ₃	101·11	2·00 479	K ₂ O 46·58; N ₂ O ₅ 53·42	
74.	Kaliumnitrit	KNO ₂	85·11	1·92 998	K ₂ O 55·34; N ₂ O ₃ 44·66	
75.	Kaliumoxyd	K ₂ O	94·20	1·97 405	K 83·02; O 16·98	
76.	Kaliumpermanganat	KMnO ₄	158·03	2·19 874	K ₂ O 29·80; Mn ₂ O ₇ 70·20	
77.	Kaliumphosphat	K ₂ HPO ₄	174·25	2·24 118	K ₂ O 54·06; P ₂ O ₅ 40·77; H ₂ O 5·17	
78.	*Kaliumplatinchlorid	K ₂ PtCl ₆	486·2	2·68 681	Pt 40·15; Cl 43·76; K 16·09; (KCl 30·67)	
79.	Kaliumrhodanid	KCNS	97·18	1·98 758	K 40·23; CNS 59·77	
80.	Kaliumsilikat	K ₂ SiO ₃	154·5	2·18 893	K ₂ O 60·97; SiO ₂ 39·03	
81.	Kaliumsulfat	K ₂ SO ₄	174·27	2·24 123	K ₂ O 54·05; SO ₃ 45·95	
82.	Kaliumsulfid	K ₂ S	110·27	2·04 246	K 70·92; S 29·08	
83.	Kaliumsulfat, krist.	K ₂ SO ₃ +2H ₂ O	194·12	2·28 807	K ₂ O 48·53; SO ₂ 33·01; H ₂ O 18·46	~
84.	Kalkhydrat s. Calcium					
85.	Kieselsaure	SiO ₂	60·3	1·78 032	Si 47·02; O 52·98	
86.	Kohlendioxyd	CO ₂	44·00	1·64 345	C 27·27; O 72·73	
87.	Kohlenoxyd	CO	28·00	1·44 716	C 42·86; O 57·14	
88.	Kupferchlorid.	CuCl ₂	134·49	2·12 869	Cu 47·29; Cl 52·71	
89.	Kupferoxyd	CuO	79·57	1·90 075	Cu 79·89; O 20·11	
90.	Kupfersulfat	CuSO ₄ +5H ₂ O	249·72	2·39 745	CuO 31·87; SO ₃ 32·06; H ₂ O 36·07	
91.	Kupfersulfid	CuS	95·64	1·98 064	Cu 66·48; S 33·52	
92.	Kupfersulfür	Cu ₂ S	159·21	2·20 197	Cu 79·86; S 20·14	
93.	Magnesiumcarbonat	MgCO ₃	84·32	1·92 593	MgO 47·82; CO ₂ 52·18	
94.	Magnesiumchlorid	MgCl ₂	95·24	1·97 882	Mg 25·56; Cl 74·44	

*) Hier ist das wirkliche Atomgewicht des Platins = 195·2 zugrunde gelegt.

Lfd. Nr.	Verbindungen	Molekularformel	Mol.-Gew. (O=16)	log. Mol.-Gew.	Prozentische Zusammensetzung
95.	Magnesiumchlorid, krist.	$MgCl_2 + 6H_2O$	203.34	2.30 822	$MgCl_2$ 46.82; H_2O 53.18
96.	Magnesiumhydroxyd . . .	$Mg(OH)_2$	58.34	1.76 597	MgO 69.11; H_2O 30.89
97.	Magnesiumoxyd	MgO	40.32	1.60 552	Mg 60.34; O 39.66
98.	Magnesiumpyrophosphat	$Mg_2P_2O_7$	222.72	2.34 776	MgO 36.24; P_2O_5 63.76
99.	Magnesiumsulfat (Bitter-salz)	$MgSO_4 + 7H_2O$	246.50	2.39 182	MgO 16.36; SO_3 32.48; H_2O 51.16
100.	Manganchlorür	$MnCl_2$	125.85	2.09 986	Mn 43.65; Cl 56.35
101.	Manganoxydul	MnO	70.93	2.85 083	Mn 77.44; O 22.56
102.	Manganoxyduloxyd	Mn_3O_4	228.79	2.35 944	Mn 72.03; O 27.97
103.	Mangansesquioxid	Mn_2O_3	157.86	2.19 827	Mn 69.59; O 30.41
104.	Mangansulfat	$MnSO_4$	151.00	2.17 898	MnO 46.97; SO_3 53.03
105.	Mangansuperoxyd	MnO_2	86.93	1.93 917	Mn 63.19; O 36.81
106.	Mennige	Pb_3O_4	685.30	2.83 588	Pb 90.66; O 9.34
107.	Methan	CH_4	16.03	1.20 493	C 74.86; H 25.14
108.	Natriumaluminat	Na_3AlO_3	144.1	2.15 866	Na_2O 64.54; Al_2O_3 35.46
109.	"	$Na_2Al_2O_4$	164.2	2.21 537	Na_2O 37.76; Al_2O_3 62.24
110.	Natriumborat (Borax)	$Na_2B_4O_7 + 10H_2O$	382.2	2.58 229	Na_2O 16.22; B_2O_3 36.64; H_2O 47.14
111.	Natriumbromid	$NaBr$	102.92	2.01 250	Na 22.35; Br 77.65
112.	Natriumcarbonat	Na_2CO_3	106.00	2.02 531	Na_2O 58.49; CO_2 41.51
113.	" krist.	$Na_2CO_3 + 10H_2O$	286.16	2.45 661	Na_2O 21.67; CO_2 15.38; H_2O 62.95
114.	" primäres	$NaHCO_3$	84.01	1.92 433	Na_2O 36.90; CO_2 52.37; H_2O 10.73
115.	Natriumchlorat	$NaClO_3$	106.46	2.02 719	Na_2O 29.12; Cl_2O_5 70.88

116.	Natriumchlorid	NaCl	58.46	1.76 686	Na 39.34; Cl 60.64	
117.	Natriumchromat	Na ₂ CrO ₄	162.0	2.20 952	Na ₂ O 38.27; CrO ₃ 61.73	
118.	" saures	NaHCrO ₄	140.01	2.14 616	Na ₂ O 22.14; CrO ₃ 71.42; H ₂ O 6.44	
119.	Natriumhydroxyd	NaOH	40.01	1.60 219	Na ₂ O 77.48; H ₂ O 22.52	
120.	Natriumhypochlorit	NaOCl	74.46	1.87 192	Na ₂ O 41.64; Cl ₂ O 58.36	
121.	Natriumnitrat	NaNO ₃	85.01	1.92 947	Na ₂ O 36.47; N ₂ O ₅ 63.53	
122.	Natriumnitrit	NaNO ₂	69.01	1.83 891	Na ₂ O 44.92; N ₂ O ₃ 55.08	
123.	Natriumoxyd	Na ₂ O	62.00	1.79 239	Na 74.19; O 25.81	
123a.	Natriumsuperoxyd	Na ₂ O ₂	78.00	1.89 209	Na 58.97; O 41.03	
124.	Natriumpentasulfid	Na ₂ S ₅	206.35	1.31 461	Na ₂ S 37.83; S 62.17	
125.	Natriumphosphat	Na ₂ HPO ₄ + 12H ₂ O	358.24	2.55 418	Na ₂ O 17.31; P ₂ O ₅ 19.83; H ₂ O 62.86	
126.	Natriumsilikat	Na ₂ SiO ₃	122.30	2.08 743	Na ₂ O 50.69; SiO ₂ 49.31	
127.	Natriumsulfat	Na ₂ SO ₄	142.07	2.15 250	Na ₂ O 43.64; SO ₃ 56.36	
128.	" krist. (Glau- bersalz)	Na ₂ SO ₄ + 10H ₂ O	322.23	2.50 817	Na ₂ O 19.24; SO ₃ 24.85; H ₂ O 55.91	∞
129.	" primäres	NaHSO ₄	120.08	2.07 947	Na ₂ O 25.82; SO ₃ 66.68; H ₂ O 7.50	
130.	Natriumsulfid	Na ₂ S	78.07	1.89 248	Na 58.92; S 41.08 (entspr. 79.42 %/o Na ₂ O)	
131.	" primäres	NaHS	56.08	1.74 881	Na ₂ S 69.61; H ₂ S 30.39	
132.	Natriumsulfit, krist.	Na ₂ SO ₃ + 7H ₂ O	252.18	2.40 171	Na ₂ O 26.59; SO ₂ 27.41; H ₂ O 46.00	
133.	" primäres	NaHSO ₃	104.08	2.01 737	Na ₂ O 29.78; SO ₂ 61.56; H ₂ O 8.66	
134.	Natriumthiosulfat (unter- schwefligsaures Natron)	Na ₂ S ₂ O ₃ + 5H ₂ O	248.22	2.39 484	Na ₂ O 24.98; S 12.92; SO ₂ 25.81; H ₂ O 36.29	
135.	Nitrosylschwefelsäure (Kammerkristalle)	SO ₂ NH	127.09	2.10 412	SO ₃ 63.00; N ₂ O ₃ 29.91; H ₂ O 7.09	
136.	Pentathionsäure	H ₂ S ₂ O ₈	258.37	2.41 224	SO ₃ 30.99; SO ₂ 24.80; S 37.23; H ₂ O 6.98	

Lfd. Nr.	Verbindungen	Molekularformel	Mol.-Gew. (O=16)	log. Mol.-Gew.	Prozentische Zusammensetzung
137.	Phosphorpentoxyd . . .	P ₂ O ₅	142.08	2.15 253	P 43.69; O 56.31
138.	Phosphorsäure, gewöhnl.	H ₃ PO ₄	98.06	1.99 149	P ₂ O ₅ 72.45; H ₂ O 27.55
139.	" Meta-	HPO ₃	80.05	1.90 336	P ₂ O ₅ 88.75; H ₂ O 11.25
140.	" Pyro-	H ₄ P ₂ O ₇	178.11	2.25 069	P ₂ O ₅ 79.77; H ₂ O 20.23
141.	Platinchlorwasserstoffsäure	H ₂ PtCl ₆	410.0	2.61 278	Pt 47.61; Cl 51.89; H 0.50
142.	Quecksilberchlorid . . .	HgCl ₂	271.5	2.43 281	Hg 73.83; Cl 26.17
143.	Quecksilberchlorür . . .	HgCl	236.06	2.37 302	Hg 84.72; Cl 15.28
144.	Salpetersäure	HNO ₃	63.02	1.79 948	N ₂ O ₅ 85.71; H ₂ O 14.29
145.	Salpetrige Säure	HNO ₂	47.02	1.67 228	N ₂ O ₃ 80.84; H ₂ O 19.16
146.	Schwefeldioxyd	SO ₂	64.07	1.80 665	S 50.05; O 49.95
147.	Schwefelsäure(Monohydrat)	H ₂ SO ₄	98.09	1.99 162	SO ₃ 81.63; H ₂ O 18.37
148.	" Pyro-	H ₂ S ₂ O ₇	178.16	2.25 081	H ₂ SO ₄ 55.06; SO ₃ 44.94
149.	Schwefeltrioxyd	SO ₃	80.07	1.90 347	S 40.05; O 59.95
150.	Schwefelwasserstoff	H ₂ S	34.09	1.53 263	S 94.07; H 5.93
151.	Selendioxyd	SeO ₂	111.2	2.04 610	Se 71.22; O 28.78
152.	Silberbromid	AgBr	187.80	2.27 370	Ag 57.44; Br. 42.56
153.	Silberchlorid	AgCl	143.34	2.15 637	Ag 75.26; Cl 24.74
154.	Silberjodid	AgJ	234.80	2.37 070	Ag 45.95; J 54.05
155.	Silbernitrat	AgNO ₃	169.89	2.23 017	Ag 63.50; NO ₃ 36.50
156.	Silberrhodanid	AgCNS	165.96	2.22 001	Ag 65.00; CNS 35.00
157.	Silbersulfid	Ag ₂ S	247.83	2.39 415	Ag 87.06; S 12.94

158.	Stickoxyd	NO	1:47 727	N 46:68; O 53:32
159.	Stickoxydul	N ₂ O	1:64 365	N 63:65; O 36:35
160.	Stickstoffdioxyd	NO ₂	1:66 285	N 30:45; O 69:55
161.	Stickstofftetroxyd	N ₂ O ₄	1:96 388	N 30:45; O 69:55
162.	Stickstofftrioxyd	N ₂ O ₃	1:88 093	N 36:86; O 63:14
163.	Thioschwefelsäure (unterschweflige Säure)	H ₂ S ₂ O ₃	2:05 752	SO ₂ 56:12; S 28:09; H ₂ O 15:79
164.	Tetrathionsäure	H ₂ S ₄ O ₆	2:35 468	SO ₃ 35:38; SO ₂ 28:31; S 28:34; H ₂ O 7:97
165.	Trithionsäure	H ₂ S ₃ O ₆	2:28 832	SO ₃ 41:21; SO ₂ 33:02; S 16:51; H ₂ O 9:26
166.	Tonerde vgl. Aluminiumoxyd			
167.	Unterchlorige Säure	HOCl	1:71 991	Cl 67:58; O 30:50; H 1:92
168.	Unterchlorigsäureanhydrid	Cl ₂ O	1:93 912	Cl 81:59; O 18:41
169.	Wasser	H ₂ O	1:25 575	H 11:21; O 88:79
170.	Zinkchlorid	ZnCl ₂	2:13 447	Zn 47:98; Cl 52:02
171.	Zinkoxyd	ZnO	1:91 046	Zn 80:34; O 19:66
172.	Zinksulfat	ZnSO ₄	2:20 801	ZnO 50:41; SO ₃ 49:59
173.	" krist.	ZnSO ₄ +7H ₂ O	2:45 872	ZnO 28:31; SO ₃ 27:84; H ₂ O 43:85
174.	Zinksulfid	ZnS	1:98 874	Zn 67:10; S 32:90
175.	Zinnchlorür, krist.	SnCl ₂ +2H ₂ O	2:35 411	Sn 52:66; Cl 31:38; H ₂ O 15:96

3. Faktoren zur Berechnung von Gewichtsanalysen.

G e f u n d e n	G e s u c h t	Faktor	log
Ammonium:			
Ammoniumchlorid NH ₄ Cl	Ammoniak NH ₃	0·3183	0·50286—I
Ammoniumplatinchlorid (NH ₄) ₂ PtCl ₆	{ Ammoniumoxyd (NH ₄) ₂ O	0·1174	0·06967—I
	{ Ammoniak NH ₃	0·0767	0·88486—2
	{ Stickstoff N	0·0631	0·80009—2
Arsen:			
Arsensulfür As ₂ S ₃	{ Arsen As	0·6091	0·78470—I
	{ Arsentrioxyd As ₂ O ₃	0·8041	0·90533—I
	{ Arsenpentoxyd As ₂ O ₅	0·9342	0·97042—I
Arsensaure Ammoniak- Magnesia Mg (NH ₄) AsO ₄ + ½ aq.	{ Arsen As	0·3939	0·59532—I
	{ Arsentrioxyd As ₂ O ₃	0·5200	0·71595—I
	{ Arsenpentoxyd As ₂ O ₅	0·6040	0·78104—I
Baryum:			
Baryumsulfat BaSO ₄	Baryumoxyd BaO	0·6570	0·81756—I
Baryumcarbonat BaCO ₃	Baryumoxyd BaO	0·7771	0·89046—I
Baryumsiliciumfluorid BaSiF ₆	Baryumoxyd BaO	0·5483	0·73905—I
Blei:			
Bleioxyd PbO	Blei Pb	0·9283	0·96768—I
Bleisulfat PbSO ₄	{ Blei Pb	0·6831	0·83449—I
	{ Bleioxyd PbO	0·7359	0·86681—I
Bleisulfid PbS	{ Blei Pb	0·8659	0·93747—I
	{ Bleioxyd PbO	0·9328	0·96979—I
Blei Pb	Bleioxyd PbO	1·0773	0·03234
Calcium:			
Calciumsulfat CaSO ₄	Calciumoxyd CaO	0·4119	0·61484—I
Calciumcarbonat CaCO ₃	Calciumoxyd CaO	0·5603	0·74843—I
Chlor:			
Silberchlorid AgCl	{ Chlor Cl	0·2474	0·39337—I
	{ Chlorsäure Cl ₂ O ₅	0·5264	0·72135—I
	{ Kaliumchlorid KCl	0·5202	0·71614—I
	{ Natriumchlorid NaCl	0·4078	0·61049—I
Eisen:	{ Salzsäure HCl	0·2544	0·40557—I
	{ Eisen Fe	0·6994	0·84470—I
Eisenoxyd Fe ₂ O ₃	{ Eisenoxydul FeO	0·8998	0·95416—I
Kalium:			
Kaliumchlorid KCl	Kaliumoxyd K ₂ O	0·6317	0·80051—I
Kaliumplatinchlorid *) K ₂ PtCl ₆	{ Kaliumoxyd K ₂ O	0·1930	0·28556—I
	{ Kaliumchlorid KCl	0·3056	0·48515—I
	{ Kaliumsulfat K ₂ SO ₄	0·3571	0·55279—I
Kaliumsulfat K ₂ SO ₄	Kaliumoxyd K ₂ O	0·5405	0·73282—I

*) Hier sind die in Staßfurt angenommenen Reduktionsfaktoren zugrunde gelegt.

G e f u n d e n	G e s u c h t	Faktor	log
Kohlenstoff:			
Baryumcarbonat BaCO ₃	Kohlendioxyd CO ₂	0·2229	0·34817—I
Calciumcarbonat CaCO ₃	Kohlendioxyd CO ₂	0·4397	0·64314—I
Kohlendioxyd CO ₂	Kohlenstoff C	0·2727	0·43573—I
Kupfer:			
Kupferoxyd CuO	Kupfer Cu	0·7989	0·90250—I
Kupfersulfür Cu ₂ S	{ Kupfer Cu	0·7986	0·90231—I
	{ Kupferoxyd CuO	0·9996	0·99981—I
Magnesium:			
Magnesiumpyrophosphat Mg ₂ P ₂ O ₇	Magnesiumoxyd MgO	0·3621	0·55883—I
Magnesiumsulfat MgSO ₄	Magnesiumoxyd MgO	0·3349	0·52493—I
Mangan:			
Manganoxyduloxyd Mn ₃ O ₄	Mangan Mn	0·7203	0·85749—I
Mangansulfür MnS	{ Mangan Mn	0·6314	0·80029—I
	{ Manganoxydul MnO	0·8153	0·91131—I
Natrium:			
Natriumsulfat Na ₂ SO ₄	Natriumoxyd Na ₂ O	0·4364	0·63989—I
Natriumcarbonat Na ₂ CO ₃	Natriumoxyd Na ₂ O	0·5849	0·76708—I
Natriumchlorid NaCl	Natriumoxyd Na ₂ O	0·5303	0·72450—I
Phosphor:			
Magnesiumpyrophosphat Mg ₂ P ₂ O ₇	{ Phosphor P	0·2787	0·44519—I
	{ Phosphorpentoxyd P ₂ O ₅	0·6379	0·80477—I
Schwefel:			
Baryumsulfat BaSO ₄	{ Schwefel S	0·1374	0·13792—I
	{ Schwefeldioxyd SO ₂	0·2745	0·43847—I
	{ Schwefeltrioxyd SO ₃	0·3430	0·53529—I
	{ Schwefelsäure H ₂ SO ₄	0·4202	0·62344—I
	{ Natriumsulfat Na ₂ SO ₄	0·6086	0·78432—I
Stickstoff:			
Ammoniumplatinchlorid (NH ₄) ₂ PtCl ₆	Stickstoff N	0·0631	0·80009—2
Platin Pt	Stickstoff N	0·1435	0·15699—I
Wasserstoff:			
Wasser H ₂ O	Wasserstoff H	0·1119	0·04884—I
Zink:			
Zinkoxyd ZnO	Zink Zn	0·8034	0·90492—I
Zinksulfid ZnS	{ Zink Zn	0·6709	0·82664—I
	{ Zinkoxyd ZnO	0·8351	0·92172—I

4. Theoretische und beobachtete Dichte der Gase

und Litergewichte derselben bei 0° und 760 mm Druck.

Ein Gramm-Mol. eines vollkommenen Gases = 22.412 Liter. Ein Liter eines vollkommenen Gases = 0.04462 × seinem Molekulargewichte. Spez. Gewicht der Gase, bezogen auf Luft als Einheit

$$= \frac{\text{Molekulargewicht}}{28.945} = 0.03455 \times \text{Molekulargewicht.}$$

	Formel	Molekulargewicht		Gewicht von 1 l in g		Dichte, Luft = 1		Molvolumen, berechnet auf Grund der beobachteten Dichte, in cem	Beobachter
		be-rechnet	beob-achtet	be-rechnet	beob-achtet	be-rechnet	beob-achtet		
Acetylen.	C ₂ H ₂	26.02	1.1610	1.189	0.8989	0.9056	21 889	Leduc	
Äthylen	C ₂ H ₄	28.03	1.2519	1.2737	0.9683	0.9852	22 007	Saussure	
Ammoniak	NH ₃	17.03	0.7606	0.7708	0.5883	0.5962	22 094	Guye	
Brom.	Br ₂	159.84	7.1388	7.1418	5.5220	5.5243 (bei 228°)	—	Jahn	
Chlor	Cl ₂	70.92	3.1674	3.2191	2.4501	2.491	22 032	Treadwell	
Chlorwasserstoff	HCl	36.47	1.6289	1.6394	1.2599	1.2681	22 246	Scheuer	
Kohlendioxyd	CO ₂	44.00	1.9651	1.9768	1.5201	1.52908	22 258	Guye	

Kohlenoxyd	CO	28.00	1.2505	1.2503	0.9673	0.96716	22 395	Rayleigh
Luft	—	—	1.2928	—	1.0000	—	—	—
Methan	CH ₄	16.03	0.7159	0.7168	0.5538	0.5545	22 363	Baume, Perrot
Sauerstoff	O ₂	32.00	1.4292	1.4292	1.1055	1.1055	22 390	Guye
Schwefel.	S ₂	64.12	2.8610	—	2.2130	—	—	—
Schwefeldioxyd	SO ₂	64.07	2.8615	2.9266	2.2134	2.2638	21 892	Jaquerod, Pintza
Schwefeltrioxyd	SO ₃	80.06	3.5722	—	2.7631	—	—	—
Schwefelwasserstoff	H ₂ S	34.09	1.5226	1.5392	1.1777	1.1906	22 148	Baume, Perrot
Stickstoff	N ₂	28.02	1.2514	1.2505	0.9680	0.96727	22 407	Rayleigh, Leduc
Stickoxydul	N ₂ O	44.02	1.9660	1.9777	1.5208	1.5298	22 258	Guye
Stickoxyd	NO	30.01	1.3403	1.3402	1.0368	1.0367	22 393	Guye
Stickstoffperoxyd	{ NO ₂ N ₂ O ₄	46.01 92.02	2.0549 4.1098	—	1.5895 3.1790	—	—	—
Wasser	H ₂ O	18.02	0.8040	—	0.6219	—	—	—
Wasserstoff.	H ₂	2.02	0.0900	0.08987	0.06965	0.06952	22 433	Morley

5. Berechnung der bei gasvolumetrischen Arbeiten abgelesenen ccm auf mg der gesuchten Substanz.

Als Grundlage dienen nicht die theoretischen Dichten, sondern die beobachteten (s. Tabelle 4.)

ccm bei 0° und 760 mm	I	log	2	3	4	5	6	7	8	9
CO ₂ = mg CO ₂	1·9768	0·29597	3·9536	5·9304	7·9072	9·8840	11·8608	13·8376	15·8144	17·7912
CO ₂ = mg CaCO ₃	4·4968	0·65290	8·9936	13·4904	17·9872	22·4840	26·9808	31·4776	35·9744	40·4712
O = mg O	1·4292	0·15500	2·8584	4·2876	5·7168	7·1460	8·5752	10·0044	11·4336	12·8628
(O = mg O) ¹⁾	0·7146	0·85406 - I	1·4292	2·1437	2·8584	3·5730	4·2876	5·0022	5·7168	6·4314
O = mg MnO ₂	3·8835	0·58912	7·7650	11·6475	15·5300	19·4125	23·2950	27·1775	31·0600	34·9425
N = mg N	3·1675	0·50072	6·3350	9·5925	12·8500	16·1075	19·3650	22·6225	25·8800	29·1375
N = mg NH ₃	1·2505	0·09709	2·5010	3·7515	5·0020	6·2525	7·5030	8·7535	10·0040	11·2545
N = mg N) ²⁾	1·5200	0·18184	3·0400	4·5600	6·0800	7·6000	9·1200	10·6400	12·1600	13·6800
(N = mg N) ²⁾	1·2818	0·10782	2·5636	3·8454	5·1272	6·4090	7·6908	8·9726	10·2544	11·5362
(N = mg NH ₃) ²⁾	1·5582	0·19263	3·1164	4·6746	6·2328	7·7910	9·3492	10·9074	12·4656	14·0238
NO = mg N	0·6256	0·79633 - I	1·2513	1·8769	2·5024	3·1280	3·7536	4·3792	5·0048	5·6304
NO = mg NO	1·3493	0·12720	2·6806	4·0209	5·3612	6·7015	8·0418	9·3821	10·7224	12·0627
NO = mg N ₂ O	1·6974	0·22979	3·3948	5·0922	6·7896	8·4870	10·1844	11·8818	13·5792	15·2766
NO = mg HNO ₃	2·8143	0·44937	5·6286	8·4429	11·2572	14·0715	16·8858	19·7001	22·5144	25·3287
NO = mg NaNO ₃	3·7993	0·57936	7·5926	11·3859	15·1792	18·9725	22·7658	26·5591	30·3524	34·1457
NO = mg KNO ₃	4·5176	0·65491	9·0352	13·5528	18·0704	22·5880	27·1056	31·6232	36·1408	40·6504
NO = mg NaNO ₂	3·0842	0·48914	6·1684	9·2526	12·3368	15·4210	18·5052	21·5894	24·6736	27·7578
NO = mg KNO ₂	3·8032	0·58615	7·6064	11·4096	15·2128	19·0160	22·8192	26·6224	30·4256	34·2288
Cl = mg Cl	3·2191	0·50773	6·4382	9·6573	12·8764	16·0955	19·3146	22·5337	25·7528	28·9719
H ₂ S = mg H ₂ S	1·5392	0·18730	3·0784	4·6176	6·1568	7·6960	9·2352	10·7744	12·3136	13·8528

¹⁾ Bei den Wasserstoffsperoxydmethoden, wo nur die Hälfte des ausgeschiedenen Sauerstoffs aus der Substanz stammt. ²⁾ Bei den azotometrischen Methoden, wo die Kaliumbromatmethode 2·5⁰/₁₀ N zu wenig ergibt.

6. Löslichkeit verschiedener Substanzen in Wasser von 15° und 100°.

Die Löslichkeit ist in g wasserfreiem Salze in 100 g Lösung angegeben.

100 g Lösung enthalten bei	15°	100°
Aluminiumammoniumsulfat (Ammoniakalaun)	5·5	55
Aluminiumkaliumsulfat (Kaliakalaun)	4·8	60·6
Aluminiumsulfat	25·8	47·1
Ammoniumnitrat	62	89·7
Ammoniumoxalat	4·5	40·8
Baryumchlorid	25·5	37
Baryumnitrat	7·2	25·5
Baryumoxyd	2·8	57
Bleiacetat	46	71
Bleichlorid	0·91	3·3
Bleintriat	32·5	56
Bleisulfat	0·004	—
Borsäure	4	28
Brom	3·6	—
Calciumcarbonat	0·0013	0·002
Calciumnitrat	53	330
Calciumoxyd	0·129	0·05
Cupriacetat	7	19·8
Cuprinitrat	52	72
Cuprisulfat	16·2	42·4
Ferrichlorid	46·5	84·3
Ferrosulfat	19·5	27 (90°)
Kaliumbichromat	8·34	50·5
Kaliumchromat	38	44·2
Kaliumferricyanid	29	43·7
Kaliumferrocyanür	17	42·5
Kaliumjodid	58	67·6
Kaliumoxalat (saures)	2·5	10
Kaliumpermanganat	2·91	20·02 (65°)
Kaliumsulfat	9·9	19·4
Kaliumtartrat (neutrales)	150	—
Kaliumtartrat (saures)	0·46	6·9
Kaliumthiosulfat	60·3	—
Magnesiumcarbonat	0·1	—
Magnesiumhydroxyd	0·028	0·004
Manganochlorid	40	53·7
Natriumacetat	35	150
Natriumbromid	46	55
Natriumjodid	63	75
Natriumphosphat (sekundäres)	5	100
Natriumsulfit	18	24·8
Oxalsäure	7	—
Strontiumchlorid	34	50·5
Strontiumnitrat	38	50·3
Strontiumoxyd	0·59	19·5
Weinsäure	132	343
Zinnchlorür	73·0	—

7. Löslichkeit einiger Salze in Wasser.

Die Zahlen sind durch Interpolation der Landolt-Börnsteinschen Tabellen erhalten worden.

100 Wasser lösen bei	0°	15°	30°	50°	100°	Beobachter
Aluminiumsulfat	31·3	34·6	40·4	52·1	89·1	Poggiale
Ammoniumbicarbonat	11·9	17·3	27	—	—	Dibbits
Ammoniumchlorid	29·7	35·1	41·4	50·4	77·3	Mulder
Ammoniumsulfat	70·6	74·2	78·0	84·4	103·3	Mulder
Calciumchlorid	59·5	68	102·7	134	159	Roozeboom
Calciumsulfat	0·176	0·199	0·210	0·207	0·17	Hulett u. Allen
Kaliumcarbonat	105	110	114	121	156	Meyerhoffer, Mulder
Kaliumchlorat	3·3	5·9	10·1	19·7	56	Gay-Lussac
Kaliumchlorid	28·5	32·6	37·3	42·9	56·6	Andraea, Mulder
Kaliumhydroxid	97	107	126	140	178	Pickering
Kaliumnitrat	13·3	25·7	45·9	85·5	246	Andraea, Berkeley
Kaliumsulfat	7·4	10·2	13·0	16·5	24·1	Andraea, Berkeley, Trevor

Magnesiumchlorid	52.8	54	56	60	73	vant 't Hof, Meyer- hoffer
Magnesiumsulfat	26.0	33.2	40.9	50.4	68.5	Loewel, Mulder, Meyerhoffer
Natriumbicarbonat	6.9	8.9	11.1	14.5	—	Dibbits
Natriumcarbonat	7.1	16	40.9	47.5	45.1	Mulder, Loewel, Epple
Natriumchlorat	82	91	111	135	204	Kremers, Graebe
Natriumchlorid	35.63	35.75	36.03	36.67	39.12	Andreae, Berkeley
Natriumhydroxyd	42	63.5	119	145	340	Pickering
Natriumnitrat	73	84.2	96.2	114	175.5	Berkeley
Natriumsulfat	5.0	13.2	40	46.8	42.7	Loewel, Gay-Lussac
Natriumtetraborat (Borax)	1.1	1.9	3.9	10.5	52.3	Horn u. van Wagener
Natriumthiosulfat	52.5	65.5	84.7	169.7	266	Taylor
Zinkchlorid	208	350	435	470	615	Mylus u. Dietz
Zinksulfat	41.9	50.9	62	76.8	78.5	Cohen, Callendar u. Barnes, Étard.

8. Löslichkeit von Gasen in Wasser.

Beobachter: W. = Winkler; B. u. B. = Bohr u. Bock; F. = Fauser; R. = Raoult; S. = Schönfeld.

	0°	10°	15°	20°	25°	30°	50°	100°
Sauerstoff (W.)	0·049	0·038	0·034	0·031	0·028	0·026	0·021	0·017
Wasserstoff (W.)	0·021	0·020	0·019	0·018	0·018	0·017	0·016	0·016
Stickstoff (B. u. B.)	0·024	0·020	0·018	0·016	0·015	0·014	0·011	0·010
Chlor (W.)	—	3·095	2·635	2·260	1·985	1·769	1·204	0·000
Kohlenoxyd (W.)	0·035	0·028	0·025	0·023	0·021	0·020	0·016	0·014
Kohlendioxyd (B. u. B.)	1·713	1·194	1·019	0·878	0·759	0·665	0·044	—
Schwefelwasserstoff (F.)	4·686	3·520	3·056	2·672	—	—	—	—
Ammoniak (R.)	1298·9	910·4	802·4	710·6	634·6	—	—	—
Schwefeldioxyd (S.)	79·789	56·65	47·28	39·37	32·79	27·16	—	—
Methan (W.)	0·056	0·042	0·037	0·033	0·030	0·028	0·021	0·017
Äthylen (W.)	0·226	0·162	0·139	0·122	0·108	0·098	—	—
Propylen (W.)	—	0·280	0·237	0·221	—	—	—	—
Acetylen (W.)	1·73	1·31	1·15	1·03	0·93	0·84	—	—
Luft (W.)	0·029	0·023	0·020	0·019	0·017	0·016	0·013	0·011

9. Spezifische Gewichte
verschiedener fester Körper.

(Gewichte eines Kubikdezimeters in kg.)

Ahornholz, lufttr.	0·53—0·81	Blutlaugensalz,	
Alaun, Kali-	1·724	gelb	1·832
„ , Ammoniak-	1·626	Boracit	2·9
Aluminium	2·66	Borax, krist.	1·692
Ammoniumchlorid	1·53	Borsäure, krist. .	1·479
Ammoniumnitrat	1·725	„ geschm.	1·830
Ammoniumsulfat	1·77	Braunkohle	1·2—1·4
Anhydrit	2·96	Braunstein	3·7—4·6
Anthracit	1·4—1·7	Bronze	8·7
Antimon	6·7	Buchenholz, lufttr.	0·7—0·8
Arsen	5·73	Cadmium	8·6
Arsenige Säure	3·8	Calcium	1·57
Arsensäure	4·09	Calciumcarbonat	2·7
Asbest	2·51	Calciumchlorid,	
Asphalt	1·1—1·2	krist.	1·654
Baryumoxyd	5·0	Calciumchlorid,	
Baryumcarbonat	4·36	geschm.	2·15
Baryumchlorid,		Calciumoxyd	3·15
krist.	3·10	Calciumphosphat	3·18
Baryumsulfat,		Calciumsilicat	2·9
gefällt	4·25	Calciumsulfat,	
Barythydrat, krist.	1·66	wasserfrei	2·97
Basalt	2·8—3·2	Camphor	0·99
Bausteine, im Mitt.	2·5	Cannelkohle	1·16—1·27
Bergkristall	2·68	Cellulose	1·52
Beton	1·8—2·4	Cement	2·7—3·05
Birkenholz, lufttr.	0·7—0·8	Chamottesteine	1·85—2·2
Bittersalz, krist.	1·751	Chrom	6·92
Blei, gegossen	11·35	Diamant	3·52
Bleiacetat, krist.	2·4	Eichenholz, lufttr.	0·69—1·03
Bleicarbonat	6·43	Eis (0°)	0·917
Bleichlorid	5·80	Eisen, geschmiedet	7·8—7·9
Bleichromat	6·12	„ graues Roh-	7·0—7·13
Bleiglätte	9·41	„ weißes Roh-	7·6—7·7
Bleiglanz	7·6	Eisenoxyd	5·22
Bleinitrat	4·41	Eisenoxydhydrat	3·94
Bleisulfid	7·65	Eisenoxyduloxyd	5·4
Bleisulfat	6·23	Eisenoxydul, koh-	
Bleiweiß	5·5—6·4	lensaures	3·87
Bleizucker	2·395	Eisenvitriol	1·904
Blende	3·9—4·2	Elfenbein	1·83—1·92

Erde	1.6—2.0	Kalkspat	2.72
Erlenholz, lufttr.	0.42—0.68	Kalkstein	2.6—2.8
Erlenholz, „	0.5—0.6	Kaolin	2.21
Eschenholz, „	0.57—0.94	Kautschuk (nicht vulk.)	0.93
Feldspat	2.5—2.6	Kiefernholz	0.6
Fett, tierisches	0.92	Kieselsäure	2.65
Feuerstein	2.7	Knochen	1.8—2.0
Fichtenholz, trock.	0.35—0.60	Kobalt	8.6
Flußspat	3.15	Kochsalz	2.078
Föhrenholz, lufttr.	0.31—0.76	Kohle, organ., ca.	1.57
Galmei	4.1—4.5	Koks, poröser	0.4
Gips, gebrannt	1.81	Kork	0.24
„ gegossen, trocken	0.97	Kreide	1.8—2.7
Glas, grünes	2.642	Kryolith	2.90
„ Spiegel-	2.450	Kupfer, gegossen	8.3—8.9
„ Kristall-		„ gehämmert	
(böhm.)	2.9—3.0	u. elektrolyt.	8.94
„ Flint- (engl.)	3.4—3.44	Kupferkies	4.1—4.3
Glaubersalz, krist.	1.52	Kupferoxyd	6.43
„ wasserfr.	2.63	Kupfersulfid	5.58
Gold	19.3	Kupfervitriol	2.27
Granit	2.5—2.9	Lärchenholz	0.44—0.5
Graphit	2.33	Lehm	1.5—2.8
Gummi arabicum	1.31—1.45	Lindenholz	0.32—0.59
Guttapercha	0.96—0.98	Magnesia, gebrannt	3.2
Harz, Fichten-	1.07	„ kohlen-saure	2.94
Holz, Laubh. trock.		Magnesit	2.9—3.1
im Mittel	0.66	Magnesium	1.74
Holz, Laubh. naß	1.1	Magnesiumcarbo- nat (Magnesit)	3.04
„ Nadelh. trock.	0.45	Magnesiumchlorid,	
„ Nadelh. naß	0.84	krist.	1.562
Holzkohle (m. Por.)	0.3—0.5	Mangan	7.39
Horn	1.69—1.83	Mangansuperoxyd	2.94
Iridium	22.4	Marmor	2.5—2.8
Jod	4.942	Mauerwerk, Bruch- stein	2.4
Kaliumcarbonat	2.29	Mauerwerk, Sand- stein	2.1
Kaliumchlorat	2.34	Mauerwerk, Ziegel- stein	1.5—1.7
Kaliumchlorid	1.98	Mauersteine, ca.	2.0
Kaliumchromat	2.7	Mennige	8.62
Kaliumhydroxyd	2.044	Mergel	2.6
Kaliumnitrat	2.1		
Kaliumsulfat	2.67		
Kaliumsulfat, saur.	2.36		
Kalkmörtel	1.64—1.86		

Messing	8·4—8·7	Schwerspat	4·3—4·48
Natrium	0·97	Silber	10·50
Natriumcarbonat	2·476	Silberchlorid	5·5
Natriumcarbonat, krist.	1·458	Silicium	2·34
Natriumhydroxyd	2·130	Spateisenstein	3·87
Natriumnitrat	2·26	Stahl	7·80
Natriumsulfid	2·47	„ Guß-	7·92
Natriumsulfat	2·655	„ „ gehärtet	7·66
„ krist.	1·462	Stärkemehl	1·53
Natriumthiosulfat	1·736	Steinkohle	1·16—1·63
Nickel	8·8	Steinsalz	2·1—2·2
Osmium	22·48	Strahlkies	4·65—4·88
Palladium	11·5	Tannenholz, weißes	0·55
Pappelholz	0·38	„ rotes	0·5
Pflanzenfaser	1·51	Ton	1·8—2·6
Phosphor, weiß	1·83	Tonerde (wasserfr.)	4·15
„ rot	2·20	„ schwefel-	
Platin	21·4	saur., krist.	1·569
Pockholz	1·263	Tonschiefer	2·8
Porphy	2·8	Torf, trocken	0·51
Porzellan	2·1—2·5	Ulmenholz	0·56—0·82
Pottasche	2·3	Wachs (Bienen)	0·96
Quarz	2·7	Weidenholz	0·5—0·58
Quecksilber (0°)	13·596	Wismut	9·85
Salmiak	1·528	Witherit	4·30
Salpeter s. Kali und Natron		Wolfram	19·1
Sand, trocken	1·4—1·6	Ziegelstein, gew.	1·4—2·2
„ feucht	1·9—2·0	„ Klinker	1·5—2·3
Sandstein	1·9—2·5	Zink, gegossen	7·1
Schiefer	2·7	„ gewalzt	7·2
Schwefel, gediegen	2·069	Zinkblende	3·9—4·2
„ Stangen frisch	1·98	Zinkoxyd	5·73
„ „ alt	2·05	Zinksulfid	3·92
„ weicher, amorph.	1·96	Zinkvitriol	2·036
„ flüssig (113°)	1·81	Zinn, gegossen	7·21—7·4
Schwefelkies	5·18	„ gehämmert	7·475
Schwefelsäurean- hydrid	1·97	Zinnchlorid	2·23
		Zinnchlorür, krist.	2·70
		Zinnober	8·10
		Zucker	1·61

10. Gewichte von geschichteten Körpern.

1) 1 Kubikmeter wiegt Kilogramm:

Eichenholz i. Scheit.	420	Kohle	770—860
Buchenholz i. „	400	Feuchter Flußsand	1770
Weißtannenholz „	340	Lehm, frisch gegrab.	1650
Fichtenholz in „	320	„ trocken	1507
Cement, aufgesch.	1200	Mörtel aus Kalk u.	
Gebannter Kalk	1000	Sand	1800
Trockner Sand und		Ziegelsteine	1375—1500
Schutt	1330	Bruch-u. Kalksteine	2000
Kohlenasche	740	Gesumpfter Kalk	1177
Basalt	3200		
Beton (Granit- brocken)	2200		

2) 1 Hektoliter wiegt Kilogramm:

Zwickauer Kohle	77	Zechenkoks	38—45
Saarkohle	87	Holzkohlen (weich. Holz)	15
Ibbenbürener Kohle	91	Holzkohlen (hartes Holz)	22
Oberschlesische „	82	Böhmische Braun- kohlen	60—65
Niederschlesische Kohle	91	Zeitler Braunkohl.	80
Ruhrkohle	98	Meuselwitzer „	74
Gaskoks	30—35		
Schmelzkoks	43—45		

3) 1 Ladung à 10 000 kg enthält Kubikmeter:

Zwickauer Kohle	13·00	Trockner Sand	7·52
Ruhrkohle	10·20	Feuchter Flußsand	5·65
Gaskoks	30·30	Lehm, frisch gegr.	6·06
Zechenkoks	23·81	Bruch-u. Kalksteine	5·00
Holzkohle, weiches Holz	66·66	Ziegelsteine	4·76
Holzkohle, hartes Holz	45·45	Kalk, gebrannt	7·7—8·4
Braunkohle	12·8—15·4	Mörtel	5·8
Torf, lufttrocken	24·4—30·8	Schwefelkies	3·0
		Steinsalz, gemahlen	0·8

4) Materialien von Schwefelsäure- und Sodafabriken.

1 Kubikmeter wiegt Kilogramm:

Schwefelkies,		Kristallsoda	1010
„ Stücke	2500	Bicarbonat (trocke-	
„ Schliech	2340	nes, gemahlen)	986
„ Abbrände	1520	Bicarbonat (feuch-	
Chilialpeter'	1310	tes, von Ammo-	
Bisulfat (sogen.)	1335	niaksoda)	1100
Kochsalz (Siedesalz)	689	Ätzkalk (kleine	
Steinsalz, grob gem.	1220—1350	Stücke)	1058
„ fein gem.	1126	Gesiebtes Kalk-	
Sulfat	1180	hydrat (f. Chlor-	
Kalkstein (Grus)	1400	kalk)	497—593
Rohsoda (Blöcke)	962	Chlorkalk	721—834
Sodarückstand		Braunstein (Erz)	2210
(feucht)	1268	Kalkstein, feinge-	
Sodarohsalz		mahlen	1550
(Na ₂ CO ₃ , H ₂ O),		Koks f. Kokstürme	417—534
abgetropft	810	Kiesel für „	1600
Calcinierte Leblanc-		Kohlenasche	738
Soda (ungemahl.)	1195		
Ammoniak soda			
(Thelenöfen)	750—850		

11. Spezifische Gewichte von Flüssigkeiten.

Vorbemerkung über Aräometer.

In den folgenden Tabellen sind die spezifischen Gewichte von Flüssigkeiten (einschl. der Lösungen) in der in der Wissenschaft ausschließlich angewendeten Art angegeben, d. h. Wasser von 4⁰ C ist = 1 gesetzt. In der Fabrikpraxis wendet man fast immer andere Aräometer-Skalen an. Die in England allgemein gebräuchliche Skala ist die von T w a d d e l l , bei der n Grad = 1 + n 0,005 bedeuten. Ebenso rationell ist die in Deutschland hin und wieder angewendete Skala von F l e i s c h e r , der sein Aräometer als „D e n s i m e t e r“ bezeichnete und bei dem n Grad = 1 + n 0,01 sind. Fast allgemein aber wird in Deutschland, Frankreich und vielen anderen Ländern mit „B a u m é - Graden“ gearbeitet. Das Baumé-Aräometer ist eine

von 0 bis 66 in 66 gleiche Teile geteilte Spindel. Nicht nur bedeuten darin die einzelnen Grade ganz verschiedene Intervalle der spezifischen Gewichte, sondern auch der absolute Wert der Grade wird an verschiedenen Orten ganz verschieden angenommen. Immerhin ist am verbreitetsten das „rationelle“ Baumé-Aräometer, bei dem Wasser von $15^{\circ} = 0^{\circ}$ und das spez. Gewicht 1,842 bei $15^{\circ} = 66^{\circ}$ gesetzt ist und die Grade nach der Formel $d = \frac{144.3}{144.3 - n}$ fortschreiten. Für Flüssigkeiten von geringerem spezifischem Gewichte als Wasser gilt die Beziehung $d = \frac{144.3}{144.3 + n}$.

Eine Tabelle zur Vergleichung dieser drei Aräometer untereinander und mit den spezifischen Gewichten ist (zur Bequemlichkeit für den praktischen Gebrauch) an den Schluß dieses Werkes gesetzt worden.

12. Formel zum Mischen von Flüssigkeiten verschiedener Stärke.

x Gewichtsteile von a Proz. + y Gewichtsteile von b Proz. = 100 Gewichtsteile von c Proz.

$$x = 100 \frac{b - c}{b - a}; \quad y = 100 \frac{c - a}{b - a},$$

wobei a der Prozentgehalt der schwächeren,
 b der Prozentgehalt der stärkeren Säure ist und c
 zwischen a und b liegt.

13. Spezifische Gewichte verschiedener Flüssigkeiten.

	Spez. Gew.	bei		Spez. Gew.	bei
Aceton	0.79	20 ⁰	Petroleum	0.78—0.81	15 ⁰
Acetylen-tetrachlorid	1.580	20	Quecksilber	13.596	0
Äther	0.723	12.5	Repsöl	0.9282	15
Alkohol	0.7939	15.5	Rüböl	0.9136	15
Anilin	1.04	0	Schwefelkohlenstoff	1.272	
Baumöl	0.917	15	Schwefeldioxyd	1.45	20
Benzin	0.85	15.5	Seewasser	1.02—1.04	15
Benzol	0.884		Steinkohlenteer	1.15	
Brom	3.15		Terpentinöl	0.865	15
Essigsäure, Eisessig	1.056	17	Tetrachlorkohlenstoff	1.63	20
Glycerin	1.260	15	Untersalpetersäure	1.45	
Leinöl	0.9347	15	Vulkanöl	0.89—0.925	
Olivenöl s. Baumöl					

14. Spezifische Gewichte und Prozentgehalte gesättigter Salzlösungen.

Der Prozentgehalt ist in wasserfreiem Salz in 100 g Lösung (nicht 100 g Wasser) angegeben. Temperatur 15°.

	Prozent- gehalt	Spez. Gewicht	Grade Baumé
Ammonchlorid	24·25	1·070	9·4
Ammonsulfat	42·59	1·289	32·3
Baryumchlorid	25·65	1·284	31·9
Calciumchlorid	51·00	1·518	49·1
Kaliumcarbonat	52·02	1·569	52·5
Kaliumchlorid	25·52	1·175	21·4
Kaliumnitrat	20·50	1·389	40·5
Kaliumsulfat	9·40	1·077	10·3
Magnesiumsulfat	26·25	1·290	32·4
Natriumcarbonat	14·35	1·152	19·0
Natriumchlorid	26·80	1·206	24·6
Natriumnitrat	45·78	1·377	39·6
Natriumsulfat	12·34	1·115	14·9

15. Lineare Ausdehnung verschiedener Körner beim Erwärmen von 0—100° C.

Aluminium	0·002180	Kupfer	0·001714
Blei	0·002938	Marmor von Carrara	0·000849
Beton	0·001430	Marmor von St.	
Bronze	0·001820	Beat	0·000418
Eisen, Schmied-	0·001235	Messing	0·001982
Eisen, Guß-	0·001144	Nickel	0·001516
Glas, Flintglas	0·000817	Platin	0·000922
„ weißes	0·000861	Porzellan (Berliner)	0·000336
„ grünes	0·000766	Quecksilber	0·0182
Gold	0·001431	Silber	0·001954
Hartlot	0·002058	Stahl, ungehärtet	0·001079
Kohle von Eichen- holz	0·001200	„ gehärtet	0·001240
Kohle von Tannen- holz	0·001000	Wasser	0·015530
		Zink	0·001711
		Zinn	0·002703

16. Vergleichung der Temperaturskalen.

A. Celsius-Grade als Einheit -40° bis 100° C.

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{4}{5} t^{\circ}\text{R} = \frac{9}{5} t + 32^{\circ}\text{F}; t^{\circ}\text{R} = \frac{5}{4} t^{\circ}\text{C} = \frac{9}{4} t + 32^{\circ}\text{F}; t^{\circ}\text{F} = \frac{5}{9} (t - 32)^{\circ}\text{C} = \frac{4}{9} (t - 32)^{\circ}\text{R}.$$

Réaumur.	Cels.	Fahr.												
-32	-40	-12	-12	-16	+3	+6	+8	+46	+25	+32	+89	+44	+55	+131
31	38	10	12	15	5	7	9	48	26	33	91	44	56	132
30	36	10	11	14	6	8	10	47	27	34	93	45	57	134
29	34	10	10	13	8	8	11	46	28	35	95	46	58	136
28	32	10	9	12	10	9	12	45	28	36	96	47	59	138
27	30	10	8	11	12	10	13	44	29	37	98	48	60	140
26	28	10	7	10	14	11	14	43	30	38	100	48	61	141
25	26	10	6	9	15	12	15	42	31	39	102	49	62	143
24	24	10	5	8	17	13	16	41	32	40	104	50	63	145
23	22	10	4	7	19	14	17	40	32	41	105	51	64	147
22	20	10	3	6	21	15	18	39	33	42	107	52	65	149
21	18	10	2	5	23	16	19	38	34	43	109	52	66	150
20	16	10	1	4	24	17	20	37	35	44	111	53	67	152
19	14	10	0	3	26	18	21	36	36	45	113	54	68	154
18	12	10	0	2	28	19	22	35	37	46	115	55	69	156
17	10	10	0	1	30	20	23	34	38	47	116	56	70	158
16	8	10	0	0	32	21	24	33	39	48	118	57	71	159
15	6	10	0	0	33	22	25	32	40	49	120	58	72	161
14	4	10	0	0	35	23	26	31	40	50	122	59	73	163
13	2	10	0	0	37	24	27	30	40	51	123	60	74	165
12	0	10	0	0	39	25	28	29	41	52	125	61	75	167
11	0	10	0	0	41	26	29	28	42	53	127	62	76	168
10	0	10	0	0	42	27	30	27	43	54	129	63	77	170
9	0	10	0	0	44	28	31	26	43	54	131	64	78	172

B. Fahrenheit-Grade als Einheit, — 40° bis 212° F.

Fahr.	Cels.	Réaum.	Fahr.	Cels.	Réaum.	Fahr.	Cels.	Réaum.
—40	—40·0	—32·0	+ 1	—17·2	—13·8	+42	+ 5·6	+ 4·4
39	39·4	31·6	2	16·7	13·3	43	6·1	4·9
38	38·9	31·1	3	16·1	12·9	44	6·7	5·3
37	38·3	30·7	4	15·6	12·4	45	7·2	5·8
36	37·8	30·2	5	15·0	12·0	46	7·8	6·2
35	37·2	29·8	6	14·4	11·6	47	8·3	6·7
34	36·7	29·3	7	13·9	11·1	48	8·9	7·1
33	36·1	28·9	8	13·3	10·7	49	9·4	7·6
32	35·6	28·4	9	12·8	10·2	50	10·0	8·0
31	35·0	28·0	10	12·2	9·8	51	10·6	8·4
30	34·4	27·6	11	11·7	9·3	52	11·1	8·9
29	33·9	27·1	12	11·1	8·9	53	11·7	9·3
28	33·3	26·7	13	10·6	8·4	54	12·2	9·8
27	32·8	26·2	14	10·0	8·0	55	12·8	10·2
26	32·2	25·8	15	9·4	7·6	56	13·3	10·7
25	31·7	25·3	16	8·9	7·1	57	13·9	11·1
24	31·1	24·9	17	8·3	6·7	58	14·4	11·6
23	30·6	24·4	18	7·8	6·2	59	15·0	12·0
22	30·0	24·0	19	7·2	5·8	60	15·6	12·4
21	29·4	23·6	20	6·7	5·3	61	16·1	12·9
20	28·9	23·1	21	6·1	4·9	62	16·7	13·3
19	28·3	22·7	22	5·6	4·4	63	17·2	13·8
18	27·8	22·2	23	5·0	4·0	64	17·8	14·2
17	27·2	21·8	24	4·4	3·6	65	18·3	14·7
16	26·7	21·3	25	3·9	3·1	66	18·9	15·1
15	26·1	20·9	26	3·3	2·7	67	19·4	15·6
14	25·6	20·4	27	2·8	2·2	68	20·0	16·0
13	25·0	20·0	28	2·2	1·8	69	20·6	16·4
12	24·4	19·6	29	1·7	1·3	70	21·1	16·9
11	23·9	19·1	30	1·1	0·9	71	21·7	17·3
10	23·3	18·7	31	0·6	0·4	72	22·2	17·8
9	22·8	18·2	32	+ 0·0	+ 0·0	73	22·8	18·2
8	22·2	17·8	33	0·6	0·4	74	23·3	18·7
7	21·7	17·3	34	1·1	0·9	75	23·9	19·1
6	21·1	16·9	35	1·7	1·3	76	24·4	19·6
5	20·6	16·4	36	2·2	1·8	77	25·0	20·0
4	20·0	16·0	37	2·8	2·2	78	25·6	20·4
3	19·4	15·6	38	3·3	2·7	79	26·1	20·9
2	18·9	15·1	39	3·9	3·1	80	26·7	21·3
1	18·3	14·7	40	4·4	3·6	81	27·2	21·8
0	17·8	14·2	41	5·0	4·0	82	27·8	22·2

Fahr.	Cels.	Réaum.	Fahr.	Cels.	Réaum.	Fahr.	Cels.	Réaum.
+ 83	+28·3	+22·7	+127	+52·8	+42·2	+170	+76·7	+61·3
84	28·9	23·1	128	53·3	42·7	171	77·2	61·8
85	29·4	23·6	129	53·9	43·1	172	77·8	62·2
86	30·0	24·0	130	54·4	43·6	173	78·3	62·7
87	30·6	24·4	131	55·0	44·0	174	78·9	63·1
88	31·1	24·9	132	55·6	44·4	175	79·4	63·6
89	31·7	25·3	133	56·1	44·9	176	80·0	64·0
90	32·2	25·8	134	56·7	45·3	177	80·6	64·4
91	32·8	26·2	135	57·2	45·8	178	81·1	64·9
92	33·3	26·7	136	57·8	46·2	179	81·7	65·3
93	33·9	27·1	137	58·3	46·7	180	82·2	65·8
94	34·4	27·6	138	58·9	47·1	181	82·8	66·2
95	35·0	28·0	139	59·4	47·6	182	83·3	66·7
96	35·6	28·4	140	60·0	48·0	183	83·9	67·1
97	36·1	28·9	141	60·6	48·4	184	84·4	67·6
98	36·7	29·3	142	61·1	48·9	185	85·0	68·0
99	37·2	29·8	143	61·7	49·3	186	85·6	68·4
100	37·8	30·2	144	62·2	49·8	187	86·1	68·9
101	38·3	30·7	145	62·8	50·2	188	86·7	69·3
102	38·9	31·1	146	63·3	50·7	189	87·2	69·8
103	39·4	31·6	147	63·9	51·1	190	87·8	70·2
104	40·0	32·0	148	64·4	51·6	191	88·3	70·7
105	40·6	32·4	149	65·0	52·0	192	88·9	71·1
106	41·1	32·9	150	65·6	52·4	193	89·4	71·6
107	41·7	33·3	151	66·1	52·9	194	90·0	72·0
108	42·2	33·8	152	66·7	53·3	195	90·6	72·4
109	42·8	34·2	153	67·2	53·8	196	91·1	72·9
110	43·3	34·7	154	67·8	54·2	197	91·7	73·3
111	43·9	35·1	155	68·3	54·7	198	92·2	73·8
112	44·4	35·6	156	68·9	55·1	199	92·8	74·2
113	45·0	36·0	157	69·4	55·6	200	93·3	74·7
114	45·6	36·4	158	70·0	56·0	201	93·9	75·1
115	46·1	36·9	159	70·6	56·4	202	94·4	75·6
116	46·7	37·3	160	71·1	56·9	203	95·0	76·0
117	47·2	37·8	161	71·7	57·3	204	95·6	76·4
118	47·8	38·2	162	72·2	57·8	205	96·1	76·9
119	48·3	38·7	163	72·8	58·2	206	96·7	77·3
120	48·9	39·1	164	73·3	58·7	207	97·2	77·8
121	49·4	39·6	165	73·9	59·1	208	97·8	78·2
122	50·0	40·0	166	74·4	59·6	209	98·3	78·7
123	50·6	40·4	167	75·0	60·0	210	98·9	79·1
124	51·1	40·9	168	75·6	60·4	211	99·4	79·6
125	51·7	41·3	169	76·1	60·9	212	100·0	80·0
126	52·2	41·8						

C. Grade über dem Siedepunkt des Wassers.

F.	C.	F.	C.	F.	C.	F.	C.	F.	C.	F.	C.	F.	C.
220	104	420	216	620	327	820	438	1040	560	1440	782	1840	1004
230	110	430	221	630	332	830	443	1060	571	1460	793	1860	1016
240	116	440	227	640	338	840	449	1080	582	1480	804	1880	1027
250	121	450	232	650	343	850	454	1100	593	1500	816	1900	1038
260	127	460	238	660	349	860	460	1120	604	1520	827	1920	1049
270	132	470	243	670	354	870	466	1140	616	1540	838	1940	1060
280	138	480	249	680	360	880	471	1160	627	1560	849	1960	1071
290	143	490	254	690	366	890	477	1180	639	1580	860	1980	1082
300	149	500	260	700	371	900	482	1200	649	1600	871	2000	1093
310	155	510	266	710	377	910	488	1220	660	1620	882	2100	1149
320	160	520	271	720	382	920	493	1240	671	1640	893	2200	1204
330	166	530	277	730	388	930	499	1260	682	1660	904	2300	1260
340	171	540	282	740	393	940	504	1280	693	1680	916	2400	1315
350	177	550	288	750	399	950	510	1300	704	1700	927	2500	1371
360	182	560	293	760	404	960	516	1320	716	1720	938	2600	1427
370	188	570	299	770	410	970	521	1340	727	1740	949	2700	1482
380	193	580	304	780	416	980	527	1360	738	1760	960	2800	1537
390	199	590	310	790	421	990	532	1380	749	1780	971	2900	1593
400	204	600	316	800	427	1000	538	1400	760	1800	982	3000	1649
410	210	610	321	810	432	1020	549	1420	771	1820	993		

17. Schmelzpunkte (Gefrierpunkte).

Äthylalkohol	—130 ⁰	Bronze	900
Ammoniak	—75	Cadmium	321
Aluminium	657	*Calciumfluorid	1330 · 1378
Antimon	630	Colophonium	135
Benzol	6	Eisen, Roheisen	
Blei	327	weiß	1075 · 1135
Bleichlorid	498	Eisen, Roheisen	
Bleiglätte	954	grau	1200 · 1250
Borsäure	186	Schmiedeseisen	1500
Brom	—73	Erdpech	100
Bromwasserstoff	—87	Glas, bleihaltig	1000

*) Für die mit einem * bezeichneten Stoffe gehen die Angaben in der Literatur wesentlich auseinander. Die angegebenen Werte repräsentieren die extremen Angaben.

Glas, bleifrei	1200	Rosesches Metall	94
Gold	1063	Salpetersäure	—50
Hammeltalg	42	Schweinefett	27
Jod	113	Schwefel	113
Jodwasserstoff	—50	Schwefelkohlen-	
Kaliumcarbonat	878—898	stoff	—116
Kaliumchlorat	372	Schwefelsäure s.	
Kaliumchlorid	804	spez. Teil	
*Kaliumjodid	677—723	Schwefelwasser-	
Kaliumnitrat	336—342	stoff	—85
*Kaliumsulfat	1058-1076	Schwefeldioxyd	—72·7
Kobalt	1490	Schwefeltrioxyd	14·8
Kohlendioxyd	—79	Selen	217
Kupfer	1083	Silber	961
Kupferchlorid	498	Silberchlorid	450
Kupferchlorür	434	Stahl	1375
Magnesium	650	Stearinsäure	70
Messing	900	*Stickoxyd	—150 bis
Naphthalin	79		—160·6
Natriumcarbonat	850	Stickoxydul	—102
Natriumchlorat	302	Stickstofftetroxyd	—11
Natriumchlorid	800	Tantal	2850
Natriumnitrat	318	Thallium	301
Natriumsulfat	884	Wachs (Bienen)	62—70
Nickel	1452	Walrat	45—50
Palmöl	29	Wismut	268
Paraffin	45—60	Wolfram	2900
Pech (hartes Stein-		Woods Metall	70
kohlenpech)	150—200	Xylol, Ortho-	—28
Phosphor	44	Xylol, Meta-	—54
Platin	1753	Zink	419
Quecksilber	—39·4	Zinn	232
Quecksilberchlorid	288	Zinntetrachlorid	—33
Rindstalg	40		

*) Für die mit einem * bezeichneten Stoffe gehen die Angaben in der Literatur wesentlich auseinander. Die angegebenen Werte repräsentieren die extremen Angaben.

18. Gefrierpunkte von Lösungen.

	Gefrierpunktserniedrigung pro Proc. gelöster Substanz Grad		Gefrierpunktserniedrigung pro Proc. gelöster Substanz Grad
Ammonnitrat	0·400	Magnesiumsulfat	0·073
Ammonsulfat	0·28	Natriumhydr- oxyd	0·905
Baryumchlorid	0·188	Natriumcarbonat	0·38
Baryumnitrat	0·178	Quecksilber- chlorid	0·048
Calciumnitrat	0·277	Silbernitrat	0·175
Kaliumhydroxyd	0·399		
Kaliumcarbonat	0·317		
Lithiumchlorid	0·866		

19. Kältemischungen.

Die niedrigste Temperatur, die eine Kältemischung hervorbringen kann, ist der Gefrierpunkt der entstehenden Lösung.

Mischungen	Gewichtsteile	Das Thermometer sinkt von auf		Mischungen	Gewichtsteile	Das Thermometer sinkt von auf	
Natriumsulfat	6	10°	- 25°	verd. Salpetersäure	1	+ 14°	- 35°
Ammonnitrat	5			Schnee	1		
verd. Salpetersäure	4	10°	- 12°	Natriumsulfat	8	10°	- 18°
Salmiak	5			Salzsäure	5		
Salpeter	5			Ammonnitrat	1		
Wasser	16			Wasser	1		
Natriumsulfat	3	10°	- 10°	Kaliumhydr- oxyd	4	0°	- 37°
verd. Salpetersäure	2			Schnee	3		
Natriumsulfat	6	10°	- 23°	verd. Salpetersäure	1	0°	- 40°
Salmiak	4			verd. Schwefel- säure	1		
Salpeter	2			Schnee	2		
verd. Salpetersäure	4			verd. Schwefel- säure	1		
Natriumchlorid	1	0°	- 18°	Schnee	1	+ 5°	- 41°
Schnee	3			Schnee	1		
Salmiak	1	8°	- 24°	Calciumchlorid	3	0°	- 33°
Salpeter	1			Schnee	2		
Wasser	1			Calciumchlorid	2		
				Schnee	1	0°	- 42°

20. Siedepunkte.

Aceton	56	Natrium-Acetat (ges.)	125
Äther	35	„ Carbonat „	105
Aldehyd	21	„ Chlorid „	108·8
Alkohol	78	„ Nitrat „	120
Ammoniak (wasserfrei)	— 33·7	„ phosphat	106·6
Ammonnitrat (gesättigt)	240	Quecksilber	356
Baryumchlorid „	104·5	Salpetersäure, stärkste	86
Benzol	80·4	„ „ sp. G. 1·42	121
Brom	63	Salpetrigsäureanhydrid	3·5
Chlor	— 33·6	Salzsäure, 20·2 Proz.	110
Calciumchlorid (gesätt.)	260	Schwefel	444·4
„ „ (66 proz.)	156	Schwefelkohlenstoff	46
„ „ (33 „)	128	Schwefelsäureanhy-	
Calciumnitrat (gesätt.)	151	drid α	15
Holzgeist	60	Schwefelsäureanhy-	
Jod	184·4	drid β	50
Kalium-Acetat (gesätt.)	161	Schwefelsäurehydrat	326
„ Carbonat „	130	Schwefeldioxyd	— 10
„ Chlorat „	104·2	Stickoxydul	— 88
„ Chlorid „	108·5	Stickstofftetroxyd	20
„ Nitrat „	114·1	Terpentinöl	160
„ Sulfat „	102·1	Toluol	111
Kohlendioxyd	— 78	Xylole	136—141
Naphthalin	218	Zink	916

21. Schmelzwärme verschiedener Körper in kg-Kalorien.

Blei	5·4	Phosphor	5·0
Cadmium	13·7	Platin	27·2
Eis (Wasser)	80·0	Quecksilber	2·8
Hochofenschlacke	50	Roheisen, grau	23
Kaliumhydroxyd	28·6	„ weiß	33
Kupfer	43·0	Schwefel	9·4
Natriumhydroxyd	40·0	Silber	24·7
Nickel	4·6	Zink	28·1
Paraffin	35·1	Zinn	14·6

22. Wärme-Leitungskoeffizienten für verschiedene Stoffe.

(In Wärmeeinheiten pro Quadratmeter, Stunde und
1° Temperaturdifferenz.)

Aluminium	12·4—13	Isolierstoffe	0·05—0·15	Pappe	0·16
Baumwolle	0·014	Kautschuk	0·17	Quarzsand	0·047
Blei	26—30	Kiefernholz	0·108	Quecksilber	5·4—7·2
Bruchstein-		Kork	0·26	Steinkohle	0·11
mauerwerk	1·3—2·1	Kreide	0·80	Stuck	0·47
Cement	0·06	Kupfer	330	Thon-Ziegel	0·70
Eisen	40—70	Luft	0·018—0·02	Wasser	0·44—0·56
Eis	0·8—2·0	Marmor	0·43—0·65	Zink	105
Filz	0·031	Messing	72—108	Zinn	54
Glas	0·047—0·061	Olivenöl	0·142		

24. Reduktion der Gas-Volumina auf

Allgemeine Formel für trockene Gase- $V_0 = \frac{V \times 273b}{(273 + t) 760}$

b = Barometerstand (reduziert auf 0°). t = Temperatur.

I. Tabelle zur Reduktion der gefundenen

0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	0°
1	0·996	0·993	0·989	0·986	0·982	0·978	0·975	0·972	0·968	0·965	1
2	1·993	1·985	1·978	1·971	1·964	1·957	1·950	1·943	1·936	1·929	2
3	2·989	2·978	2·967	2·957	2·946	2·936	2·925	2·915	2·904	2·894	3
4	3·985	3·971	3·956	3·942	3·928	3·914	3·900	3·886	3·872	3·859	4
5	4·982	4·964	4·946	4·928	4·910	4·893	4·875	4·858	4·841	4·824	5
6	5·978	5·956	5·935	5·913	5·892	5·871	5·850	5·830	5·809	5·788	6
7	6·974	6·949	6·924	6·899	6·874	6·850	6·825	6·801	6·777	6·753	7
8	7·970	7·942	7·913	7·885	7·856	7·828	7·800	7·773	7·745	7·718	8
9	8·967	8·934	8·902	8·870	8·838	8·807	8·775	8·744	8·713	8·682	9
10	9·963	9·927	9·891	9·856	9·820	9·785	9·750	9·716	9·681	9·647	10
11	10·96	10·92	10·88	10·84	10·80	10·76	10·73	10·69	10·65	10·61	11
12	11·96	11·91	11·87	11·83	11·78	11·74	11·70	11·66	11·62	11·57	12
13	12·95	12·91	12·86	12·81	12·76	12·72	12·68	12·63	12·59	12·54	13
14	13·95	13·90	13·85	13·80	13·75	13·70	13·65	13·60	13·55	13·50	14
15	14·95	14·89	14·84	14·78	14·73	14·68	14·63	14·57	14·52	14·47	15
16	15·94	15·88	15·83	15·77	15·71	15·66	15·60	15·55	15·49	15·43	16
17	16·94	16·87	16·82	16·75	16·69	16·64	16·58	16·52	16·46	16·40	17
18	17·93	17·87	17·81	17·74	17·67	17·61	17·55	17·49	17·43	17·36	18
19	18·93	18·86	18·79	18·72	18·65	18·59	18·53	18·46	18·39	18·33	19
20	19·93	19·85	19·78	19·71	19·64	19·57	19·50	19·43	19·36	19·29	20
21	20·93	20·84	20·77	20·69	20·62	20·55	20·48	20·40	20·33	20·26	21
22	21·92	21·84	21·76	21·68	21·60	21·53	21·45	21·37	21·30	21·22	22
23	22·92	22·83	22·75	22·66	22·58	22·51	22·43	22·35	22·26	22·18	23
24	23·92	23·82	23·74	23·65	23·56	23·48	23·40	23·32	23·23	23·15	24
25	24·91	24·81	24·73	24·64	24·55	24·46	24·38	24·29	24·20	24·11	25
26	25·91	25·81	25·72	25·62	25·53	25·44	25·35	25·26	25·17	25·08	26
27	26·90	26·80	26·71	26·61	26·52	26·42	26·33	26·23	26·13	26·04	27
28	27·90	27·79	27·69	27·59	27·50	27·40	27·30	27·20	27·10	27·01	28
29	28·90	28·78	28·68	28·58	28·48	28·38	28·28	28·17	28·07	27·97	29
30	29·89	29·78	29·67	29·57	29·46	29·36	29·25	29·15	29·04	28·94	30
31	30·89	30·77	30·66	30·55	30·44	30·34	30·23	30·12	30·01	29·91	31
32	31·88	31·76	31·65	31·54	31·42	31·32	31·20	31·09	30·98	30·87	32
33	32·88	32·76	32·64	32·52	32·40	32·30	32·18	32·06	31·94	31·84	33
34	33·88	33·75	33·63	33·51	33·38	33·27	33·15	33·03	32·91	32·80	34
35	34·87	34·74	34·62	34·50	34·37	34·25	34·13	34·01	33·88	33·77	35
36	35·87	35·74	35·61	35·48	35·35	35·23	35·10	34·98	34·85	34·73	36
37	36·87	36·73	36·60	36·47	36·33	36·21	36·08	35·95	35·82	35·70	37
38	37·86	37·72	37·59	37·45	37·32	37·19	37·05	36·92	36·79	36·66	38
39	38·86	38·71	38·58	38·44	38·30	38·16	38·03	37·89	37·75	37·62	39
40	39·85	39·71	39·56	39·42	39·28	39·14	39·00	38·86	38·72	38·59	40
41	40·85	40·70	40·55	40·41	40·26	40·12	39·98	39·83	39·69	39·55	41
42	41·85	41·69	41·54	41·39	41·24	41·10	40·95	40·80	40·66	40·52	42
43	42·84	42·68	42·53	42·38	42·22	42·08	41·93	41·78	41·62	41·48	43
44	43·84	43·68	43·52	43·37	43·20	43·05	42·90	42·75	42·59	42·45	44
45	44·84	44·67	44·51	44·35	44·19	44·03	43·88	43·72	43·56	43·41	45
46	45·83	45·66	45·50	45·34	45·17	45·01	44·85	44·69	44·53	44·38	46
47	46·83	46·65	46·49	46·32	46·15	45·99	45·83	45·66	45·50	45·34	47
48	47·83	47·65	47·48	47·31	47·13	46·97	46·80	46·63	46·47	46·31	48
49	48·82	48·64	48·47	48·29	48·12	47·95	47·78	47·60	47·44	47·27	49
50	49·82	49·64	49·46	49·28	49·10	48·93	48·75	48·58	48·41	48·24	50

Normaltemperatur und Druck.

für feuchte Gase: $V_0 = \frac{V \times 273 (b - f)}{(273 + t) 760}$.

f = Wasserdampfspannung für die Temperatur (vgl. Tabelle 28).

Volume des Gases auf die Temperatur von 0°.

0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	0°
51	50·82	50·63	50·45	50·26	50·08	49·91	49·73	49·55	49·38	49·21	51
52	51·81	51·62	51·44	51·25	51·06	50·89	50·70	50·52	50·35	50·17	52
53	52·81	52·62	52·43	52·24	52·05	51·87	51·68	51·49	51·31	51·13	53
54	53·81	53·61	53·42	53·22	53·03	52·84	52·65	52·46	52·28	52·10	54
55	54·80	54·60	54·41	54·21	54·01	53·82	53·63	53·44	53·25	53·06	55
56	55·80	55·60	55·40	55·19	54·99	54·80	54·60	54·41	54·22	54·03	56
57	56·80	56·59	56·39	56·18	55·97	55·78	55·58	55·38	55·19	54·99	57
58	57·79	57·58	57·37	57·16	56·95	56·76	56·55	56·35	56·15	55·96	58
59	58·79	58·57	58·37	58·15	57·93	57·74	57·53	57·32	57·12	56·92	59
60	59·78	59·56	59·35	59·13	58·92	58·71	58·50	58·30	58·09	57·88	60
61	60·78	60·56	60·34	60·12	59·90	59·69	59·48	59·27	59·06	58·85	61
62	61·78	61·55	61·33	61·10	60·88	60·67	60·45	60·24	60·03	59·81	62
63	62·77	62·54	62·32	62·09	61·86	61·65	61·43	61·21	61·00	60·77	63
64	63·77	63·53	63·31	63·07	62·84	62·63	62·40	62·18	61·96	61·74	64
65	64·76	64·53	64·30	64·06	63·83	63·61	63·38	63·15	62·93	62·70	65
66	65·76	65·52	65·29	65·04	64·81	64·58	64·35	64·13	63·89	63·67	66
67	66·75	66·51	66·27	66·03	65·79	65·56	65·33	65·10	64·86	64·63	67
68	67·75	67·50	67·26	67·02	66·77	66·54	66·30	66·07	65·83	65·60	68
69	68·75	68·50	68·25	68·01	67·75	67·52	67·28	67·04	66·80	66·56	69
70	69·74	69·49	69·24	68·99	68·74	68·50	68·25	68·01	67·77	67·53	70
71	70·74	70·48	70·23	69·98	69·72	69·46	69·23	68·98	68·74	68·49	71
72	71·74	71·48	71·22	70·96	70·70	70·46	70·20	69·95	69·71	69·46	72
73	72·73	72·47	72·21	71·95	71·69	71·44	71·18	70·93	70·67	70·42	73
74	73·73	73·46	73·20	72·93	72·67	72·41	72·15	71·90	71·64	71·39	74
75	74·72	74·45	74·19	73·92	73·65	73·39	73·13	72·87	72·61	72·35	75
76	75·72	75·45	75·18	74·90	74·63	74·37	74·10	73·84	73·58	73·32	76
77	76·72	76·44	76·17	75·89	75·61	75·35	75·08	74·81	74·55	74·28	77
78	77·71	77·43	77·15	76·87	76·59	76·33	76·05	75·78	75·51	75·25	78
79	78·71	78·42	78·14	77·86	77·58	77·31	77·03	76·75	76·48	76·21	79
80	79·70	79·42	79·13	78·85	78·56	78·28	78·00	77·73	77·45	77·18	80
81	80·70	80·41	80·12	79·83	79·54	79·26	78·98	78·70	78·42	78·14	81
82	81·69	81·40	81·11	80·82	80·52	80·24	79·95	79·67	79·39	79·11	82
83	82·69	82·39	82·10	81·81	81·51	81·22	80·93	80·64	80·36	80·07	83
84	83·69	83·39	83·09	82·79	82·49	82·20	81·90	81·61	81·32	81·04	84
85	84·68	84·38	84·08	83·78	83·47	83·17	82·88	82·58	82·29	82·00	85
86	85·68	85·37	85·07	84·76	84·45	84·15	83·85	83·55	83·26	82·97	86
87	86·68	86·37	86·06	85·75	85·43	85·13	84·83	84·53	84·23	83·93	87
88	87·67	87·36	87·05	86·73	86·42	86·11	85·80	85·50	85·20	84·90	88
89	88·67	88·35	88·04	87·72	87·40	87·09	86·78	86·47	86·16	85·86	89
90	89·67	89·34	89·02	88·70	88·38	88·07	87·75	87·44	87·13	86·82	90
91	90·66	90·34	90·01	89·69	89·36	89·05	88·73	88·41	88·10	87·79	91
92	91·66	91·33	91·00	90·67	90·34	90·03	89·70	89·38	89·07	88·75	92
93	92·66	92·32	91·99	91·66	91·33	91·01	90·68	90·36	90·03	89·72	93
94	93·65	93·31	92·98	92·64	92·31	91·98	91·65	91·33	91·00	90·68	94
95	94·65	94·31	93·97	93·63	93·29	92·96	92·63	92·30	91·97	91·65	95
96	95·65	95·30	94·96	94·61	94·27	93·94	93·60	93·27	92·94	92·61	96
97	96·64	96·29	95·95	95·60	95·25	94·92	94·58	94·24	93·91	93·57	97
98	97·64	97·28	96·93	96·58	96·24	95·90	95·55	95·21	94·87	94·54	98
99	98·64	98·27	97·92	97·57	97·22	96·87	96·53	96·18	95·84	95·50	99
100	99·63	99·27	98·91	98·56	98·20	97·85	97·50	97·16	96·81	96·47	100

I. Tabelle zur Reduktion der gefundenen Volume des

o ⁰	11 ⁰	12 ⁰	13 ⁰	14 ⁰	15 ⁰	16 ⁰	17 ⁰	18 ⁰	19 ⁰	20 ⁰	o ⁰
1	0·961	0·958	0·955	0·951	0·948	0·945	0·941	0·938	0·935	0·932	1
2	1·923	1·916	1·909	1·903	1·896	1·889	1·883	1·876	1·869	1·864	2
3	2·884	2·874	2·864	2·854	2·844	2·834	2·824	2·815	2·805	2·795	3
4	3·845	3·832	3·818	3·805	3·792	3·779	3·766	3·753	3·740	3·727	4
5	4·807	4·790	4·773	4·757	4·740	4·724	4·707	4·691	4·675	4·659	5
6	5·768	5·747	5·728	5·708	5·688	5·668	5·648	5·629	5·609	5·591	6
7	6·729	6·705	6·682	6·659	6·636	6·613	6·590	6·567	6·544	6·523	7
8	7·690	7·663	7·637	7·610	7·584	7·558	7·531	7·506	7·479	7·454	8
9	8·652	8·621	8·591	8·562	8·532	8·502	8·472	8·444	8·414	8·386	9
10	9·613	9·579	9·546	9·513	9·480	9·447	9·414	9·382	9·349	9·318	10
11	10·57	10·53	10·50	10·46	10·43	10·39	10·35	10·32	10·28	10·25	11
12	11·53	11·49	11·45	11·42	11·38	11·33	11·30	11·26	11·21	11·18	12
13	12·49	12·45	12·41	12·36	12·32	12·28	12·24	12·20	12·15	12·11	13
14	13·45	13·41	13·36	13·31	13·27	13·22	13·18	13·13	13·08	13·04	14
15	14·42	14·37	14·32	14·27	14·22	14·17	14·12	14·07	14·02	13·97	15
16	15·38	15·32	15·27	15·22	15·17	15·11	15·06	15·01	14·96	14·91	16
17	16·34	16·28	16·23	16·17	16·12	16·06	16·00	15·95	15·89	15·84	17
18	17·30	17·24	17·18	17·12	17·06	17·00	16·94	16·89	16·82	16·76	18
19	18·26	18·20	18·14	18·07	18·01	17·95	17·89	17·83	17·76	17·70	19
20	19·23	19·16	19·09	19·03	18·96	18·89	18·83	18·76	18·69	18·64	20
21	20·19	20·12	20·04	19·98	19·91	19·84	19·77	19·70	19·62	19·57	21
22	21·15	21·08	21·00	20·93	20·86	20·78	20·71	20·64	20·56	20·50	22
23	22·11	22·03	21·95	21·88	21·80	21·73	21·65	21·58	21·50	21·43	23
24	23·07	22·99	22·91	22·83	22·75	22·67	22·59	22·51	22·43	22·37	24
25	24·03	23·95	23·86	23·78	23·70	23·61	23·54	23·45	23·37	23·30	25
26	25·00	24·91	24·81	24·73	24·65	24·56	24·48	24·39	24·30	24·23	26
27	25·96	25·87	25·77	25·69	25·60	25·50	25·42	25·33	25·23	25·16	27
28	26·92	26·82	26·72	26·64	26·54	26·45	26·36	26·25	26·17	26·09	28
29	27·88	27·78	27·68	27·59	27·49	27·39	27·30	27·20	27·10	27·02	29
30	28·84	28·74	28·64	28·54	28·44	28·34	28·24	28·15	28·05	27·95	30
31	29·80	29·70	29·59	29·49	29·39	29·28	29·18	29·09	28·99	28·87	31
32	30·76	30·66	30·55	30·44	30·34	30·23	30·12	30·03	29·92	29·81	32
33	31·72	31·61	31·50	31·39	31·28	31·17	31·06	30·97	30·86	30·74	33
34	32·68	32·57	32·46	32·34	32·23	32·12	32·01	31·90	31·79	31·68	34
35	33·65	33·53	33·41	33·30	33·18	33·06	32·95	32·84	32·73	32·61	35
36	34·61	34·49	34·37	34·25	34·13	34·01	33·89	33·78	33·66	33·54	36
37	35·57	35·45	35·32	35·20	35·08	34·95	34·83	34·72	34·59	34·47	37
38	36·53	36·40	36·28	36·15	36·02	35·90	35·77	35·66	35·53	35·40	38
39	37·49	37·36	37·23	37·10	36·97	36·84	36·71	36·59	36·46	36·34	39
40	38·45	38·32	38·18	38·05	37·92	37·79	37·66	37·53	37·40	37·27	40
41	39·41	39·28	39·14	39·00	38·87	38·73	38·60	38·47	38·34	38·20	41
42	40·37	40·24	40·09	39·95	39·82	39·68	39·54	39·41	39·27	39·13	42
43	41·33	41·19	41·05	40·90	40·76	40·62	40·48	40·35	40·21	40·07	43
44	42·30	42·15	42·00	41·86	41·71	41·57	41·43	41·28	41·14	41·00	44
45	43·26	43·11	42·95	42·81	42·66	42·51	42·37	42·22	42·08	41·93	45
46	44·22	44·07	43·91	43·76	43·61	43·46	43·31	43·16	43·01	42·86	46
47	45·18	45·03	44·86	44·71	44·56	44·40	44·25	44·10	43·94	43·79	47
48	46·14	45·98	45·82	45·66	45·50	45·35	45·19	45·04	44·88	44·72	48
49	47·10	46·94	46·77	46·61	46·45	46·29	46·13	45·97	45·81	45·65	49
50	48·07	47·90	47·73	47·57	47·40	47·24	47·07	46·91	46·75	46·59	50

Gases auf die Temperatur von 0°. (Fortsetzung.)

0°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	0°
51	49·03	48·86	48·69	48·52	48·35	48·18	48·01	47·85	47·68	47·52	51
52	49·99	49·82	49·64	49·47	49·30	49·13	48·95	48·79	48·62	48·45	52
53	50·95	50·77	50·59	50·42	50·24	50·07	49·89	49·72	49·55	49·38	53
54	51·91	51·73	51·55	51·37	51·19	51·02	50·84	50·66	50·49	50·32	54
55	52·87	52·69	52·50	52·33	52·14	51·96	51·78	51·60	51·43	51·25	55
56	53·84	53·65	53·46	53·28	53·09	52·91	52·72	52·54	52·36	52·18	56
57	54·80	54·61	54·41	54·23	54·04	53·86	53·66	53·48	53·29	53·11	57
58	55·76	55·56	55·37	55·18	54·98	54·80	54·60	54·42	54·23	54·04	58
59	56·72	56·52	56·32	56·13	55·93	55·74	55·54	55·35	55·16	54·97	59
60	57·68	57·47	57·28	57·08	56·88	56·68	56·48	56·29	56·09	55·91	60
61	58·64	58·43	58·23	58·03	57·83	57·63	57·42	57·23	57·02	56·84	61
62	59·60	59·39	59·19	58·98	58·78	58·57	58·36	58·17	57·96	57·77	62
63	60·56	60·35	60·14	59·93	59·72	59·52	59·30	59·11	58·90	58·71	63
64	61·53	61·31	61·10	60·88	60·67	60·46	60·25	60·04	59·83	59·64	64
65	62·49	62·26	62·05	61·84	61·62	61·40	61·19	60·98	60·77	60·57	65
66	63·45	63·22	63·01	62·79	62·57	62·35	62·13	61·92	61·70	61·50	66
67	64·41	64·18	63·96	63·74	63·52	63·29	63·07	62·86	62·63	62·43	67
68	65·37	65·13	64·92	64·69	64·46	64·23	64·01	63·80	63·57	63·36	68
69	66·33	66·09	65·87	65·64	65·41	65·18	64·95	64·73	64·50	64·30	69
70	67·29	67·05	66·82	66·59	66·36	66·13	65·90	65·67	65·44	65·23	70
71	68·25	68·01	67·77	67·54	67·31	67·07	66·84	66·61	66·38	66·16	71
72	69·21	68·97	68·73	68·49	68·26	68·02	67·78	67·55	67·31	67·09	72
73	70·17	69·92	69·68	69·44	69·20	68·96	68·72	68·49	68·25	68·03	73
74	71·14	70·88	70·64	70·40	70·15	69·91	69·66	69·42	69·18	68·96	74
75	72·10	71·84	71·59	71·35	71·10	70·85	70·61	70·37	70·12	69·89	75
76	73·06	72·80	72·55	72·30	72·05	71·80	71·55	71·30	71·05	70·82	76
77	74·02	73·76	73·51	73·26	73·00	72·74	72·49	72·24	71·98	71·75	77
78	74·98	74·71	74·46	74·20	73·94	73·69	73·43	73·18	72·92	72·68	78
79	75·94	75·67	75·41	75·15	74·89	74·63	74·37	74·11	73·85	73·61	79
80	76·90	76·63	76·37	76·10	75·84	75·58	75·31	75·06	74·79	74·54	80
81	77·86	77·59	77·32	77·05	76·79	76·52	76·25	76·00	75·73	75·47	81
82	78·82	78·55	78·28	78·00	77·74	77·47	77·19	76·94	76·66	76·40	82
83	79·78	79·50	79·23	78·95	78·68	78·41	78·13	77·87	77·60	77·34	83
84	80·75	80·46	80·19	79·91	79·63	79·35	79·08	78·81	78·53	78·27	84
85	81·71	81·42	81·14	80·86	80·58	80·30	80·02	79·75	79·47	79·20	85
86	82·67	82·38	82·10	81·81	81·53	81·24	80·96	80·69	80·40	80·13	86
87	83·63	83·33	83·05	82·76	82·48	82·19	81·90	81·63	81·33	81·06	87
88	84·59	84·29	84·01	83·71	83·42	83·13	82·84	82·57	82·27	81·99	88
89	85·56	85·25	84·96	84·67	84·37	84·08	83·78	83·50	83·22	82·93	89
90	86·52	86·21	85·92	85·62	85·32	85·02	84·72	84·44	84·14	83·86	90
91	87·48	87·17	86·87	86·57	86·27	85·96	85·66	85·38	85·07	84·79	91
92	88·44	88·13	87·83	87·52	87·22	86·91	86·60	86·32	86·01	85·72	92
93	89·40	89·08	88·78	88·47	88·16	87·85	87·54	87·25	86·95	86·66	93
94	90·36	90·04	89·73	89·42	89·11	88·80	88·49	88·19	87·88	87·58	94
95	91·33	91·00	90·68	90·38	90·06	89·74	89·43	89·13	88·82	88·52	95
96	92·29	91·96	91·64	91·33	91·01	90·69	90·37	90·07	89·75	89·45	96
97	93·25	92·92	92·59	92·28	91·96	91·63	91·31	91·00	90·68	90·38	97
98	94·21	93·87	93·55	93·23	92·90	92·58	92·25	91·94	91·62	91·31	98
99	95·17	94·83	94·50	94·18	93·85	93·52	93·19	92·88	92·55	92·24	99
100	96·13	95·79	95·46	95·13	94·80	94·47	94·14	93·82	93·49	93·18	100

I. Tabelle zur Reduktion der gefundenen Volume des

0 ⁰	21 ⁰	22 ⁰	23 ⁰	24 ⁰	25 ⁰	26 ⁰	27 ⁰	28 ⁰	29 ⁰	0 ⁰
1	0·929	0·926	0·922	0·919	0·916	0·913	0·910	0·907	0·904	1
2	1·857	1·851	1·845	1·839	1·832	1·826	1·820	1·814	1·808	2
3	2·786	2·777	2·767	2·758	2·749	2·739	2·730	2·721	2·712	3
4	3·714	3·702	3·690	3·677	3·665	3·652	3·640	3·628	3·616	4
5	4·643	4·628	4·612	4·597	4·581	4·566	4·551	4·535	4·520	5
6	5·572	5·553	5·534	5·516	5·497	5·479	5·461	5·442	5·424	6
7	6·500	6·479	6·457	6·435	6·413	6·392	6·371	6·349	6·328	7
8	7·429	7·404	7·379	7·354	7·330	7·305	7·281	7·256	7·232	8
9	8·357	8·330	8·302	7·274	8·246	8·218	8·191	8·163	8·136	9
10	9·286	9·255	9·224	9·193	9·162	9·131	9·101	9·070	9·040	10
11	10·21	10·18	10·15	10·11	10·07	10·04	10·01	9·98	9·94	11
12	11·14	11·11	11·07	11·03	10·99	10·96	10·92	10·88	10·85	12
13	12·07	12·03	11·99	11·95	11·91	11·87	11·83	11·79	11·75	13
14	13·00	12·96	12·91	12·87	12·83	12·78	12·74	12·70	12·66	14
15	13·93	13·88	13·84	13·79	13·74	13·70	13·65	13·61	13·56	15
16	14·86	14·81	14·76	14·71	14·66	14·61	14·56	14·51	14·46	16
17	15·79	15·73	15·68	15·63	15·58	15·52	15·47	15·42	15·37	17
18	16·71	16·66	16·60	16·55	16·49	16·44	16·38	16·33	16·27	18
19	17·64	17·58	17·53	17·47	17·41	17·35	17·29	17·23	17·18	19
20	18·57	18·51	18·45	18·39	18·32	18·26	18·20	18·14	18·08	20
21	19·50	19·43	19·37	19·31	19·24	19·17	19·11	19·05	18·98	21
22	20·43	20·36	20·29	20·23	20·15	20·09	20·02	19·95	19·89	22
23	21·36	21·29	21·21	21·15	21·07	21·00	20·93	20·86	20·79	23
24	22·28	22·21	22·14	22·07	21·99	21·91	21·84	21·77	21·70	24
25	23·21	23·14	23·06	22·99	22·90	22·83	22·75	22·68	22·60	25
26	24·14	24·06	23·98	23·91	23·82	23·74	23·66	23·58	23·50	26
27	25·07	24·99	24·90	24·83	24·73	24·65	24·57	24·49	24·41	27
28	26·00	25·91	25·82	25·74	25·65	25·57	25·48	25·40	25·31	28
29	26·93	26·84	26·75	26·67	26·57	26·48	26·39	26·30	26·22	29
30	27·86	27·77	27·67	27·58	27·49	27·39	27·30	27·21	27·12	30
31	28·79	28·70	28·59	28·50	28·41	28·30	28·21	28·12	28·02	31
32	29·72	29·62	29·51	29·42	29·32	29·22	29·12	29·02	28·93	32
33	30·65	30·55	30·44	30·34	30·24	30·13	30·03	29·93	29·83	33
34	31·57	31·47	31·36	31·26	31·16	31·04	30·94	30·84	30·74	34
35	32·50	32·40	32·28	32·18	32·07	31·96	31·85	31·75	31·64	35
36	33·43	33·32	33·20	33·10	32·99	32·87	32·76	32·65	32·54	36
37	34·36	34·25	34·12	34·02	33·90	33·78	33·67	33·56	33·45	37
38	35·29	35·17	35·05	34·93	34·82	34·70	34·58	34·47	34·35	38
39	36·22	36·10	35·97	35·85	35·74	35·61	35·49	35·37	35·26	39
40	37·14	37·02	36·90	36·77	36·65	36·52	36·40	36·28	36·16	40
41	38·07	37·95	37·82	37·69	37·57	37·43	37·31	37·19	37·06	41
42	39·00	38·87	38·74	38·61	38·48	38·35	38·22	38·09	37·97	42
43	39·93	39·80	39·66	39·53	39·40	39·26	39·13	39·00	38·87	43
44	40·85	40·72	40·59	40·45	40·32	40·17	40·04	39·91	39·78	44
45	41·78	41·65	41·51	41·37	41·23	41·09	40·95	40·82	40·68	45
46	42·71	42·57	42·43	42·29	42·15	42·00	41·86	41·72	41·58	46
47	43·64	43·50	43·35	43·21	43·06	42·91	42·77	42·63	42·49	47
48	44·57	44·42	44·27	44·12	43·98	43·83	43·68	43·54	43·39	48
49	45·50	45·35	45·19	45·04	44·89	44·74	44·59	44·44	44·30	49
50	46·43	46·28	46·12	45·97	45·81	45·66	45·51	45·35	45·20	50

Gases auf die Temperatur von 0°. (Fortsetzung.)

0°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	0°
51	47·36	47·20	47·04	46·89	46·73	46·57	46·42	46·26	46·10	51
52	48·29	48·13	47·96	47·81	47·64	47·49	47·33	47·16	47·01	52
53	49·22	49·06	48·89	48·73	48·56	48·40	48·24	48·07	47·91	53
54	50·14	49·98	49·81	49·65	49·48	49·31	49·15	48·98	48·82	54
55	51·07	50·91	50·73	50·57	50·39	50·23	50·06	49·89	49·72	55
56	52·00	51·83	51·65	51·49	51·31	51·14	50·97	50·79	50·62	56
57	52·93	52·76	52·58	52·41	52·22	52·05	51·88	51·70	51·53	57
58	53·86	53·68	53·50	53·32	53·14	52·97	52·79	52·61	52·43	58
59	54·79	54·61	54·42	54·24	54·06	53·88	53·70	53·51	53·34	59
60	55·72	55·53	55·34	55·16	54·97	54·79	54·61	54·42	54·24	60
61	56·65	56·46	56·26	56·08	55·89	55·70	55·52	55·33	55·14	61
62	57·58	57·38	57·19	57·00	56·80	56·62	56·43	56·23	56·05	62
63	58·51	58·31	58·11	57·92	57·72	57·53	57·34	57·14	56·95	63
64	59·43	59·23	59·03	58·84	58·64	58·44	58·25	58·05	57·86	64
65	60·36	60·16	59·95	59·76	59·55	59·36	59·16	58·96	58·76	65
66	61·29	61·08	60·87	60·68	60·47	60·27	60·07	59·86	59·66	66
67	62·22	62·01	61·79	61·60	61·38	61·18	60·98	60·77	60·57	67
68	63·15	62·93	62·72	62·51	62·30	62·10	61·89	61·68	61·47	68
69	64·08	63·86	63·64	63·43	63·22	63·01	62·80	62·58	62·38	69
70	65·00	64·79	64·57	64·35	64·13	63·92	63·71	63·49	63·28	70
71	65·93	65·71	65·49	65·27	65·05	64·83	64·62	64·40	64·18	71
72	66·86	66·64	66·42	66·19	65·96	65·75	65·53	65·30	65·09	72
73	67·79	67·57	67·34	67·11	66·88	66·66	66·44	66·21	65·99	73
74	68·71	68·49	68·26	68·03	67·80	67·57	67·35	67·12	66·90	74
75	69·64	69·42	69·18	68·95	68·71	68·49	68·26	68·03	67·80	75
76	70·57	70·34	70·10	69·87	69·63	69·40	69·17	68·93	68·70	76
77	71·50	71·27	71·03	70·79	70·54	70·31	70·08	69·84	69·61	77
78	72·43	72·19	71·95	71·70	71·46	71·22	70·99	70·75	70·51	78
79	73·36	73·12	72·87	72·62	72·38	72·14	71·90	71·65	71·42	79
80	74·29	74·04	73·79	73·54	73·30	73·05	72·81	72·56	72·32	80
81	75·22	74·97	74·71	74·46	74·22	73·96	73·72	73·47	73·22	81
82	76·15	75·89	75·63	75·38	75·13	74·88	74·63	74·37	74·13	82
83	77·08	76·82	76·56	76·30	76·05	75·79	75·54	75·28	75·03	83
84	78·00	77·74	77·48	77·22	76·96	76·70	76·45	76·19	75·94	84
85	78·93	78·67	78·40	78·14	77·88	77·62	77·36	77·10	76·84	85
86	79·86	79·59	79·32	79·06	78·80	78·53	78·27	78·00	77·74	86
87	80·79	80·52	80·25	79·98	79·71	79·44	79·18	78·91	78·65	87
88	81·72	81·44	81·17	80·90	80·63	80·36	80·09	79·82	79·55	88
89	82·65	82·37	82·09	81·82	81·55	81·27	81·00	80·72	80·46	89
90	83·57	83·30	83·02	82·74	82·46	82·18	81·91	81·63	81·36	90
91	84·50	84·22	83·94	83·66	83·38	83·09	82·82	82·54	82·26	91
92	85·43	85·15	84·86	84·58	84·29	84·01	83·73	83·44	83·17	92
93	86·36	86·08	85·79	85·50	85·21	84·92	84·64	84·35	84·07	93
94	87·28	87·00	86·71	86·42	86·13	85·83	85·55	85·26	84·98	94
95	88·21	87·93	87·63	87·34	87·04	86·75	86·46	86·17	85·88	95
96	89·14	88·85	88·55	88·26	87·96	87·66	87·37	87·07	86·78	96
97	90·07	89·78	89·48	89·18	88·87	88·57	88·28	87·98	87·69	97
98	91·00	90·70	90·40	90·09	89·79	89·48	89·19	88·89	88·59	98
99	91·93	91·63	91·32	91·01	90·71	90·40	90·10	89·79	89·50	99
100	92·86	92·55	92·24	91·93	91·62	91·31	91·01	90·70	90·40	100

II. Tabelle zur Reduktion der gefundenen Volume

(Die am Barometer abgelesene Zahl ist für Temperaturen von um 3 mm zu vermindern, um die Aus-

760	680	682	684	686	688	690	692	694	760
1	0·895	0·897	0·900	0·903	0·905	0·908	0·911	0·913	1
2	1·789	1·795	1·800	1·805	1·811	1·816	1·821	1·826	2
3	2·684	2·692	2·700	2·708	2·716	2·724	2·732	2·739	3
4	3·579	3·589	3·600	3·610	3·621	3·632	3·642	3·653	4
5	4·474	4·487	4·500	4·513	4·526	4·539	4·553	4·566	5
6	5·368	5·384	5·400	5·416	5·432	5·448	5·463	5·479	6
7	6·263	6·281	6·300	6·318	6·337	6·355	6·374	6·392	7
8	7·158	7·179	7·200	7·221	7·242	7·263	7·284	7·305	8
9	8·053	8·076	8·100	8·124	8·147	8·171	8·195	8·218	9
10	8·947	8·974	9·000	9·026	9·053	9·079	9·105	9·131	10
11	9·842	9·871	9·900	9·929	9·958	9·987	10·02	10·04	11
12	10·74	10·77	10·80	10·83	10·86	10·89	10·93	10·96	12
13	11·63	11·67	11·70	11·73	11·77	11·80	11·84	11·87	13
14	12·53	12·56	12·60	12·64	12·67	12·71	12·75	12·78	14
15	13·42	13·46	13·50	13·54	13·58	13·62	13·66	13·70	15
16	14·32	14·36	14·40	14·44	14·48	14·53	14·57	14·61	16
17	15·21	15·25	15·30	15·34	15·39	15·43	15·48	15·52	17
18	16·10	16·15	16·20	16·25	16·29	16·34	16·39	16·44	18
19	17·00	17·05	17·10	17·15	17·20	17·25	17·30	17·35	19
20	17·89	17·95	18·00	18·05	18·10	18·16	18·21	18·26	20
21	18·79	18·84	18·90	18·95	19·01	19·07	19·12	19·18	21
22	19·68	19·74	19·80	19·86	19·92	19·97	20·03	20·09	22
23	20·58	20·64	20·70	20·76	20·82	20·88	20·94	21·00	23
24	21·47	21·54	21·60	21·66	21·73	21·79	21·85	21·92	24
25	22·37	22·43	22·50	22·57	22·63	22·70	22·76	22·83	25
26	23·26	23·33	23·40	23·47	23·54	23·60	23·67	23·74	26
27	24·16	24·23	24·30	24·37	24·44	24·51	24·58	24·65	27
28	25·05	25·13	25·20	25·27	25·35	25·42	25·49	25·57	28
29	25·95	26·02	26·10	26·18	26·25	26·33	26·40	26·48	29
30	26·84	26·92	27·00	27·08	27·16	27·24	27·32	27·39	30
31	27·74	27·82	27·90	27·98	28·06	28·14	28·23	28·31	31
32	28·63	28·72	28·80	28·88	28·97	29·05	29·14	29·22	32
33	29·53	29·61	29·70	29·79	29·87	29·96	30·05	30·13	33
34	30·42	30·51	30·60	30·69	30·78	30·87	30·96	31·05	34
35	31·31	31·40	31·50	31·59	31·68	31·78	31·87	31·96	35
36	32·21	32·30	32·40	32·49	32·59	32·68	32·78	32·87	36
37	33·10	33·20	33·30	33·40	33·49	33·59	33·69	33·79	37
38	34·00	34·10	34·20	34·30	34·40	34·50	34·60	34·70	38
39	34·89	35·00	35·10	35·20	35·30	35·41	35·51	35·61	39
40	35·79	35·89	36·00	36·10	36·21	36·32	36·42	36·53	40
41	36·68	36·79	36·90	37·01	37·12	37·22	37·33	37·44	41
42	37·58	37·69	37·80	37·91	38·02	38·13	38·24	38·35	42
43	38·47	38·59	38·70	38·81	38·93	39·04	39·15	39·26	43
44	39·37	39·48	39·60	39·72	39·83	39·95	40·06	40·18	44
45	40·26	40·38	40·50	40·62	40·74	40·85	40·97	41·09	45
46	41·16	41·28	41·40	41·52	41·64	41·76	41·88	42·00	46
47	42·05	42·18	42·30	42·42	42·55	42·67	42·79	42·92	47
48	42·95	43·07	43·20	43·33	43·45	43·58	43·70	43·83	48
49	43·84	43·97	44·10	44·23	44·36	44·49	44·61	44·74	49
50	44·74	44·87	45·00	45·13	45·26	45·39	45·53	45·66	50

des Gases auf einen Barometerstand von 760 mm.

0 bis 12° um 1 mm, für 13 bis 19° um 2 mm, für 20 bis 25°
dehnung des Quecksilbers zu kompensieren.)

760	696	698	700	702	704	706	708	710	760
1	0·916	0·918	0·921	0·924	0·926	0·929	0·932	0·934	1
2	1·832	1·837	1·842	1·847	1·853	1·858	1·863	1·868	2
3	2·747	2·755	2·763	2·771	2·779	2·787	2·795	2·803	3
4	3·663	3·674	3·684	3·695	3·705	3·716	3·726	3·737	4
5	4·579	4·592	4·605	4·618	4·631	4·645	4·658	4·671	5
6	5·495	5·510	5·526	5·542	5·558	5·574	5·589	5·605	6
7	6·410	6·429	6·447	6·466	6·484	6·503	6·521	6·539	7
8	7·326	7·347	7·368	7·389	7·410	7·431	7·453	7·474	8
9	8·242	8·266	8·289	8·313	8·337	8·360	8·384	8·408	9
10	9·158	9·184	9·210	9·237	9·263	9·289	9·316	9·342	10
11	10·07	10·10	10·13	10·16	10·19	10·22	10·25	10·28	11
12	10·99	11·02	11·05	11·08	11·12	11·15	11·18	11·21	12
13	11·90	11·94	11·97	12·01	12·04	12·08	12·11	12·14	13
14	12·82	12·86	12·89	12·93	12·97	13·00	13·04	13·08	14
15	13·74	13·78	13·82	13·85	13·89	13·93	13·97	14·01	15
16	14·65	14·69	14·74	14·78	14·82	14·86	14·90	14·95	16
17	15·57	15·61	15·66	15·70	15·75	15·79	15·84	15·88	17
18	16·48	16·53	16·58	16·63	16·67	16·72	16·77	16·82	18
19	17·40	17·45	17·50	17·55	17·60	17·65	17·70	17·75	19
20	18·32	18·37	18·42	18·47	18·53	18·58	18·63	18·68	20
21	19·23	19·29	19·34	19·40	19·45	19·51	19·56	19·62	21
22	20·15	20·20	20·26	20·32	20·38	20·44	20·49	20·55	22
23	21·06	21·12	21·18	21·24	21·30	21·37	21·43	21·49	23
24	21·98	22·04	22·10	22·17	22·23	22·29	22·36	22·42	24
25	22·89	22·96	23·03	23·09	23·16	23·22	23·29	23·35	25
26	23·81	23·88	23·95	24·02	24·08	24·15	24·22	24·29	26
27	24·73	24·80	24·87	24·94	25·01	25·08	25·15	25·22	27
28	25·64	25·72	25·79	25·86	25·94	26·01	26·08	26·16	28
29	26·56	26·63	26·71	26·79	26·86	26·94	27·02	27·09	29
30	27·47	27·55	27·63	27·71	27·79	27·87	27·95	28·03	30
31	28·39	28·47	28·55	28·63	28·72	28·80	28·88	28·96	31
32	29·30	29·39	29·47	29·56	29·64	29·73	29·81	29·89	32
33	30·22	30·31	30·39	30·48	30·57	30·65	30·74	30·83	33
34	31·14	31·23	31·32	31·40	31·49	31·58	31·67	31·76	34
35	32·05	32·14	32·24	32·33	32·42	32·51	32·60	32·70	35
36	32·97	33·06	33·16	33·25	33·35	33·44	33·54	33·63	36
37	33·88	33·98	34·08	34·18	34·27	34·37	34·47	34·57	37
38	34·80	34·90	35·00	35·10	35·20	35·30	35·40	35·50	38
39	35·71	35·82	35·92	36·02	36·13	36·23	36·33	36·43	39
40	36·63	36·74	36·84	36·95	37·05	37·16	37·26	37·37	40
41	37·55	37·65	37·76	37·87	37·98	38·09	38·19	38·30	41
42	38·46	38·57	38·68	38·79	38·90	39·01	39·13	39·24	42
43	39·38	39·49	39·60	39·72	39·83	39·94	40·06	40·17	43
44	40·29	40·41	40·53	40·64	40·76	40·87	40·99	41·10	44
45	41·21	41·33	41·45	41·57	41·68	41·80	41·92	42·04	45
46	42·13	42·25	42·37	42·49	42·61	42·73	42·85	42·97	46
47	43·04	43·17	43·29	43·41	43·54	43·66	43·78	43·91	47
48	43·96	44·08	44·21	44·34	44·46	44·59	44·71	44·84	48
49	44·87	45·00	45·13	45·26	45·39	45·52	45·65	45·78	49
50	45·79	45·92	46·05	46·18	46·31	46·45	46·58	46·71	50

II. Tabelle zur Reduktion der gefundenen Volume des

760	680	682	684	686	688	690	692	694	760
51	45·63	45·76	45·90	46·03	46·17	46·30	46·44	46·57	51
52	46·53	46·66	46·80	46·94	47·07	47·21	47·35	47·48	52
53	47·42	47·56	47·70	47·84	47·98	48·12	48·26	48·40	53
54	48·31	48·46	48·60	48·74	48·88	49·03	49·17	49·31	54
55	49·21	49·35	49·50	49·64	49·79	49·93	50·08	50·22	55
56	50·10	50·25	50·40	50·55	50·69	50·84	50·99	51·14	56
57	51·00	51·15	51·30	51·45	51·60	51·75	51·90	52·05	57
58	51·89	52·05	52·20	52·35	52·50	52·66	52·81	52·96	58
59	52·79	52·94	53·10	53·25	53·41	53·57	53·72	53·88	59
60	53·68	53·84	54·00	54·16	54·32	54·47	54·63	54·79	60
61	54·58	54·74	54·90	55·06	55·22	55·38	55·54	55·70	61
62	55·47	55·64	55·80	55·96	56·13	56·29	56·45	56·61	62
63	56·37	56·53	56·70	56·87	57·03	57·20	57·36	57·53	63
64	57·26	57·43	57·60	57·77	57·94	58·10	58·27	58·44	64
65	58·16	58·33	58·50	58·67	58·84	59·01	59·18	59·35	65
66	59·05	59·23	59·40	59·57	59·75	59·92	60·09	60·27	66
67	59·95	60·12	60·30	60·48	60·65	60·83	61·00	61·18	67
68	60·84	61·02	61·20	61·38	61·56	61·74	61·91	62·09	68
69	61·74	61·92	62·10	62·28	62·46	62·64	62·83	63·01	69
70	62·63	62·81	63·00	63·18	63·37	63·55	63·74	63·92	70
71	63·53	63·71	63·90	64·09	64·27	64·46	64·65	64·83	71
72	64·42	64·61	64·80	64·99	65·18	65·37	65·56	65·75	72
73	65·31	65·51	65·70	65·89	66·08	66·27	66·48	66·66	73
74	66·21	66·40	66·60	66·79	66·98	67·18	67·38	67·57	74
75	67·10	67·30	67·50	67·70	67·89	68·09	68·29	68·49	75
76	68·00	68·20	68·40	68·60	68·80	69·00	69·20	69·40	76
77	68·89	69·10	69·30	69·50	69·70	69·90	70·11	70·31	77
78	69·79	69·99	70·20	70·40	70·61	70·81	71·02	71·23	78
79	70·68	70·89	71·10	71·31	71·51	71·72	71·93	72·14	79
80	71·58	71·79	72·00	72·21	72·42	72·63	72·84	73·05	80
81	72·47	72·69	72·90	73·11	73·33	73·54	73·75	73·96	81
82	73·37	73·58	73·80	74·02	74·23	74·45	74·66	74·88	82
83	74·26	74·48	74·70	74·92	75·14	75·35	75·57	75·79	83
84	75·16	75·38	75·60	75·82	76·04	76·26	76·48	76·70	84
85	76·05	76·28	76·50	76·72	76·95	77·17	77·39	77·62	85
86	76·95	77·17	77·40	77·63	77·85	78·08	78·30	78·53	86
87	77·84	78·07	78·30	78·53	78·76	78·99	79·21	79·44	87
88	78·74	78·97	79·20	79·43	79·66	79·89	80·13	80·36	88
89	79·63	79·86	80·10	80·33	80·57	80·80	81·04	81·27	89
90	80·53	80·76	81·00	81·24	81·47	81·71	81·95	82·18	90
91	81·42	81·66	81·90	82·14	82·38	82·62	82·86	83·10	91
92	82·31	82·56	82·80	83·04	83·28	83·53	83·77	84·01	92
93	83·21	83·45	83·70	83·94	84·19	84·43	84·68	84·92	93
94	84·10	84·35	84·60	84·85	85·09	85·34	85·59	85·84	94
95	85·00	85·25	85·50	85·75	86·00	86·25	86·50	86·75	95
96	85·89	86·15	86·40	86·65	86·90	87·16	87·41	87·66	96
97	86·79	87·04	87·30	87·55	87·81	88·06	88·32	88·58	97
98	87·68	87·94	88·20	88·46	88·71	88·97	89·23	89·49	98
99	88·58	88·84	89·10	89·36	89·62	89·88	90·14	90·40	99
100	89·47	89·74	90·00	90·26	90·53	90·79	91·05	91·31	100

Gases auf einen Barometerstand von 760 mm. (Fortsetzung.)

760	696	698	700	702	704	706	708	710	760
51	46·70	46·84	46·97	47·11	47·24	47·38	47·51	47·64	51
52	47·62	47·76	47·89	48·03	48·17	48·30	48·44	48·58	52
53	48·54	48·68	48·82	48·95	49·09	49·23	49·37	49·51	53
54	49·45	49·59	49·74	49·88	50·02	50·16	50·30	50·45	54
55	50·37	50·51	50·66	50·80	50·95	51·09	51·24	51·38	55
56	51·28	51·43	51·58	51·73	51·87	52·02	52·17	52·32	56
57	52·20	52·35	52·50	52·65	52·80	52·95	53·10	53·25	57
58	53·11	53·27	53·42	53·57	53·73	53·88	54·03	54·18	58
59	54·03	54·19	54·34	54·50	54·65	54·81	54·96	55·12	59
60	54·95	55·10	55·26	55·42	55·58	55·74	55·89	56·05	60
61	55·86	56·02	56·18	56·34	56·50	56·66	56·83	56·99	61
62	56·78	56·94	57·10	57·27	57·43	57·59	57·76	57·92	62
63	57·69	57·86	58·03	58·19	58·36	58·52	58·69	58·85	63
64	58·61	58·78	58·95	59·12	59·28	59·45	59·62	59·79	64
65	59·53	59·70	59·87	60·04	60·21	60·38	60·55	60·72	65
66	60·44	60·62	60·79	60·96	61·14	61·31	61·48	61·66	66
67	61·36	61·53	61·71	61·89	62·06	62·24	62·41	62·59	67
68	62·27	62·45	62·63	62·81	62·99	63·17	63·35	63·53	68
69	63·19	63·37	63·55	63·73	63·91	64·10	64·28	64·46	69
70	64·10	64·29	64·47	64·66	64·84	65·03	65·21	65·39	70
71	65·02	65·21	65·39	65·58	65·77	65·95	66·14	66·33	71
72	65·94	66·13	66·32	66·50	66·69	66·88	67·07	67·26	72
73	66·85	67·04	67·24	67·43	67·62	67·81	68·00	68·20	73
74	67·77	67·96	68·16	68·35	68·55	68·74	68·94	69·13	74
75	68·68	68·88	69·08	69·28	69·47	69·67	69·87	70·07	75
76	69·60	69·80	70·00	70·20	70·40	70·60	70·80	71·00	76
77	70·51	70·72	70·92	71·12	71·33	71·53	71·73	71·93	77
78	71·43	71·64	71·84	72·05	72·25	72·46	72·66	72·87	78
79	72·35	72·55	72·76	72·97	73·18	73·39	73·59	73·80	79
80	73·26	73·47	73·68	73·89	74·10	74·31	74·53	74·74	80
81	74·18	74·39	74·60	74·82	75·03	75·24	75·46	75·67	81
82	75·09	75·31	75·53	75·74	75·96	76·17	76·39	76·60	82
83	76·01	76·23	76·45	76·66	76·88	77·10	77·32	77·54	83
84	76·93	77·15	77·37	77·59	77·81	78·03	78·25	78·47	84
85	77·84	78·07	78·29	78·51	78·74	78·96	79·18	79·41	85
86	78·76	79·98	79·21	79·44	79·66	79·89	80·11	80·34	86
87	79·67	79·90	80·13	80·36	80·59	80·82	81·05	81·28	87
88	80·59	80·82	81·05	81·28	81·51	81·75	81·98	82·21	88
89	81·50	81·74	81·97	82·21	82·44	82·68	82·91	83·14	89
90	82·42	82·66	82·89	83·13	83·37	83·60	83·84	84·08	90
91	83·34	83·58	83·82	84·05	84·29	84·53	84·77	85·01	91
92	84·25	84·49	84·74	84·98	85·22	85·46	85·70	85·95	92
93	85·17	85·41	85·66	85·90	86·15	86·39	86·64	86·88	93
94	86·08	86·33	86·58	86·83	87·07	87·32	87·57	87·82	94
95	87·00	87·25	87·50	87·75	88·00	88·25	88·50	88·75	95
96	87·91	88·17	88·42	88·67	88·93	89·18	89·43	89·68	96
97	88·83	89·09	89·34	89·60	89·85	90·11	90·36	90·62	97
98	89·75	90·00	90·26	90·52	90·78	91·04	91·29	91·55	98
99	90·66	90·92	91·18	91·44	91·70	91·96	92·22	92·49	99
100	91·58	91·84	92·10	92·37	92·63	92·89	93·16	93·42	100

II. Tabelle zur Reduktion der gefundenen Volume

(Die am Barometer abgelesene Zahl ist für Temperaturen von um 3 mm zu

760	710	712	714	716	718	720	722	724	726	728	760
1	0·934	0·937	0·940	0·942	0·945	0·947	0·950	0·953	0·955	0·958	1
2	1·868	1·874	1·879	1·884	1·890	1·895	1·900	1·905	1·911	1·916	2
3	2·803	2·810	2·818	2·826	2·834	2·842	2·850	2·858	2·866	2·874	3
4	3·738	3·747	3·758	3·768	3·779	3·789	3·800	3·810	3·821	3·832	4
5	4·672	4·685	4·697	4·711	4·724	4·736	4·750	4·763	4·777	4·790	5
6	5·607	5·621	5·637	5·653	5·669	5·684	5·700	5·716	5·732	5·747	6
7	6·540	6·558	6·577	6·595	6·614	6·631	6·650	6·668	6·687	6·705	7
8	7·474	7·494	7·516	7·537	7·558	7·578	7·600	7·621	7·642	7·663	8
9	8·409	8·431	8·456	8·479	8·503	8·526	8·550	8·573	8·598	8·621	9
10	9·34	9·37	9·40	9·42	9·45	9·47	9·50	9·53	9·55	9·58	10
11	10·28	10·31	10·34	10·36	10·39	10·42	10·45	10·48	10·51	10·54	11
12	11·21	11·24	11·27	11·30	11·34	11·37	11·40	11·43	11·46	11·50	12
13	12·14	12·18	12·21	12·24	12·28	12·31	12·35	12·38	12·41	12·45	13
14	13·08	13·12	13·16	13·19	13·23	13·26	13·30	13·34	13·37	13·41	14
15	14·02	14·06	14·10	14·13	14·17	14·21	14·25	14·29	14·33	14·37	15
16	14·95	14·99	15·03	15·07	15·11	15·15	15·20	15·24	15·28	15·33	16
17	15·88	15·93	15·98	16·02	16·06	16·10	16·15	16·19	16·23	16·28	17
18	16·82	16·87	16·92	16·96	17·01	17·05	17·10	17·15	17·19	17·24	18
19	17·76	17·81	17·86	17·90	17·95	18·00	18·05	18·10	18·15	18·20	19
20	18·68	18·74	18·79	18·84	18·90	18·95	19·00	19·05	19·11	19·16	20
21	19·62	19·68	19·73	19·78	19·84	19·90	19·95	20·00	20·06	20·12	21
22	20·55	20·61	20·67	20·72	20·78	20·84	20·90	20·96	21·01	21·07	22
23	21·49	21·55	21·61	21·66	21·73	21·79	21·85	21·91	21·97	22·03	23
24	22·43	22·49	22·55	22·61	22·68	22·74	22·80	22·86	22·92	22·99	24
25	23·35	23·42	23·49	23·55	23·62	23·69	23·75	23·81	23·88	23·95	25
26	24·29	24·36	24·43	24·50	24·57	24·64	24·70	24·77	24·83	24·90	26
27	25·23	25·30	25·37	25·44	25·51	25·58	25·65	25·72	25·79	25·86	27
28	26·16	26·23	26·30	26·37	26·45	26·53	26·60	26·67	26·74	26·82	28
29	27·10	27·17	27·24	27·31	27·40	27·48	27·55	27·62	27·70	27·78	29
30	28·03	28·10	28·18	28·26	28·34	28·42	28·50	28·58	28·66	28·74	30
31	28·97	29·04	29·12	29·20	29·29	29·37	29·45	29·53	29·62	29·70	31
32	29·90	29·98	30·06	30·14	30·23	30·32	30·40	30·48	30·57	30·66	32
33	30·83	30·91	31·00	31·08	31·17	31·26	31·35	31·43	31·52	31·61	33
34	31·77	31·85	31·94	32·03	32·12	32·21	32·30	32·39	32·48	32·57	34
35	32·71	32·79	32·88	32·97	33·07	33·16	33·25	33·34	33·44	33·53	35
36	33·64	33·73	33·82	33·91	34·01	34·10	34·20	34·29	34·39	34·49	36
37	34·57	34·66	34·76	34·86	34·96	35·05	35·15	35·25	35·35	35·45	37
38	35·50	35·60	35·70	35·80	35·90	36·00	36·10	36·20	36·30	36·40	38
39	36·44	36·54	36·64	36·74	36·85	36·95	37·05	37·15	37·26	37·36	39
40	37·38	37·48	37·58	37·68	37·79	37·89	38·00	38·10	38·21	38·32	40
41	38·31	38·41	38·52	38·62	38·74	38·84	38·95	39·05	39·17	39·28	41
42	39·24	39·35	39·46	39·57	39·69	39·79	39·90	40·01	40·12	40·23	42
43	40·18	40·29	40·40	40·51	40·62	40·73	40·85	40·96	41·08	41·19	43
44	41·11	41·22	41·34	41·44	41·56	41·68	41·80	41·91	42·03	42·15	44
45	42·05	42·16	42·28	42·39	42·52	42·63	42·75	42·87	42·99	43·11	45
46	42·98	43·10	43·22	43·34	43·46	43·58	43·70	43·82	43·94	44·06	46
47	43·91	44·03	44·15	44·27	44·40	44·52	44·65	44·77	44·90	45·03	47
48	44·84	44·96	45·09	45·22	45·35	45·47	45·60	45·72	45·85	45·98	48
49	45·78	45·91	46·04	46·17	46·30	46·42	46·55	46·67	46·81	46·94	49
50	46·72	46·85	46·97	47·11	47·24	47·36	47·50	47·63	47·77	47·90	50

des Gases auf einen Barometerstand von 760 mm.

o bis 12^o um 1 mm, für 13 bis 19^o um 2 mm, für 20 bis 25^o vermindern.

760	710	712	714	716	718	720	722	724	726	728	760
51	47·65	47·79	47·92	48·05	48·18	48·31	48·45	48·59	48·73	48·86	51
52	48·58	48·72	48·85	48·99	49·13	49·26	49·40	49·54	49·68	49·82	52
53	49·52	49·66	49·79	49·93	50·07	50·21	50·35	50·48	50·64	50·78	53
54	50·45	50·59	50·73	50·87	51·01	51·15	51·30	51·44	51·59	51·73	54
55	51·38	51·53	51·67	51·82	51·96	52·10	52·25	52·39	52·54	52·69	55
56	52·32	52·47	52·61	52·76	52·91	53·05	53·20	53·35	53·50	53·65	56
57	53·25	53·41	53·55	53·70	53·85	54·00	54·15	54·30	54·45	54·60	57
58	54·19	54·34	54·49	54·64	54·79	54·94	55·10	55·25	55·41	55·56	58
59	55·13	55·28	55·43	55·59	55·74	55·89	56·05	56·21	56·37	56·52	59
60	56·07	56·22	56·37	56·53	56·69	56·84	57·00	57·16	57·32	57·47	60
61	57·00	57·15	57·31	57·47	57·63	57·79	57·95	58·11	58·27	58·43	61
62	57·93	58·09	58·25	58·41	58·58	58·74	58·90	59·06	59·23	59·39	62
63	58·87	59·03	59·19	59·35	59·52	59·68	59·85	60·01	60·18	60·35	63
64	59·80	59·96	60·13	60·30	60·47	60·63	60·80	60·97	61·14	61·30	64
65	60·74	60·90	61·07	61·24	61·41	61·58	61·75	61·92	62·09	62·26	65
66	61·67	61·84	62·01	62·18	62·35	62·52	62·70	62·87	63·05	63·22	66
67	62·60	62·77	62·95	63·12	63·30	63·47	63·65	63·82	64·00	64·18	67
68	63·54	63·71	63·89	64·06	64·24	64·42	64·60	64·78	64·96	65·13	68
69	64·47	64·65	64·83	65·01	65·19	65·37	65·55	65·73	65·91	66·09	69
70	65·40	65·58	65·77	65·95	66·14	66·32	66·50	66·68	66·87	67·05	70
71	66·34	66·52	66·71	66·89	67·08	67·26	67·45	67·63	67·82	68·01	71
72	67·27	67·46	67·65	67·83	68·02	68·21	68·40	68·59	68·78	68·97	72
73	68·20	68·39	68·58	68·77	68·97	69·16	69·35	69·54	69·73	69·92	73
74	69·14	69·33	69·53	69·72	69·92	70·11	70·30	70·49	70·69	70·88	74
75	70·07	70·27	70·47	70·66	70·86	71·05	71·25	71·44	71·64	71·84	75
76	71·01	71·21	71·41	71·60	71·80	72·00	72·20	72·40	72·60	72·80	76
77	71·94	72·14	72·34	72·54	72·75	72·95	73·15	73·35	73·55	73·75	77
78	72·87	73·07	73·28	73·48	73·69	73·89	74·10	74·30	74·51	74·71	78
79	73·80	74·01	74·22	74·42	74·63	74·84	75·05	75·25	75·46	75·67	79
80	74·74	74·94	75·16	75·37	75·58	75·78	76·00	76·21	76·42	76·63	80
81	75·67	75·88	76·10	76·31	76·53	76·74	76·95	77·16	77·37	77·58	81
82	76·60	76·82	77·04	77·25	77·47	77·68	77·90	78·11	78·33	78·54	82
83	77·54	77·76	77·98	78·19	78·41	78·63	78·85	79·07	79·28	79·50	83
84	78·47	78·69	78·91	79·13	79·35	79·57	79·80	80·02	80·24	80·46	84
85	79·41	79·63	79·86	80·08	80·31	80·53	80·75	80·97	81·19	81·41	85
86	80·34	80·57	80·80	81·02	81·25	81·47	81·70	81·92	82·15	82·37	86
87	81·28	81·50	81·74	81·96	82·19	82·42	82·65	82·87	83·10	83·33	87
88	82·21	82·44	82·68	82·90	83·13	83·36	83·60	83·83	84·06	84·29	88
89	83·15	83·38	83·62	83·85	84·08	84·31	84·55	84·78	85·02	85·25	89
90	84·09	84·31	84·56	84·79	85·03	85·26	85·50	85·73	85·98	86·21	90
91	85·02	85·25	85·50	85·73	85·98	86·21	86·45	86·69	86·93	87·17	91
92	85·95	86·19	86·44	86·68	86·92	87·16	87·40	87·64	87·89	88·13	92
93	86·89	87·12	87·37	87·62	87·87	88·11	88·35	88·59	88·84	89·08	93
94	87·82	88·06	88·32	88·56	88·81	89·05	89·30	89·54	89·80	90·04	94
95	88·76	89·00	89·26	89·50	89·75	90·00	90·25	90·50	90·75	91·00	95
96	89·69	89·94	90·20	90·45	90·70	90·95	91·20	91·45	91·70	91·95	96
97	90·62	90·87	91·13	91·38	91·64	91·89	92·15	92·40	92·66	92·91	97
98	91·56	91·81	92·07	92·33	92·59	92·84	93·10	93·35	93·62	93·87	98
99	92·49	92·75	93·01	93·26	93·53	93·79	94·05	94·31	94·57	94·83	99
100	93·42	93·68	93·95	94·21	94·47	94·74	95·00	95·26	95·53	95·79	100

II. Tabelle zur Reduktion der gefundenen Volume des
(Die am Barometer abgelesene Zahl ist für Temperaturen von
um 3 mm zu

760	730	732	734	736	738	740	742	744	746	748	760
1	0·961	0·963	0·966	0·968	0·971	0·974	0·976	0·979	0·982	0·984	1
2	1·921	1·926	1·932	1·937	1·942	1·947	1·953	1·958	1·963	1·968	2
3	2·882	2·889	2·898	2·905	2·913	2·921	2·929	2·937	2·945	2·953	3
4	3·842	3·852	3·864	3·874	3·884	3·895	3·905	3·916	3·926	3·937	4
5	4·803	4·816	4·830	4·842	4·855	4·868	4·882	4·895	4·908	4·921	5
6	5·763	5·779	5·796	5·810	5·826	5·842	5·858	5·874	5·890	5·905	6
7	6·724	6·742	6·762	6·779	6·797	6·816	6·834	6·853	6·871	6·889	7
8	7·684	7·705	7·728	7·747	7·768	7·790	7·810	7·832	7·853	7·874	8
9	8·645	8·668	8·693	8·716	8·739	8·763	8·787	8·811	8·834	8·858	9
10	9·61	9·63	9·66	9·68	9·71	9·74	9·76	9·79	9·82	9·84	10
11	10·57	10·59	10·62	10·65	10·68	10·71	10·74	10·77	10·80	10·82	11
12	11·53	11·56	11·59	11·62	11·65	11·68	11·71	11·75	11·78	11·81	12
13	12·49	12·52	12·55	12·59	12·62	12·66	12·69	12·73	12·76	12·79	13
14	13·45	13·48	13·52	13·56	13·59	13·63	13·66	13·71	13·74	13·78	14
15	14·41	14·44	14·48	14·52	14·56	14·60	14·64	14·69	14·73	14·77	15
16	15·37	15·41	15·45	15·49	15·53	15·58	15·62	15·67	15·71	15·75	16
17	16·33	16·37	16·41	16·46	16·50	16·55	16·60	16·65	16·69	16·73	17
18	17·29	17·33	17·38	17·43	17·47	17·52	17·57	17·62	17·67	17·72	18
19	18·25	18·29	18·35	18·40	18·45	18·50	18·55	18·60	18·65	18·70	19
20	19·21	19·26	19·32	19·37	19·42	19·47	19·53	19·58	19·63	19·68	20
21	20·17	20·22	20·28	20·34	20·39	20·44	20·50	20·56	20·61	20·66	21
22	21·13	21·19	21·25	21·31	21·36	21·42	21·48	21·54	21·59	21·65	22
23	22·09	22·15	22·21	22·27	22·33	22·39	22·45	22·52	22·57	22·64	23
24	23·05	23·11	23·18	23·24	23·30	23·36	23·43	23·50	23·56	23·63	24
25	24·01	24·07	24·14	24·21	24·27	24·34	24·41	24·48	24·54	24·61	25
26	24·97	25·04	25·11	25·18	25·24	25·31	25·38	25·45	25·52	25·59	26
27	25·93	26·00	26·07	26·15	26·21	26·28	26·36	26·43	26·50	26·58	27
28	26·89	26·96	27·04	27·12	27·18	27·26	27·33	27·41	27·48	27·56	28
29	27·85	27·92	28·00	28·08	28·15	28·23	28·31	28·39	28·47	28·55	29
30	28·82	28·89	28·97	29·05	29·13	29·21	29·29	29·37	29·45	29·53	30
31	29·78	29·86	29·94	30·02	30·10	30·18	30·26	30·35	30·43	30·51	31
32	30·74	30·82	30·91	30·99	31·07	31·15	31·24	31·33	31·41	31·50	32
33	31·70	31·78	31·87	31·96	32·04	32·13	32·21	32·31	32·39	32·48	33
34	32·66	32·75	32·84	32·93	33·01	33·10	33·19	33·29	33·37	33·46	34
35	33·62	33·71	33·80	33·89	33·98	34·07	34·17	34·27	34·36	34·45	35
36	34·58	34·67	34·77	34·86	34·95	35·05	35·15	35·25	35·34	35·43	36
37	35·54	35·63	35·73	35·83	35·92	36·02	36·12	36·22	36·32	36·42	37
38	36·50	36·60	36·70	36·80	36·90	37·00	37·10	37·20	37·30	37·40	38
39	37·47	37·56	37·67	37·77	37·87	37·97	38·07	38·18	38·28	38·39	39
40	38·44	38·52	38·64	38·74	38·84	38·95	39·05	39·16	39·26	39·37	40
41	39·38	39·48	39·60	39·71	39·81	39·92	40·02	40·14	40·24	40·36	41
42	40·34	40·44	40·56	40·68	40·78	40·89	41·00	41·12	41·22	41·34	42
43	41·30	41·41	41·53	41·65	41·75	41·86	41·97	42·10	42·20	42·32	43
44	42·26	42·38	42·50	42·62	42·73	42·84	42·95	43·08	43·18	43·30	44
45	43·22	43·34	43·46	43·58	43·69	43·81	43·93	44·06	44·17	44·29	45
46	44·18	44·30	44·42	44·55	44·66	44·78	44·90	45·03	45·15	45·27	46
47	45·15	45·26	45·39	45·52	45·64	45·76	45·88	46·01	46·13	46·26	47
48	46·10	46·23	46·36	46·49	46·61	46·73	46·85	46·99	47·12	47·24	48
49	47·06	47·19	47·32	47·45	47·57	47·70	47·83	47·97	48·10	48·23	49
50	48·03	48·16	48·29	48·42	48·54	48·68	48·81	48·95	49·08	49·21	50

Gases auf einen Barometerstand von 760 mm. (Fortsetzung.)

o bis 12^o um 1 mm, für 13 bis 19^o um 2 mm, für 20 bis 25^o vermindern.)

760	730	732	734	736	738	740	742	744	746	748	760
51	48.99	49.12	49.26	49.39	49.52	49.65	49.79	49.93	50.06	50.19	51
52	49.96	50.08	50.22	50.36	50.49	50.63	50.77	50.91	51.04	51.18	52
53	50.91	51.05	51.19	51.33	51.46	51.60	51.75	51.89	52.02	52.16	53
54	51.87	52.01	52.16	52.30	52.44	52.58	52.72	52.87	53.01	53.15	54
55	52.83	52.98	53.13	53.27	53.41	53.55	53.70	53.85	53.99	54.14	55
56	53.79	53.94	54.09	54.23	54.38	54.52	54.68	54.83	54.97	55.12	56
57	54.75	54.90	55.05	55.20	55.35	55.50	55.65	55.80	55.95	56.10	57
58	55.71	55.86	56.02	56.17	56.32	56.47	56.63	56.78	56.93	57.08	58
59	56.67	56.83	56.99	57.14	57.29	57.44	57.60	57.76	57.92	58.07	59
60	57.63	57.79	57.95	58.10	58.26	58.42	58.58	58.74	58.90	59.05	60
61	58.59	58.75	58.91	59.07	59.23	59.39	59.56	59.72	59.88	60.04	61
62	59.55	59.72	59.88	60.04	60.20	60.36	60.53	60.70	60.86	61.02	62
63	60.51	60.68	60.85	61.01	61.17	61.34	61.51	61.68	61.84	62.00	63
64	61.47	61.64	61.81	61.98	62.15	62.31	62.49	62.66	62.82	62.99	64
65	62.43	62.60	62.77	62.94	63.11	63.28	63.46	63.64	63.81	63.98	65
66	63.39	63.57	63.74	63.91	64.08	64.26	64.44	64.62	64.79	64.96	66
67	64.35	64.53	64.71	64.88	65.05	65.23	65.41	65.59	65.77	65.94	67
68	65.31	65.50	65.68	65.85	66.02	66.20	66.38	66.57	66.75	66.92	68
69	66.27	66.46	66.64	66.82	67.00	67.18	67.36	67.55	67.73	67.91	69
70	67.24	67.42	67.61	67.79	67.97	68.16	68.34	68.53	68.71	68.89	70
71	68.20	68.39	68.58	68.76	68.94	69.13	69.32	69.51	69.69	69.88	71
72	69.16	69.35	69.54	69.73	69.91	70.11	70.30	70.49	70.68	70.86	72
73	70.12	70.31	70.51	70.69	70.88	71.08	71.27	71.47	71.66	71.85	73
74	71.08	71.28	71.48	71.66	71.85	72.05	72.25	72.45	72.64	72.83	74
75	72.04	72.24	72.44	72.63	72.82	73.02	73.22	73.42	73.62	73.82	75
76	73.00	73.20	73.40	73.60	73.80	74.00	74.20	74.40	74.60	74.80	76
77	73.96	74.17	74.37	74.57	74.77	74.97	75.18	75.39	75.59	75.79	77
78	74.92	75.13	75.33	75.53	75.74	75.95	76.16	76.37	76.57	76.77	78
79	75.88	76.09	76.30	76.50	76.71	76.92	77.13	77.34	77.55	77.75	79
80	76.84	77.05	77.27	77.47	77.68	77.90	78.10	78.32	78.53	78.74	80
81	77.80	78.02	78.23	78.44	78.65	78.87	79.08	79.30	79.51	79.72	81
82	78.76	78.98	79.20	79.41	79.62	79.84	80.06	80.28	80.50	80.71	82
83	79.72	79.94	80.16	80.38	80.60	80.82	81.04	81.26	81.48	81.69	83
84	80.68	80.90	81.13	81.34	81.56	81.79	82.01	82.24	82.46	82.68	84
85	81.64	81.87	82.10	82.31	82.53	82.76	82.99	83.22	83.44	83.66	85
86	82.60	82.83	83.06	83.28	83.50	83.73	83.97	84.20	84.42	84.64	86
87	83.56	83.79	84.03	84.25	84.48	84.71	84.94	85.17	85.40	85.62	87
88	84.52	84.76	85.00	85.22	85.45	85.68	85.92	86.15	86.38	86.61	88
89	85.48	85.72	85.96	86.19	86.42	86.66	86.89	87.13	87.36	87.59	89
90	86.45	86.68	86.93	87.16	87.39	87.63	87.87	88.11	88.34	88.58	90
91	87.41	87.65	87.89	88.12	88.36	88.61	88.85	89.09	89.33	89.56	91
92	88.37	88.61	88.86	89.09	89.33	89.58	89.82	90.07	90.31	90.55	92
93	89.33	89.57	89.82	90.06	90.30	90.55	90.80	91.05	91.29	91.53	93
94	90.29	90.54	90.79	91.03	91.27	91.53	91.78	92.03	92.27	92.51	94
95	91.25	91.50	91.75	92.00	92.25	92.50	92.75	93.00	93.25	93.50	95
96	92.21	92.46	92.72	92.97	93.22	93.47	93.73	93.98	94.23	94.48	96
97	93.17	93.43	93.68	93.93	94.19	94.45	94.71	94.96	95.22	95.47	97
98	94.13	94.39	94.65	94.90	95.16	95.42	95.68	95.94	96.20	96.45	98
99	95.09	95.35	95.61	95.87	96.13	96.39	96.66	96.92	97.18	97.43	99
100	96.05	96.32	96.58	96.84	97.11	97.37	97.63	97.89	98.16	98.42	100

II. Tabelle zur Reduktion der gefundenen Volume des
(Die am Barometer abgelesene Zahl ist für Temperaturen von
um 3 mm zu

760	750	752	754	756	758	762	764	766	768	770	760
1	0·987	0·989	0·992	0·995	0·997	1·003	1·005	1·008	1·011	1·013	1
2	1·974	1·979	1·984	1·989	1·995	2·005	2·011	2·016	2·021	2·026	2
3	2·960	2·968	2·976	2·984	2·992	3·007	3·016	3·024	3·032	3·039	3
4	3·947	3·958	3·968	3·979	3·990	4·010	4·021	4·032	4·042	4·052	4
5	4·934	4·947	4·960	4·974	4·987	5·013	5·026	5·040	5·053	5·066	5
6	5·921	5·937	5·952	5·968	5·984	6·016	6·032	6·047	6·063	6·079	6
7	6·908	6·926	6·944	6·963	6·982	7·018	7·037	7·055	7·074	7·092	7
8	7·894	7·916	7·936	7·958	7·979	8·021	8·042	8·063	8·084	8·106	8
9	8·881	8·905	8·929	8·952	8·977	9·023	9·048	9·071	9·095	9·119	9
10	9·87	9·89	9·92	9·95	9·97	10·03	10·05	10·08	10·11	10·13	10
11	10·85	10·88	10·91	10·94	10·97	11·03	11·06	11·09	11·12	11·14	11
12	11·84	11·87	11·90	11·94	11·97	12·04	12·07	12·10	12·13	12·16	12
13	12·83	12·86	12·89	12·93	12·96	13·04	13·07	13·10	13·14	13·17	13
14	13·82	13·85	13·88	13·92	13·96	14·04	14·07	14·11	14·15	14·18	14
15	14·81	14·84	14·87	14·92	14·96	15·04	15·08	15·12	15·16	15·19	15
16	15·79	15·83	15·87	15·91	15·95	16·05	16·09	16·13	16·17	16·21	16
17	16·78	16·82	16·86	16·91	16·95	17·05	17·09	17·14	17·18	17·22	17
18	17·77	17·81	17·85	17·90	17·95	18·05	18·10	18·15	18·19	18·23	18
19	18·75	18·80	18·85	18·90	18·95	19·05	19·10	19·15	19·20	19·25	19
20	19·74	19·79	19·84	19·89	19·95	20·05	20·11	20·16	20·21	20·26	20
21	20·72	20·77	20·83	20·89	20·94	21·05	21·11	21·17	21·22	21·27	21
22	21·71	21·76	21·82	21·88	21·94	22·06	22·12	22·18	22·23	22·28	22
23	22·70	22·75	22·81	22·88	22·94	23·06	23·12	23·18	23·24	23·30	23
24	23·69	23·74	23·80	23·87	23·93	24·06	24·13	24·19	24·25	24·31	24
25	24·67	24·73	24·80	24·87	24·93	25·06	25·13	25·20	25·26	25·32	25
26	25·66	25·72	25·79	25·86	25·93	26·06	26·14	26·21	26·27	26·34	26
27	26·65	26·71	26·78	26·86	26·93	27·07	27·15	27·22	27·28	27·35	27
28	27·63	27·70	27·77	27·85	27·92	28·07	28·15	28·23	28·29	28·36	28
29	28·62	28·69	28·76	28·84	28·92	29·07	29·16	29·24	29·30	29·37	29
30	29·60	29·68	29·76	29·84	29·92	30·07	30·16	30·24	30·32	30·39	30
31	30·59	30·67	30·75	30·84	30·92	31·08	31·17	31·25	31·33	31·41	31
32	31·58	31·66	31·74	31·83	31·92	32·08	32·17	32·26	32·34	32·42	32
33	32·56	32·65	32·73	32·82	32·91	33·08	33·18	33·27	33·35	33·43	33
34	33·55	33·64	33·73	33·82	33·91	34·09	34·18	34·28	34·36	34·45	34
35	34·54	34·63	34·72	34·82	34·91	35·09	35·19	35·28	35·37	35·46	35
36	35·52	35·62	35·71	35·81	35·91	36·09	36·19	36·29	36·38	36·47	36
37	36·51	36·61	36·71	36·81	36·90	37·09	37·20	37·30	37·39	37·49	37
38	37·50	37·60	37·70	37·80	37·90	38·10	38·20	38·30	38·40	38·50	38
39	38·49	38·59	38·69	38·80	38·90	39·10	39·21	39·31	39·41	39·51	39
40	39·47	39·58	39·68	39·79	39·90	40·10	40·21	40·32	40·42	40·52	40
41	40·46	40·56	40·67	40·79	40·89	41·11	41·22	41·33	41·43	41·54	41
42	41·44	41·55	41·66	41·78	41·89	42·11	42·22	42·34	42·44	42·55	42
43	42·43	42·54	42·66	42·78	42·89	43·11	43·23	43·35	43·45	43·56	43
44	43·42	43·53	43·65	43·77	43·89	44·12	44·23	44·35	44·46	44·58	44
45	44·40	44·52	44·64	44·76	44·88	45·12	45·24	45·36	45·47	45·59	45
46	45·39	45·51	45·63	45·76	45·88	46·12	46·24	46·36	46·48	46·60	46
47	46·38	46·50	46·63	46·76	46·88	47·12	47·25	47·38	47·49	47·61	47
48	47·36	47·49	47·62	47·75	47·87	48·13	48·25	48·39	48·51	48·63	48
49	48·35	48·48	48·61	48·74	48·87	49·13	49·26	49·40	49·52	49·64	49
50	49·34	49·47	49·60	49·74	49·87	50·13	50·26	50·40	50·53	50·66	50

Gases auf einen Barometerstand von 760 mm. (Fortsetzung.)

0 bis 12^o um 1 mm, für 13 bis 19^o um 2 mm, für 20 bis 25^o vermindern.)

760	750	752	754	756	758	762	764	766	768	770	760
51	50·33	50·46	50·60	50·74	50·87	51·14	51·27	51·41	51·54	51·67	51
52	51·32	51·45	51·59	51·73	51·87	52·14	52·28	52·42	52·55	52·68	52
53	52·30	52·44	52·58	52·73	52·87	53·14	53·28	53·42	53·56	53·70	53
54	53·29	53·43	53·57	53·72	53·86	54·14	54·28	54·43	54·57	54·72	54
55	54·28	54·42	54·56	54·71	54·86	55·15	55·29	55·44	55·58	55·73	55
56	55·26	55·41	55·56	55·71	55·86	56·15	56·29	56·45	56·59	56·74	56
57	56·25	56·40	56·55	56·70	56·85	57·15	57·30	57·45	57·60	57·76	57
58	57·24	57·39	57·54	57·69	57·85	58·15	58·30	58·46	58·61	58·77	58
59	58·22	58·38	58·53	58·69	58·85	59·16	59·31	59·47	59·62	59·78	59
60	59·21	59·37	59·52	59·68	59·84	60·16	60·32	60·47	60·63	60·79	60
61	60·20	60·36	60·52	60·68	60·84	61·16	61·32	61·48	61·64	61·81	61
62	61·19	61·35	61·51	61·67	61·84	62·16	62·33	62·49	62·65	62·82	62
63	62·17	62·34	62·50	62·67	62·83	63·17	63·33	63·50	63·67	63·84	63
64	63·16	63·33	63·49	63·66	63·83	64·17	64·34	64·51	64·68	64·85	64
65	64·15	64·32	64·49	64·66	64·83	65·17	65·34	65·51	65·69	65·86	65
66	65·13	65·31	65·48	65·65	65·82	66·17	66·35	66·52	66·70	66·88	66
67	66·12	66·30	66·47	66·64	66·82	67·18	67·35	67·53	67·71	67·89	67
68	67·10	67·29	67·46	67·64	67·82	68·18	68·36	68·54	68·72	68·90	68
69	68·09	68·28	68·45	68·63	68·82	69·18	69·36	69·54	69·73	69·91	69
70	69·08	69·26	69·44	69·63	69·82	70·18	70·37	70·55	70·74	70·92	70
71	70·07	70·25	70·43	70·62	70·81	71·19	71·37	71·56	71·75	71·94	71
72	71·05	71·24	71·43	71·62	71·81	72·19	72·38	72·57	72·76	72·95	72
73	72·04	72·23	72·42	72·61	72·81	73·19	73·38	73·57	73·77	73·97	73
74	73·03	73·22	73·41	73·61	73·80	74·19	74·39	74·58	74·78	74·98	74
75	74·01	74·21	74·40	74·60	74·80	75·20	75·39	75·59	75·79	75·99	75
76	75·00	75·20	75·40	75·60	75·80	76·20	76·40	76·60	76·80	77·01	76
77	75·99	76·19	76·39	76·59	76·79	77·20	77·40	77·60	77·81	78·02	77
78	76·97	77·18	77·38	77·58	77·79	78·20	78·41	78·61	78·82	79·03	78
79	77·96	78·17	78·37	78·58	78·79	79·21	79·41	79·62	79·83	80·04	79
80	78·94	79·16	79·36	79·58	79·79	80·21	80·42	80·63	80·84	81·06	80
81	79·93	80·15	80·35	80·57	80·79	81·21	81·42	81·64	81·85	82·07	81
82	80·92	81·14	81·35	81·56	81·78	82·21	82·43	82·65	82·87	83·09	82
83	81·91	82·13	82·34	82·56	82·78	83·22	83·44	83·66	83·88	84·10	83
84	82·90	83·12	83·34	83·56	83·78	84·22	84·44	84·66	84·89	85·11	84
85	83·88	84·11	84·33	84·55	84·78	85·22	85·45	85·67	85·90	86·13	85
86	84·87	85·10	85·32	85·55	85·78	86·22	86·46	86·67	86·91	87·14	86
87	85·85	86·08	86·31	86·54	86·77	87·23	87·46	87·68	87·92	88·15	87
88	86·84	87·07	87·30	87·54	87·77	88·23	88·47	88·69	88·93	89·17	88
89	87·82	88·06	88·29	88·53	88·77	89·23	89·47	89·70	89·94	90·18	89
90	88·81	89·05	89·29	89·52	89·77	90·23	90·48	90·71	90·95	91·19	90
91	89·80	90·04	90·28	90·52	90·76	91·24	91·48	91·72	91·96	92·21	91
92	90·79	91·03	91·27	91·51	91·76	92·24	92·49	92·73	92·97	93·22	92
93	91·77	92·02	92·26	92·51	92·76	93·24	93·49	93·74	93·98	94·23	93
94	92·76	93·01	93·26	93·50	93·75	94·24	94·49	94·74	94·99	95·24	94
95	93·74	94·00	94·25	94·50	94·75	95·25	95·50	95·75	96·00	96·26	95
96	94·73	94·98	95·24	95·49	95·75	96·25	96·51	96·76	97·01	97·27	96
97	95·72	95·97	96·23	96·49	96·75	97·25	97·51	97·77	98·02	98·29	97
98	96·70	96·96	97·22	97·48	97·74	98·25	98·52	98·77	99·03	99·30	98
99	97·69	97·95	98·21	98·48	98·74	99·26	99·52	99·78	100·04	100·31	99
100	98·68	98·95	99·21	99·47	99·74	100·26	100·53	100·79	101·05	101·32	100

25. Volumina des Wassers
bei verschiedenen Temperaturen (Kopp).

Temp. Cels.		Temp. Cels.		Temp. Cels.	
0	1	14	1.000556	40	1.007531
1	0.999947	15	1.000695	45	1.009541
2	0.999908	16	1.000846	50	1.011766
3	0.999885	17	1.001010	55	1.014100
4	0.999877	18	1.001184	60	1.016590
5	0.999883	19	1.001370	65	1.019302
6	0.999903	20	1.001567	70	1.022246
7	0.999938	21	1.001776	75	1.025440
8	0.999986	22	1.001995	80	1.028581
9	1.000048	23	1.002225	85	1.031894
10	1.000124	24	1.002465	90	1.035397
11	1.000213	25	1.002715	95	1.039094
12	1.000314	30	1.004064	100	1.042986
13	1.000429	35	1.005697		

26. Reduktion von Wasserdruck
auf Quecksilberdruck (in Millimeter).

aq	Hg	aq	Hg	aq	Hg	aq	Hg	aq	Hg
1	0.07	23	1.70	45	3.32	67	4.94	89	6.57
2	0.15	24	1.77	46	3.39	68	5.02	90	6.64
3	0.22	25	1.84	47	3.47	69	5.09	91	6.72
4	0.30	26	1.92	48	3.54	70	5.17	92	6.79
5	0.37	27	1.99	49	3.62	71	5.24	93	6.86
6	0.44	28	2.07	50	3.69	72	5.31	94	6.94
7	0.52	29	2.14	51	3.76	73	5.39	95	7.01
8	0.59	30	2.21	52	3.84	74	5.46	96	7.08
9	0.66	31	2.29	53	3.91	75	5.54	97	7.16
10	0.74	32	2.36	54	3.99	76	5.61	98	7.23
11	0.81	33	2.44	55	4.06	77	5.68	99	7.31
12	0.89	34	2.51	56	4.13	78	5.76	100	7.38
13	0.96	35	2.58	57	4.21	79	5.83	200	14.76
14	1.03	36	2.66	58	4.28	80	5.90	300	22.14
15	1.11	37	2.73	59	4.35	81	5.98	400	29.52
16	1.18	38	2.80	60	4.43	82	6.05	500	36.90
17	1.26	39	2.88	61	4.50	83	6.13	600	44.28
18	1.33	40	2.95	62	4.58	84	6.20	700	51.66
19	1.40	41	3.03	63	4.65	85	6.27	800	59.04
20	1.48	42	3.10	64	4.72	86	6.35	900	66.42
21	1.55	43	3.17	65	4.80	87	6.42	1000	73.80
22	1.62	44	3.25	66	4.87	88	6.49		

27. Beziehung zwischen Quecksilberdruck, Wasserdruck und Druck von Schwefelsäuren.

1 Atmosphäre = 760 mm Hg = 10·328 m Wassersäule,
 = 6·039 m Schwefelsäure 60° B
 (spez. Gew. 1·71),
 = 5·610 m Schwefelsäure 66° B
 (spez. Gew. 1·84).

28. Spannkraft des Wasserdampfes (über Eis bezw. Wasser) zwischen -20° und 119°.

T	mm	T	mm	T	mm	T	mm
-20	0·770	15	12·790	50	92·54	85	433·79
19	0·848	16	13·637	51	97·24	86	451·07
18	0·933	17	14·533	52	102·13	87	468·91
17	1·026	18	15·480	53	107·24	88	487·33
16	1·127	19	16·481	54	112·56	89	506·36
15	1·356	20	17·539	55	118·11	90	526·00
14	1·486	21	18·655	56	123·89	91	546·27
13	1·684	22	19·832	57	129·90	92	567·19
12	1·826	23	21·074	58	136·16	93	588·77
11	1·979	24	22·383	59	142·68	94	611·04
10	2·144	25	23·763	60	149·46	95	634·01
9	2·321	26	25·217	61	156·52	96	657·69
8	2·509	27	26·747	62	163·05	97	682·11
7	2·712	28	28·358	63	171·47	98	707·29
6	2·928	29	30·052	64	179·40	99	733·24
5	3·158	30	31·834	65	187·64	100	760·00
4	3·404	31	33·706	66	196·19	101	787·57
3	3·669	32	35·674	67	205·07	102	816·0
2	3·952	33	37·741	68	214·29	103	845·3
1	4·255	34	39·911	69	223·86	104	875·4
+0	4·579	35	42·188	70	233·79	105	906·4
+1	4·926	36	44·58	71	244·11	106	938·3
2	5·294	37	47·08	72	254·86	107	971·1
3	5·685	38	49·71	73	265·91	108	1004·9
4	6·101	39	52·46	74	277·41	109	1039·6
5	6·543	40	55·34	75	289·32	110	1075·4
6	7·014	41	58·36	76	301·65	111	1112·1
7	7·514	42	61·52	77	314·42	112	1149·8
8	8·046	43	64·82	78	327·64	113	1188·6
9	8·610	44	68·28	79	341·32	114	1228·4
10	9·210	45	71·90	80	355·47	115	1269·4
11	9·845	46	75·67	81	370·11	116	1311·5
12	10·519	47	79·62	82	385·25	117	1354·7
13	11·233	48	83·74	83	400·90	118	1399·0
14	11·989	49	88·05	84	417·08	119	1444·5

**29. Spannkraft des Wasserdampfes für Temperaturen
von 40° an.**

Temperatur	Tension in mm	Druck in Atmo- sphären	Druck auf 1 qem in kg
40	55·34	0·073	0·075
45	71·90	0·096	0·097
50	92·54	0·122	0·125
55	118·11	0·155	0·160
60	149·46	0·197	0·203
65	187·64	0·247	0·255
70	233·79	0·308	0·317
75	289·32	0·381	0·393
80	355·47	0·468	0·484
85	433·79	0·571	0·590
90	526·00	0·692	0·715
95	634·01	0·834	0·862
100	760·00	1·000	1·033
105	906·4	1·192	1·231
110	1075·4	1·415	1·462
115	1269·4	1·673	1·725
120	1491	1·962	2·028
125	1744	2·294	2·371
130	2030	2·670	2·759
135	2354	3·097	3·200
140	2718	3·575	3·695
145	3125	4·111	4·247
150	3581	4·712	4·869
155	4088	5·379	5·558
160	4651	6·119	6·323
165	5274	6·939	7·171
170	5961	7·843	8·104
175	6717	8·838	9·133
180	7546	9·929	10·260
185	8453	11·122	11·493
190	9442	12·423	12·837
195	10519	13·840	14·301
200	11688	15·378	15·890
205	12955	17·046	17·613
210	14324	18·847	19·475
215	15800	20·789	21·482
220	17389	22·879	23·642
225	19096	25·125	25·962
230	20925	27·532	28·450
240	25167	33·114	34·207
260	35761	47·05	48·602
280	50597	66·58	68·777

30. Siedetemperatur des Wassers bei verschiedenem Barometerstand.

Barometerstand	Siedepunkt	Barometerstand	Siedepunkt
710	98·11	745	99·44
715	98·30	750	99·63
720	98·49	755	99·82
725	98·69	760	100·00
730	98·88	765	100·18
735	99·07	770	100·37
740	99·26	775	100·55

31. Spezifische Wärme

a) für feste und flüssige Substanzen.

Aluminium	0·2220	Schwefel, flüssiger	0·2340
Antimon	0·0495	Silber	0·0559
Blei	0·0309	Stahl	0·1070
Bleisulfid	0·0509	Wismut	0·0303
Eisen (Gußeisen)	0·1050	Zink	0·0935
„ (Schmiedeeisen)	0·1081	Zinksulfid	0·1230
Eisenbisulfid, Pyrit	0·1301	Zinn	0·0552
Eisensulfid (Fe S)	0·1357	Asche	0·20
Glas (Thermometerg.)	0·1988	Gips	0·20
Gold	0·0316	Granit	0·20
Kohlenstoff (Holzk.)	0·1653	Marmor (Kalkstein)	0·21
„ (Graphit)	0·1604	Sandstein	0·22
„ (Diamant)	0·1042	Schlacke	0·18
Kupfer	0·0936	Zement	0·19
Messing	0·0917	Ziegelstein	0·22
Nickel	0·109	Alkohol	0·547
Platin	0·0324	Maschinenöl	0·40
Quecksilber	0·0334	Schwefelsäure	0·332
Schwefel, natürlicher	0·1764		

b) für Gase und Dämpfe (bei konstantem Druck).

Berechnet auf Grund der Werte von Langen und Regnault.

	Temperatur	Für 1 kg in Kal.	Für 1 cbm in Kal.
Atmosphärische Luft	0—200°	0·2389	0·3082
Sauerstoff	0—200°	0·2158	0·3082
Stickstoff	0—200°	0·2459	0·3082
Wasserstoff	0—200°	3·452	0·3082
Kohlendioxyd	0—200°	0·2092	0·4109
Kohlenoxyd	0—200°	0·2466	0·3082
Methan	0—200°	0·5930	0·4241
Äthylen	0—200°	0·4040	0·5053
Schwefeldioxyd	0—200°	0·1544	0·4413
Wasserdampf	0—200°	0·4542	0·3654

32. Tabelle der wahren spezifischen Wärmen für konstanten Druck.
(Berechnet von Jabs auf Grund der Versuche von Langen.)

Temperatur	Für 1 Mol in Kal.			Für 1 kg in Kal.			Für 1 cbm in Kal				
	perman Gase	CO ₂	H ₂ O	Sauerstoff	Stickstoff	Luft	CO ₂	H ₂ O	perman. Gase	CO ₂	H ₂ O
	0	6·784	8·684	7·884	0·212	0·2416	0·2347	0·1974	0·4375	0·3029	0·3877
100	6·904	9·204	8·184	0·2158	0·2459	0·2389	0·2092	0·4542	0·3082	0·4109	0·3654
200	7·024	9·724	8·484	0·2195	0·2502	0·2430	0·2210	0·4708	0·3136	0·4341	0·3788
300	7·144	10·244	8·784	0·2233	0·2545	0·2472	0·2328	0·4875	0·3189	0·4573	0·3921
400	7·264	10·764	9·084	0·227	0·2588	0·2513	0·2446	0·5041	0·3243	0·4805	0·4055
500	7·384	11·284	9·384	0·2308	0·2631	0·2555	0·2565	0·5208	0·3296	0·5037	0·4189
600	7·504	11·804	9·684	0·2345	0·2674	0·2597	0·2683	0·5374	0·3350	0·5269	0·4323
700	7·624	12·324	9·984	0·2383	0·2717	0·2638	0·2801	0·5541	0·3404	0·5501	0·4457
800	7·744	12·844	10·284	0·242	0·2760	0·2680	0·2919	0·5707	0·3457	0·5732	0·4591
900	7·864	13·364	10·584	0·2458	0·2803	0·2720	0·3037	0·5874	0·3511	0·5964	0·4725
1000	7·984	13·884	10·884	0·2495	0·2846	0·2763	0·3155	0·6040	0·3564	0·6196	0·4859
1100	8·104	14·404	11·184	0·2533	0·2889	0·2804	0·3274	0·6207	0·3618	0·6428	0·4993
1200	8·224	14·924	11·484	0·257	0·2932	0·2846	0·3392	0·6373	0·3671	0·6660	0·5127
1300	8·344	15·444	11·784	0·2608	0·2975	0·2887	0·3510	0·6540	0·3725	0·6892	0·5261
1400	8·464	15·964	12·084	0·2645	0·3018	0·2929	0·3628	0·6706	0·3779	0·7124	0·5395
1500	8·584	16·484	12·384	0·2683	0·3061	0·2970	0·3746	0·6872	0·3832	0·7356	0·5529
1600	8·704	17·004	12·684	0·272	0·3104	0·3012	0·3865	0·7039	0·3886	0·7588	0·5663
1700	8·824	17·524	12·984	0·2758	0·3147	0·3053	0·3983	0·7206	0·3939	0·7820	0·5796
1800	8·944	18·044	13·284	0·2795	0·3190	0·3095	0·4101	0·7372	0·3993	0·8052	0·5930
1900	9·064	18·564	13·584	0·2833	0·3233	0·3136	0·4219	0·7539	0·4046	0·8284	0·6064
2000	9·184	19·084	13·884	0·287	0·3276	0·3178	0·4337	0·7705	0·4100	0·8516	0·6198

Die mittlere spezifische Wärme zwischen den Temperaturen t und T ist das arithmetische Mittel aus den wahren spez. Wärmen bei diesen Temperaturen.

33. Wärmeeinheiten.

1 Kilogramm-Kalorie = 1 W.E. Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Temperatur von 1 kg Wasser um 1° zu erhöhen.

(Normal-Wärmeeinheit: Wärmemenge, welche 1 kg Wasser von 14.5° auf 15.5° erhöht.)

1 Gramm-W.E. (1 g-W.E. oder 1 g-cal.) = 0.001 W.E.

1 englische Wärmeeinheit (heat unit) bezieht sich auf Erhitzung von 1 engl. Pfund Wasser von 32° auf 33° F. = 252 Gramm-Kalorien. Doch kommt diese Beziehung nur in dem selten vorkommenden Falle in Frage, wo die absoluten Werte der W.E. gebraucht werden. Meist handelt es sich nur um relative Werte, also z. B. Gramm einerseits oder Pfund andererseits von Kohlen etc. gegenüber Gramm bzw. Pfunden von Wasser, und ist dann die „British heat unit“ einfach $\frac{5}{9}$ der Gramm-Kalorie, da sie mit Fahrenheitgraden rechnet.

1 Joule (j) = 10 Mill. Erg = 0.2391 Gramm-Kalorien.

1 kleine (Gramm-)Kalorie = 4.183 j.

1 J = 1000 j = 239.1 cal. = 10¹⁰ Erg.

34. Wärmearaufwand zur Erzeugung von Wasserdampf.

Nach Regnault beträgt die Wärmemenge λ , welche man zur Erzeugung von Wasserdampf von der Temperatur t^0 bei konstantem Druck aus Wasser von 0° aufwenden muß:

$$\lambda = 606.5 + 0.305 t \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Die Größe λ setzt sich zusammen aus zwei Faktoren, nämlich

1. q = Wärmearaufwand zur Erhitzung des Wassers von 0° auf t^0 (kann für Temperaturen unter 100° ohne merklichen Fehler = t , für 100—150° = 1.02 t gesetzt werden).

2. r = Wärmearaufwand zur Verwandlung des flüssigen Wassers in Dampf von derselben Temperatur („latente Wärme“), wofür man nach Clausius folgende Annäherungsformel setzen kann:

$$r = 607 - 0.708 t.$$

Die Werte von r und λ sind beispielsweise

	r		λ		
für	0°	607	607	Wärmeeinheiten	
„	50	571.80	621.89		„
„	100	536.50	637.00		„
„	150	500.79	652.25		„
„	180	479.00	661.40		„
„	200	464.30	667.50		„

35. Heizwerte für 1 kg Brennstoff bezogen auf flüssiges Wasser.

	Wärme- einheiten		Wärme- einheiten
Äther	9 000	Petroleum	11 000
Alkohol	7 100	Rüböl	9 300
Braunkohlenteeröl	9 950	Schwefelkohlenstoff	3 400
Methylalkohol	5 300	Schwefelwasserstoff	2 740
Holz	4 100	Talg	8 370
Holzkohle (C zu CO ₂)	8 000	Terpentinöl	10 850
„ (C zu CO)	2 470	Wachs	9 000
Masut (Petroleum- rückstände)	10 500	Zellulose	4 200

36. Verbrennungswärmen von Gasen.

	Mol.- Gew.	Atom-Kalorien		Kalorien pro cbm	
		aq. flüssig	aq. Dampf	aq. flüssig	aq. Dampf
Wasserstoff H ₂	2	69·0	58·1	3 064	2 585
Methan CH ₄	16	213·5	192·1	9 565	8 606
Äthylen C ₂ H ₄	28	334·8	313·4	14 999	14 060
Benzol C ₆ H ₆	78	788·0	755·9	35 302	33 864
Naphthalin C ₁₀ H ₈	128	1258·4	1230·6	56 376	55 131
Kohlenoxyd CO	28	68·4	68·4	3 064	3 064

37. Verbrennung von Gasen und Gasgemischen. („Hütte“.)

	Kohlenoxyd	Wasserstoff	Methan	Äthylen	Azetylen	Leuchtgas	Wassergas	Mischgas (Dowson)	Gas (Generator)
	CO	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂				
Molekulargewicht	28	2	16	28	26	12.58	15.66	24.25	28.40
Dichte bezogen auf Luft	0.967	0.0695	0.555	0.985	0.906	0.434	0.54	0.84	0.98
Gewicht von 1 cbm bei 0° und 760 mm in kg.	1.250	0.09	0.717	1.274	1.189	0.56	0.70	1.08	1.27
Zur Verbrennung { Sauerstoff	0.5	0.5	2	3	2.5	1.10	0.45	0.21	0.15
von 1 cbm nötig { Luft	2.38	2.38	9.52	14.29	11.90	5.21	2.15	1.00	0.70
Raumverminderung für 1 cbm Gas	0.5	0.5	0	0	0.5	0.28	0.45	0.21	0.145
Gebildetes H ₂ O in kg für 1 cbm Gas	0	0.80	1.61	1.61	0.80	1.00	0.40	0.145	0.02
Heizwert für { 1 kg, Wärmeeinheiten	2.440	34.200	13.240	11.880	11.920	10.000	3.930	1.190	7.20
„ { 1 cbm „	3.030	3.080	9.470	14.990	14.070	5.600	2.750	1.285	9.10
Unterer { 1 kg	2.440	28.800	11.910	11.120	11.500	8.900	3.580	1.110	7.10
„ { 1 cbm „	3.030	2.595	8.595	14.020	13.580	5.000	2.500	1.200	9.00
Unterer Heizwert für 1 cbm brennbares Gemisch, Wärmeeinheiten	900	770	810	920	1.050	805	795	600	530

Mittlere Gaszusammensetzung in Volumprozenten für:
 Leuchtgas: 10 CO, 45 H₂, 3 CO₂, 3 N₂, 35 CH₄, 4 C₂H₄
 Wassergas: 40 CO, 50 H₂, 4 CO₂, 6 N₂

Mischgas: 24 CO, 18 H₂, 6 CO₂, 52 N₂
 Gichtgas: 27 CO, 2 H₂, 6 CO₂, 65 N₂

38. Verbrennung von Flüssigkeiten. („Hütte“.)

	Zur Verbrennung von 1 kg nötiger Sauerstoff in cbm	Zur Verbrennung von 1 kg nötige Luft in cbm	Oberer Heizwert für 1 kg Wärmeeinheiten	kg gebildetes Wasser bei Verbrennung von 1 kg	Unterer Heizwert für 1 kg Wärmeeinheiten	Die Verbrennungsgase von 1 kg enthalten	
						CO ₂	H ₂ O cbm
Petroleum	2·40	11·5	11 000	1·30	10 200	1·60	1·60
Alkohol	1·46	7·0	7 000	1·17	6 300	0·97	1·46

39. Explosive Gasmischungen.

(P. Eitner, Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung **45**, 1; 1902.)

	Vol. des Gases	Vol. der Luft
Azetylen	3·5—52·2	96·5—47·8
Wasserstoff	9·5—66·3	90·5—33·7
Kohlenoxyd	16·6—74·8	83·4—25·2
Äthylen	4·2—14·5	95·8—85·5
Methan	6·2—12·7	93·8—87·3
Leuchtgas	8·0—19	92·0—81·0
Benzol.	2·7—6·3	97·3—93·7
Benzin	2·5—4·8	97·5—95·2
Äther	2·9—7·5	97·1—92·5

40. Eigenschaften der im Handel vorkommenden verflüssigten und komprimierten Gase.

Nach Dr. A. Lange, Niederschöneweide.

	Spez. Gewicht		Dampfdruck Atm.		1 kg entspricht bei 0° und 760 mm einem Gasvolum von		Kritische Tempe- ratur °C	Kritischer Druck Atm.	Siedepunkt bei 760 mm °C	Schmelzpunkt °C	Erforderlicher Gefäßraum für 1 kg Füllung		Wiederholung der Druckprü- fung verlangt in Jahren
	0°	15°	0°	15°	Liter	Atm.					Liter	Atm.	
Stickoxydul	0·937	0·870	—	36·1	49·8	68·0	506	75	-87·9	-102	1·34	180	4
Kohlendioxyd (CO ₂)	0·947	0·864	0·732	36·1	52·2	73·8	506	73	-78·2	57	1·34	190	4
Schwefeldioxyd (SO ₂)	1·435	1·396	1·356	1·5	2·7	4·5	342	78·9	-10·1	76	0·8	12	2
Chlor*)	1·469	1·426	1·380	3·7	5·8	8·8	316	93·5	-33·6	-102	0·8	22	2
Ammoniak	0·634	0·614	0·592	4·2	7·1	11·5	1313	15	-38·5	75	1·86	30	4
Phosgen	1·432	—	—	—	—	—	—	—	+ 8·2	—	0·8	30	2
Wasserstoff	—	—	—	—	—	—	—	234·5	-252	—	—	das 1 ^{1/2} - fache	4
Sauerstoff	—	—	—	—	—	—	—	50	-183	—	—	des Fül- lungs- druckes	4

*) Für Chlor vgl. noch die Tabelle von Knietzsch im speziellen Teil d. B.

41. Elektrische Maße.

1. Einheit der Strommenge, das Coulomb, ist diejenige Strommenge, welche 1·118 mg Silber aus einer Silbernitratlösung abscheidet.

2. Einheit der Stromstärke, das Ampère, ist diejenige Stromstärke, bei welcher in 1 Sekunde 1 Coulomb den Stromkreis durchfließt.

1 Ampèrestunde = Strommenge, welche für 1 Stunde 1 Ampère oder auch für n Stunden $\frac{1}{n}$ Ampère liefert = 3600 Coulomb.

3. Einheit des Widerstandes, das Ohm, gegeben durch den Widerstand eines Quecksilberfadens von 0° und 106·3 cm Länge, dessen Masse 14·4521 g, dessen Querschnitt 1 qmm beträgt. Gelegentlich wird benützt das Siemens=0·944 Ohm und die British Association Unit (B. A. U. = 0·989 Ohm.

4. Einheit der Spannung, das Volt, ist die Spannung, die in einem Leiter von 1 Ohm Widerstand, die Stromstärke von 1 Ampère ergibt.

Elektromotorische Kraft eines Daniellelementes	1·12	Volt
„ „ „ Bunsenelementes	2	„
„ „ „ Clarkelementes	1·4328	„
„ „ „ Westonelementes	1·0186	„
„ „ „ Bleiakкумуляtors	2·1—1·9	„

5. Das Farad ist die Kapazität eines Kondensators, welcher, zum Potential von 1 Volt geladen, 1 Coulomb enthält.

6. Ein Watt oder Volt-Ampère ist die während 1 Sekunde von der Stromstärke 1 Ampère unter dem Einflusse der elektromotorischen Kraft 1 Volt erzeugte Arbeit. Sie ist = $\frac{1 \text{ Meterkilogramm}}{9\cdot81}$ pro Sekunde = 0·102 mkg; daher

1 Pferdekraft = 735·5 Watt. Die englische Board of Trade Unit = 1000 Stunden-Watt.

Ein Strom von i Ampère in einem Widerstande w Ohm entwickelt während t Sekunde die Wärmemenge: 0·239 $w t$ Gramm Kalorien. 1 cal. = 4·19 Joule.

Das Millionenfache und der millionste Teil der vorstehenden Einheiten wird durch das Vorsetzen der Silben „Mega“ und „Mikro“, das Tausendfache und der tausendste Teil der Einheiten durch Vorsetzen der Silben „Kilo“ und „Milli“ bezeichnet, z. B. ein Kilowatt (KW) = 1000 Watt = 1·36 Pferdestärken (PS).

42. Elektrochemische Äquivalente.

Zur Abscheidung eines Grammäquivalentes sind 96 540 Coulomb (= 26.86 Ampèrestunden) erforderlich.

Element	Elektrochemisches Äquivalent	1 Coulomb scheidet aus mg	1 Ampère scheidet stündlich aus g	Element	Elektrochemisches Äquivalent	1 Coulomb scheidet aus mg	1 Ampère scheidet stündlich aus g
Aluminium	9.03	0.09357	0.3369	Nickel	29.34	0.3039	1.0941
Blei	103.50	1.0726	3.8620	Platin	97.6	1.0110	3.6395
Brom	79.92	0.8278	2.9802	Quecksilber	100.0	1.0358	3.7290
Chlor	35.46	0.3673	1.3223	Sauerstoff	8.0	0.0829	0.2983
Gold	65.73	0.6809	2.4512	Silber	107.88	1.1175	4.0228
Kalium	39.10	0.4050	1.4580	Wasserstoff	1.008	0.01044	0.0376
Kupfer	31.79	0.3292	1.1852	Zink	32.69	0.3386	1.2190
Jod	126.92	1.3147	4.7328	Zinn	59.5	0.6163	2.2188
Magnesium	12.16	0.1260	0.4534				

43. Mantissen der Briggs-

.N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	00 000	00 432	00 860	01 284	01 703	02 119	02 531	02 938	03 342	03 743
11	04 139	04 532	04 922	05 308	05 690	06 070	06 446	06 819	07 188	07 553
12	07 918	08 279	08 636	08 991	09 342	09 691	10 037	10 380	10 721	11 059
13	11 394	11 727	12 057	12 385	12 710	13 033	13 354	13 672	13 988	14 301
14	14 613	14 922	15 229	15 534	15 836	16 137	16 435	16 732	17 026	17 319
15	17 609	17 898	18 184	18 469	18 752	19 033	19 312	19 590	19 866	20 140
16	20 412	20 683	20 952	21 219	21 484	21 748	22 011	22 272	22 531	22 789
17	23 045	23 300	23 553	23 805	24 055	24 304	24 551	24 797	25 042	25 285
18	25 527	25 768	26 007	26 245	26 482	26 717	26 951	27 184	27 416	27 646
19	27 875	28 103	28 330	28 556	28 780	29 003	29 226	29 447	29 667	29 885
20	30 103	30 320	30 535	30 750	30 963	31 175	31 387	31 597	31 806	32 015
21	32 222	32 428	32 634	32 838	33 041	33 244	33 445	33 646	33 846	34 044
22	34 242	34 439	34 635	34 830	35 025	35 218	35 411	35 603	35 793	35 984
23	36 173	36 361	36 549	36 736	36 922	37 107	37 291	37 475	37 658	37 840
24	38 021	38 202	38 382	38 561	38 739	38 917	39 094	39 270	39 445	39 620
25	39 794	39 967	40 140	40 312	40 483	40 654	40 824	40 993	41 162	41 330
26	41 497	41 664	41 830	41 996	42 160	42 325	42 488	42 651	42 813	42 975
27	43 136	43 297	43 457	43 616	43 775	43 933	44 091	44 248	44 404	44 560
28	44 716	44 871	45 025	45 179	45 332	45 484	45 637	45 788	45 939	46 090
29	46 240	46 389	46 538	46 687	46 835	46 982	47 129	47 276	47 422	47 567
30	47 712	47 857	48 001	48 144	48 287	48 430	48 572	48 714	48 855	48 996
31	49 136	49 276	49 415	49 554	49 693	49 831	49 969	50 106	50 243	50 379
32	50 515	50 651	50 786	50 920	51 055	51 188	51 322	51 455	51 587	51 720
33	51 851	51 983	52 114	52 244	52 375	52 504	52 634	52 763	52 892	53 020
34	53 148	53 275	53 403	53 529	53 656	53 782	53 908	54 033	54 158	54 283
35	54 407	54 531	54 654	54 777	54 900	55 023	55 145	55 267	55 388	55 509
36	55 630	55 751	55 871	55 991	56 110	56 229	56 348	56 467	56 585	56 703
37	56 820	56 937	57 054	57 171	57 287	57 403	57 519	57 634	57 749	57 864
38	57 978	58 092	58 206	58 320	58 433	58 546	58 659	58 771	58 883	58 995
39	59 106	59 218	59 329	59 439	59 550	59 660	59 770	59 879	59 988	60 097
40	60 206	60 314	60 423	60 531	60 638	60 746	60 853	60 959	61 066	61 172
41	61 278	61 384	61 490	61 595	61 700	61 805	61 909	62 014	62 118	62 221
42	62 325	62 428	62 531	62 634	62 737	62 839	62 941	63 043	63 144	63 246
43	63 347	63 448	63 548	63 649	63 749	63 849	63 949	64 048	64 147	64 246
44	64 345	64 444	64 542	64 640	64 738	64 836	64 933	65 031	65 128	65 225
45	65 321	65 418	65 514	65 610	65 706	65 801	65 896	65 992	66 087	66 181
46	66 276	66 370	66 464	66 558	66 652	66 745	66 839	66 932	67 025	67 117
47	67 210	67 302	67 394	67 486	67 578	67 669	67 761	67 852	67 943	68 034
48	68 124	68 215	68 305	68 395	68 485	68 574	68 664	68 753	68 842	68 931
49	69 020	69 108	69 197	69 285	69 373	69 461	69 548	69 636	69 723	69 810
50	69 897	69 984	70 070	70 157	70 243	70 329	70 415	70 501	70 586	70 672
51	70 757	70 842	70 927	71 012	71 096	71 181	71 265	71 349	71 433	71 517
52	71 600	71 684	71 767	71 850	71 933	72 016	72 099	72 181	72 263	72 346
53	72 428	72 509	72 591	72 673	72 754	72 835	72 916	72 997	73 078	73 159
54	73 239	73 320	73 400	73 480	73 560	73 640	73 719	73 799	73 878	73 957

schen Logarithmen.

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	74 036	74 115	74 194	74 273	74 351	74 429	74 507	74 586	74 663	74 741
56	74 819	74 896	74 974	75 051	75 128	75 205	75 282	75 358	75 435	75 511
57	75 587	75 664	75 740	75 815	75 891	75 967	76 042	76 118	76 193	76 268
58	76 343	76 418	76 492	76 567	76 641	76 716	76 790	76 864	76 938	77 012
59	77 085	77 159	77 232	77 305	77 379	77 452	77 525	77 597	77 670	77 743
60	77 815	77 887	77 960	78 032	78 104	78 176	78 247	78 319	78 390	78 462
61	78 533	78 604	78 675	78 746	78 817	78 888	78 958	79 029	79 099	79 169
62	79 239	79 309	79 379	79 449	79 518	79 588	79 657	79 727	79 796	79 865
63	79 934	80 003	80 072	80 140	80 209	80 277	80 346	80 414	80 482	80 550
64	80 618	80 686	80 754	80 821	80 889	80 956	81 023	81 090	81 158	81 224
65	81 291	81 358	81 425	81 491	81 558	81 624	81 690	81 757	81 823	81 889
66	81 954	82 020	82 086	82 151	82 217	82 282	82 347	82 413	82 478	82 543
67	82 607	82 672	82 737	82 802	82 866	82 930	82 995	83 059	83 123	83 187
68	83 251	83 315	83 378	83 442	83 506	83 569	83 632	83 696	83 759	83 822
69	83 885	83 948	84 011	84 073	84 136	84 198	84 261	84 323	84 386	84 448
70	84 510	84 572	84 634	84 696	84 757	84 819	84 880	84 942	85 003	85 065
71	85 126	85 187	85 248	85 309	85 370	85 431	85 491	85 552	85 612	85 673
72	85 733	85 794	85 854	85 914	85 974	86 034	86 094	86 153	86 213	86 273
73	86 332	86 392	86 451	86 510	86 570	86 629	86 688	86 747	86 806	86 864
74	86 923	86 982	87 040	87 099	87 157	87 216	87 274	87 332	87 390	87 448
75	87 506	87 564	87 622	87 679	87 737	87 795	87 852	87 910	87 967	88 024
76	88 081	88 138	88 195	88 252	88 309	88 366	88 423	88 480	88 536	88 593
77	88 649	88 705	88 762	88 818	88 874	88 930	88 986	89 042	89 098	89 154
78	89 209	89 265	89 321	89 376	89 432	89 487	89 542	89 597	89 653	89 708
79	89 763	89 818	89 873	89 927	89 982	90 037	90 091	90 146	90 200	90 255
80	90 309	90 363	90 417	90 472	90 526	90 580	90 634	90 687	90 741	90 795
81	90 849	90 902	90 956	91 009	91 062	91 116	91 169	91 222	91 275	91 328
82	91 381	91 434	91 487	91 540	91 593	91 645	91 698	91 751	91 803	91 855
83	91 908	91 960	92 012	92 065	92 117	92 169	92 221	92 273	92 324	92 376
84	92 428	92 480	92 531	92 583	92 634	92 686	92 737	92 788	92 840	92 891
85	92 942	92 993	93 044	93 095	93 146	93 197	93 247	93 298	93 349	93 399
86	93 450	93 500	93 551	93 601	93 651	93 702	93 752	93 802	93 852	93 902
87	93 952	94 002	94 052	94 101	94 151	94 201	94 250	94 300	94 349	94 399
88	94 448	94 498	94 547	94 596	94 645	94 694	94 743	94 792	94 841	94 890
89	94 939	94 988	95 036	95 085	95 134	95 182	95 231	95 279	95 328	95 376
90	95 424	95 472	95 521	95 569	95 617	95 665	95 713	95 761	95 809	95 856
91	95 904	95 952	95 999	96 047	96 095	96 142	96 190	96 237	96 284	96 332
92	96 379	96 426	96 473	96 520	96 567	96 614	96 661	96 708	96 755	96 802
93	96 848	96 895	96 942	96 988	97 035	97 081	97 128	97 174	97 220	97 267
94	97 313	97 359	97 405	97 451	97 497	97 543	97 589	97 635	97 681	97 727
95	97 772	97 818	97 864	97 909	97 955	98 000	98 046	98 091	98 137	98 182
96	98 227	98 272	98 318	98 363	98 408	98 453	98 498	98 543	98 588	98 632
97	98 677	98 722	98 767	98 811	98 856	98 900	98 945	98 989	99 034	99 078
98	99 123	99 167	99 211	99 255	99 300	99 344	99 388	99 432	99 476	99 520
99	99 564	99 607	99 651	99 695	99 739	99 782	99 826	99 870	99 913	99 957

44. Mathematische Tabellen.

Kreisumfänge und -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- und Kubikwurzeln.

n	πn ○	$\pi \frac{n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
1.0	3.142	0.7854	1.000	1.000	1.0000	1.0000
1.1	3.456	0.9503	1.210	1.331	1.0488	1.0323
1.2	3.770	1.1310	1.440	1.728	1.0955	1.0627
1.3	4.084	1.3273	1.690	2.197	1.1402	1.0914
1.4	4.398	1.5394	1.960	2.744	1.1832	1.1187
1.5	4.712	1.7672	2.250	3.375	1.2247	1.1447
1.6	5.027	2.0106	2.560	4.096	1.2649	1.1696
1.7	5.341	2.2698	2.890	4.913	1.3038	1.1935
1.8	5.655	2.5447	3.240	5.832	1.3416	1.2164
1.9	5.969	2.8353	3.610	6.859	1.3784	1.2386
2.0	6.283	3.1416	4.000	8.000	1.4142	1.2599
2.1	6.597	3.4636	4.410	9.261	1.4491	1.2806
2.2	6.912	3.8013	4.840	10.648	1.4832	1.3006
2.3	7.226	4.1548	5.290	12.167	1.5166	1.3200
2.4	7.540	4.5239	6.760	13.824	1.5492	1.3389
2.5	7.854	4.9087	6.250	15.625	1.5811	1.3572
2.6	8.168	5.3093	6.760	17.576	1.6125	1.3751
2.7	8.482	5.7256	7.290	19.683	1.6432	1.3925
2.8	8.797	6.1575	7.840	21.952	1.6733	1.4095
2.9	9.111	6.6052	8.410	24.389	1.7029	1.4260
3.0	9.425	7.0686	9.00	27.000	1.7321	1.4422
3.1	9.739	7.5477	9.61	29.791	1.7607	1.4581
3.2	10.053	8.0425	10.24	32.768	1.7889	1.4736
3.3	10.367	8.5530	10.89	35.937	1.8166	1.4888
3.4	10.681	9.0792	11.56	39.304	1.8439	1.5037
3.5	10.996	9.6211	12.25	42.875	1.8708	1.5183
3.6	11.310	10.179	12.96	46.656	1.8974	1.5326
3.7	11.624	10.752	13.69	50.653	1.9235	1.5467
3.8	11.938	11.341	14.44	54.872	1.9494	1.5605
3.9	12.252	11.946	15.21	59.319	1.9748	1.5741
4.0	12.566	12.566	16.00	64.000	2.0000	1.5874
4.1	12.881	13.203	68.81	68.921	2.0249	1.6005
4.2	13.195	13.854	17.64	74.088	2.0494	1.6134
4.3	13.509	14.522	18.49	79.507	2.0736	1.6261
4.4	13.823	15.205	19.36	85.184	2.0976	1.6386

n	πn ○	$\frac{\pi n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
4.5	14.137	15.904	20.25	91.125	2.1213	1.6510
4.6	14.451	16.619	21.16	97.336	2.1448	1.6631
4.7	14.765	17.349	22.09	103.823	2.1680	1.6751
4.8	15.080	18.096	23.04	110.592	2.1909	1.6869
4.9	15.394	18.857	24.01	117.649	2.2136	1.6985
5.0	15.708	19.635	25.00	125.000	2.2361	1.7100
5.1	16.022	20.428	26.01	132.651	2.2583	1.7213
5.2	16.336	21.237	27.04	140.608	2.2804	1.7325
5.3	16.650	22.062	28.09	148.877	2.3022	1.7435
5.4	16.965	22.902	29.16	157.464	2.3238	1.7544
5.5	17.279	23.758	30.25	166.375	2.3452	1.7652
5.6	17.593	24.630	31.36	175.616	2.3664	1.7758
5.7	17.907	25.518	32.49	185.193	2.3875	1.7863
5.8	18.221	26.421	33.64	195.112	2.4083	1.7967
5.9	18.535	27.340	34.81	205.379	2.4290	1.8070
6.0	18.850	28.274	36.00	216.000	2.4495	1.8171
6.1	19.164	29.225	37.21	226.981	2.4698	1.8272
6.2	19.478	30.191	38.44	238.328	2.4900	1.8371
6.3	19.792	31.173	39.69	250.047	2.5100	1.8469
6.4	20.106	32.170	40.96	262.144	2.5298	1.8566
6.5	20.420	33.183	42.25	274.625	2.5495	1.8663
6.6	20.735	34.212	43.56	287.496	2.5691	1.8758
6.7	21.049	35.257	44.89	300.763	2.5884	1.8852
6.8	21.363	36.317	46.24	314.432	2.6077	1.8945
6.9	21.677	37.393	47.61	328.509	2.6268	1.9038
7.0	21.991	38.485	49.00	343.000	2.6458	1.9129
7.1	22.305	39.592	50.41	357.911	2.6646	1.9220
7.2	22.619	40.715	51.84	373.248	2.6833	1.9310
7.3	22.934	41.854	53.29	389.017	2.7019	1.9399
7.4	23.248	43.008	54.76	405.224	2.7203	1.9487
7.5	23.562	44.179	56.25	421.875	2.7386	1.9574
7.6	23.876	45.365	57.76	438.976	2.7568	1.9661
7.7	24.190	46.566	59.29	456.533	2.7749	1.9747
7.8	24.504	47.784	60.84	474.552	2.7929	1.9832
7.9	24.819	49.017	62.41	493.039	2.8107	1.9916
8.0	25.133	50.266	64.00	512.000	2.8284	2.0000
8.1	25.447	51.530	65.61	531.441	2.8461	2.0083
8.2	25.761	52.810	67.24	551.368	2.8636	2.0165
8.3	26.075	54.106	68.89	571.787	2.8810	2.0247
8.4	26.389	55.418	70.56	592.704	2.8983	2.0328

n	πn ○	$\frac{\pi^2 n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
8.5	26.704	56.745	72.25	614.125	2.9155	2.0408
8.6	27.018	58.088	73.96	636.056	2.9326	2.0488
8.7	27.332	59.447	75.69	658.503	2.9496	2.0567
8.8	27.646	60.821	77.44	681.472	2.9665	2.0646
8.9	27.960	62.211	79.21	704.969	2.9833	2.0724
9.0	28.274	63.617	81.00	729.000	3.0000	2.0801
9.1	28.588	65.039	82.81	753.571	3.0166	2.0878
9.2	28.903	66.476	84.64	778.688	3.0332	2.0954
9.3	29.217	67.929	86.49	804.357	3.0496	2.1029
9.4	29.531	69.398	88.36	830.584	3.0659	2.1105
9.5	29.845	70.882	90.25	857.375	3.0822	2.1179
9.6	30.159	72.382	92.16	884.736	3.0984	2.1253
9.7	30.473	73.898	94.09	912.673	3.1145	2.1327
9.8	30.788	75.430	96.04	941.192	3.1305	2.1400
9.9	31.102	76.977	98.01	970.299	3.1464	2.1472
10.0	31.416	78.540	100.00	1000.000	3.1623	2.1544
10.1	31.730	80.119	102.01	1030.301	3.1780	2.1616
10.2	32.044	81.713	104.04	1061.208	3.1937	2.1687
10.3	32.358	83.323	106.09	1092.727	3.2094	2.1757
10.4	32.673	84.949	108.16	1124.864	3.2249	2.1828
10.5	32.987	86.590	110.25	1157.625	3.2404	2.1897
10.6	33.301	88.247	112.36	1191.016	3.2558	2.1967
10.7	33.615	89.920	114.49	1225.043	3.2711	2.2036
10.8	33.929	91.609	116.64	1259.712	3.2863	2.2104
10.9	34.243	93.313	118.81	1295.029	3.3015	2.2172
11.0	34.558	95.033	121.00	1331.000	3.3166	2.2239
11.1	34.872	96.769	123.21	1367.631	3.3317	2.2307
11.2	35.186	98.520	125.44	1404.928	3.3466	2.2374
11.3	35.500	100.29	127.69	1442.897	3.3615	2.2441
11.4	35.814	102.07	129.96	1481.544	3.3764	2.2506
11.5	36.128	103.87	132.25	1520.875	3.3912	2.2572
11.6	36.442	105.68	134.56	1560.896	3.4059	2.2637
11.7	36.757	107.51	136.89	1601.613	3.4205	2.2702
11.8	37.071	109.36	139.24	1643.032	3.4351	2.2766
11.9	37.385	111.22	141.61	1685.159	3.4496	2.2831
12.0	37.699	113.10	144.00	1728.000	3.4641	2.2894
12.1	38.013	114.99	146.41	1771.561	3.4785	2.2957
12.2	38.327	116.90	148.84	1815.848	3.4928	2.3021
12.3	38.642	118.82	151.29	1860.867	3.5071	2.3084
12.4	38.956	120.76	153.76	1906.624	3.5214	2.3146

n	πn ○	$\frac{\pi n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
12.5	39.270	122.72	156.25	1953.125	3.5355	2.3208
12.6	39.584	124.69	158.76	2000.376	3.5496	2.3270
12.7	39.898	126.68	161.29	2048.383	3.5637	2.3331
12.8	40.212	128.68	163.84	2097.152	3.5777	2.3392
12.9	40.527	130.70	166.41	2146.689	3.5917	2.3453
13.0	40.841	132.73	169.00	2197.000	3.6056	2.3513
13.1	41.155	134.78	171.61	2248.091	3.6104	2.3573
13.2	41.469	136.85	174.24	2299.968	3.6332	2.3633
13.3	41.783	138.93	176.89	2352.637	3.6469	2.3693
13.4	42.097	141.03	179.56	2406.104	3.6606	2.3752
13.5	42.412	143.14	182.25	2460.375	3.6742	2.3811
13.6	42.726	145.27	184.96	2515.456	3.6878	2.3870
13.7	43.040	147.41	187.69	2571.353	3.7013	2.3928
13.8	43.354	149.57	190.44	2628.072	3.7148	2.3986
13.9	43.668	151.75	193.21	2685.619	3.7283	2.4044
14.0	43.982	153.94	196.00	2744.000	3.7417	2.4101
14.1	44.296	156.15	198.81	2803.221	3.7550	2.4159
14.2	44.611	158.37	201.64	2863.288	3.7683	2.4216
14.3	44.925	160.61	204.49	2924.207	3.7815	2.4272
14.4	45.239	162.86	207.36	2085.984	3.7947	2.4329
14.5	45.553	165.13	210.25	3048.625	3.8079	2.4385
14.6	45.867	167.42	213.16	3112.136	3.8210	2.4441
14.7	46.181	169.72	216.09	3176.523	3.8341	2.4497
14.8	46.496	172.03	219.04	3241.792	3.8471	2.4552
14.9	46.810	174.37	222.01	3307.949	3.8600	2.4607
15.0	47.124	176.72	225.00	3375.000	3.8730	2.4662
15.1	47.438	179.08	228.01	3442.951	3.8859	2.4717
15.2	47.752	181.46	231.04	3511.808	3.8987	2.4772
15.3	48.066	183.85	234.09	3581.577	3.9115	2.4825
15.4	48.381	186.27	237.16	3652.264	3.9243	2.4879
15.5	48.695	188.69	240.25	3723.875	3.9370	2.4933
15.6	49.009	191.13	243.36	3796.416	3.9497	2.4986
15.7	49.323	193.59	246.49	3869.893	3.9623	2.5039
15.8	49.637	196.07	249.64	3944.312	3.9749	2.5092
15.9	49.951	198.56	252.81	4019.679	3.9875	2.5146
16.0	50.265	201.06	256.00	4096.000	4.0000	2.5198
16.1	50.580	203.58	259.21	4173.281	4.0125	2.5251
16.2	50.894	206.13	262.44	4251.528	4.0249	2.5303
16.3	51.208	208.67	265.69	4330.747	4.0373	2.5355
16.4	51.522	211.24	268.96	4410.944	4.0497	2.5406

n	πn ○	$\frac{\pi^2 n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
16.5	51.836	213.83	272.25	4492.125	4.0620	2.5458
16.6	52.150	216.42	275.56	4574.296	4.0743	2.5509
16.7	52.465	219.04	278.89	4657.463	4.0866	2.5561
16.8	52.779	221.67	282.24	4741.632	4.0988	2.5612
16.9	53.093	224.32	285.61	4826.809	4.1110	2.5663
17.0	53.407	226.98	289.00	4913.000	4.1231	2.5713
17.1	53.721	229.66	292.41	5000.211	4.1352	2.5763
17.2	54.035	232.35	295.84	5088.448	4.1473	2.5813
17.3	54.350	235.06	229.29	5177.717	4.1593	2.5863
17.4	54.664	237.79	302.76	5268.024	4.1713	2.5913
17.5	54.978	240.53	306.25	5359.375	4.1833	2.5963
17.6	55.292	243.29	309.76	5451.776	4.1952	2.6012
17.7	55.606	246.06	313.29	5545.233	4.2071	2.6061
17.8	55.920	248.85	316.84	5639.752	4.2190	2.6109
17.9	56.235	251.65	320.41	5735.339	4.2308	2.6158
18.0	56.549	254.47	324.00	5832.000	4.2426	2.6207
18.1	56.863	257.30	327.61	5929.741	4.2544	2.6256
18.2	57.177	260.16	331.24	6028.568	4.2661	2.6304
18.3	57.491	263.02	334.89	6128.487	4.2778	2.6352
18.4	57.805	265.90	338.56	6229.504	4.2895	2.6400
18.5	58.119	268.80	342.25	6331.625	4.3012	2.6448
18.6	58.434	271.72	345.96	6434.856	4.3128	2.6495
18.7	58.748	274.65	349.69	6539.203	4.3243	2.6543
18.8	59.062	277.59	353.44	6644.672	4.3359	2.6590
18.9	59.376	280.55	357.21	6751.269	4.3474	2.6637
19.0	59.690	283.53	361.00	6859.000	4.3589	2.6684
19.1	60.004	286.52	364.81	6967.871	4.3703	2.6731
19.2	60.319	289.53	368.64	7077.888	4.3818	2.6777
19.3	60.633	292.55	372.49	7189.057	4.3932	2.6824
19.4	60.947	295.59	376.36	7301.384	4.4045	2.6869
19.5	61.261	298.65	380.25	7414.875	4.4159	2.6916
19.6	61.575	301.72	384.16	7529.536	4.4272	2.6962
19.7	61.889	304.81	388.09	7645.373	4.4385	2.7008
19.8	62.204	307.91	392.04	7762.392	4.4497	2.7053
19.9	62.518	311.03	396.01	7880.599	4.4609	2.7098
20.0	62.832	314.16	400.00	8000.000	4.4721	2.7144
20.1	63.146	317.31	404.01	8120.601	4.4833	2.7189
20.2	63.460	320.47	408.04	8242.408	4.4944	2.7234
20.3	63.774	323.66	412.09	8365.427	4.5055	2.7279
20.4	64.088	326.85	416.16	8489.664	4.5166	2.7324

n	πn ○	$\frac{\pi n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
20.5	64.403	330.06	420.25	8615.125	4.5277	2.7368
20.6	64.717	333.29	424.36	8741.816	4.5387	2.7413
20.7	65.031	336.54	428.49	8869.743	4.5497	2.7457
20.8	65.345	339.80	432.64	8998.912	4.5607	2.7502
20.9	65.659	343.07	436.81	9129.329	4.5716	2.7545
21.0	65.973	346.36	441.00	9261.000	4.5826	2.7589
21.1	66.288	349.67	445.21	9393.931	4.5935	2.7633
21.2	66.602	352.99	449.44	9528.128	4.6043	2.7676
21.3	66.916	356.33	453.69	9663.597	4.6152	2.7720
21.4	67.230	359.68	457.96	9800.344	4.6260	2.7763
21.5	67.544	363.05	462.25	9938.375	4.6368	2.7806
21.6	67.858	366.44	466.56	10077.696	4.6476	2.7849
21.7	68.173	369.84	470.89	10218.313	4.6583	2.7893
21.8	68.487	373.25	475.24	10360.232	4.6690	2.7935
21.9	68.801	376.69	479.61	10503.459	4.6797	2.7978
22.0	69.115	380.13	484.00	10648.000	4.6904	2.8021
22.1	69.429	383.60	488.41	10793.861	4.7011	2.8063
22.2	69.743	387.08	492.84	10941.048	4.7117	2.8105
22.3	70.058	390.57	497.29	11089.567	4.7223	2.8147
22.4	70.372	394.08	501.76	11239.424	4.7329	2.8189
22.5	70.686	397.61	506.25	11390.625	4.7434	2.8231
22.6	71.000	401.15	510.76	11543.176	4.7539	2.8273
22.7	71.314	404.71	515.29	11697.083	4.7644	2.8314
22.8	71.628	408.28	519.84	11852.352	4.7749	2.8356
22.9	71.942	411.87	524.41	12008.989	4.7854	2.8397
23.0	72.257	415.48	529.00	12167.000	4.7958	2.8438
23.1	72.571	419.10	533.61	12326.391	4.8062	2.8479
23.2	72.885	422.73	538.24	12487.168	4.8166	2.8521
23.3	73.199	426.39	542.89	12649.337	4.8270	2.8562
23.4	73.513	430.05	547.56	12812.904	4.8373	2.8603
23.5	73.827	433.74	552.25	12977.875	4.8477	2.8643
23.6	74.142	437.44	556.96	13144.256	4.8580	2.8684
23.7	74.456	441.15	561.69	13312.053	4.8683	2.8724
23.8	74.770	444.88	566.44	13481.272	4.8785	2.8765
23.9	75.084	448.63	571.21	13651.919	4.8888	2.8805
24.0	75.398	452.39	576.00	13824.000	4.8990	2.8845
24.1	75.712	456.17	580.81	13997.521	4.9092	2.8885
24.2	76.027	459.96	585.64	14172.488	4.9193	2.8925
24.3	76.341	463.77	590.49	14348.907	4.9295	2.8965
24.4	76.655	467.60	595.36	14526.784	4.9396	2.9004

n	πn ○	$\frac{\pi^2 n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
24.5	76.969	471.44	600.25	14706.125	4.9497	2.9044
24.6	77.283	475.29	605.16	14886.936	4.9598	2.9083
24.7	77.597	479.16	610.09	15069.223	4.9699	2.9123
24.8	77.911	483.05	615.04	15252.992	4.9799	2.9162
24.9	78.226	486.96	620.01	15438.249	4.9899	2.9201
25.0	78.540	490.87	625.00	15625.000	5.0000	2.9241
25.1	78.854	494.81	630.01	15813.251	5.0099	2.9279
25.2	79.168	498.76	635.04	16003.008	5.0199	2.9318
25.3	79.482	502.73	640.09	16194.277	5.0299	2.9356
25.4	79.796	506.71	645.16	16387.064	5.0398	2.9395
25.5	80.111	510.71	650.25	16581.375	5.0497	2.9434
25.6	80.425	514.72	655.36	16777.216	5.0596	2.9472
25.7	80.739	518.75	660.49	16974.593	5.0695	2.9510
25.8	81.053	522.79	665.64	17173.512	5.0793	2.9549
25.9	81.367	526.85	670.81	17373.979	5.0892	2.9586
26.0	81.681	530.93	676.00	17576.000	5.0990	2.9624
26.1	81.996	535.02	681.21	17779.581	5.1088	2.9662
26.2	82.310	539.13	686.44	17984.728	5.1185	2.9701
26.3	82.624	543.25	691.69	18191.447	5.1283	2.9738
26.4	82.938	547.39	696.96	18399.744	5.1380	2.9776
26.5	83.252	551.55	702.25	18609.625	5.1478	2.9814
26.6	83.566	555.72	707.56	18821.096	5.1575	2.9851
26.7	83.881	559.90	712.89	19034.163	5.1672	2.9888
26.8	84.195	564.10	718.24	19248.832	5.1768	2.9926
26.9	84.509	568.32	723.61	19465.109	5.1865	2.9963
27.0	84.823	572.56	729.00	19683.000	5.1962	3.0000
27.1	85.137	576.80	734.41	19902.511	5.2057	3.0037
27.2	85.451	581.07	739.84	20123.648	5.2153	3.0074
27.3	85.765	585.35	745.29	20346.417	5.2249	3.0111
27.4	86.080	589.65	750.76	20570.824	5.2345	3.0147
27.5	86.394	593.96	756.25	20796.875	5.2440	3.0184
27.6	86.708	598.29	761.76	21024.576	5.2535	3.0221
27.7	87.022	602.63	767.29	21253.933	5.2630	3.0257
27.8	87.336	606.99	772.84	21484.952	5.2725	3.0293
27.9	87.650	611.36	778.41	21717.639	5.2820	3.0330
28.0	87.965	615.75	784.00	21952.000	5.2915	3.0366
28.1	88.279	620.16	789.61	22188.041	5.3009	3.0402
28.2	88.593	624.58	795.24	22425.768	5.3103	3.0438
28.3	88.907	629.02	800.89	22665.187	5.3197	3.0474
28.4	89.221	633.47	806.56	22906.304	5.3291	3.0510

n	πn ○	$\frac{\pi n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
28.5	89.535	637.94	812.25	23149.125	5.3385	3.0546
28.6	89.850	642.42	817.96	23393.656	5.3478	3.0581
28.7	90.164	646.93	823.69	23639.903	5.3572	3.0617
28.8	90.478	651.44	829.44	23887.872	5.3665	3.0652
28.9	90.792	655.97	835.21	24137.569	5.3758	3.0688
29.0	91.106	660.52	841.00	24389.000	5.3852	3.0723
29.1	91.420	665.08	846.81	24642.171	5.3944	3.0758
29.2	91.735	669.66	852.64	24897.088	5.4037	3.0794
29.3	92.049	674.26	858.49	25153.757	5.4129	3.0829
29.4	92.363	678.87	864.36	25412.184	5.4221	3.0864
29.5	92.677	683.49	870.25	25672.375	5.4313	3.0899
29.6	92.991	688.13	876.16	25934.336	5.4405	3.0934
29.7	93.305	692.79	882.09	26198.073	5.4497	3.0968
29.8	93.619	697.47	888.04	26463.592	5.4589	3.1003
29.9	93.934	702.15	894.01	26730.899	5.4680	3.1038
30.0	94.248	706.86	900.00	27000.000	5.4772	3.1072
30.1	94.562	711.58	906.01	27270.901	5.4863	3.1107
30.2	94.876	716.32	912.04	27543.608	5.4954	3.1141
30.3	95.190	721.07	918.09	27818.127	5.5045	3.1176
30.4	95.504	725.83	924.16	28094.464	5.5136	3.1210
30.5	95.819	730.62	930.25	28372.625	5.5226	3.1244
30.6	96.133	735.42	936.36	28652.616	5.5317	3.1278
30.7	96.447	740.23	942.49	28934.443	5.5407	3.1312
30.8	96.761	745.06	948.64	29218.112	5.5497	3.1346
30.9	97.075	749.91	954.81	29503.629	5.5587	3.1380
31.0	97.389	754.77	961.00	29791.000	5.5678	3.1414
31.1	97.704	759.65	967.21	30080.231	5.5767	3.1448
31.2	98.018	764.54	973.44	30371.328	5.5857	3.1481
31.3	98.332	769.45	979.69	30664.297	5.5946	3.1515
31.4	98.646	774.37	985.96	30959.144	5.6035	3.1548
31.5	98.960	779.31	992.25	31255.875	5.6124	3.1582
31.6	99.274	784.27	998.56	31554.496	5.6213	3.1615
31.7	99.588	789.24	1004.89	31855.013	5.6302	3.1648
31.8	99.903	794.23	1011.24	32157.432	5.6391	3.1681
31.9	100.22	799.23	1017.61	32461.759	5.6480	3.1715
32.0	100.53	804.25	1024.00	32768.000	5.6569	3.1748
32.1	100.85	809.28	1030.41	33076.161	5.6656	3.1781
32.2	101.16	814.33	1036.84	33386.248	5.6745	3.1814
32.3	101.47	819.40	1043.29	33698.267	5.6833	3.1847
32.4	101.79	824.48	1049.76	34012.224	5.6921	3.1880

n	πn ○	$\frac{\pi n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
32.5	102.10	829.58	1056.25	34328.125	5.7008	3.1913
32.6	102.42	834.69	1062.76	34645.976	5.7096	3.1945
32.7	102.73	839.82	1069.29	34965.783	5.7183	3.1978
32.8	103.04	844.96	1075.84	35287.552	5.7271	3.2010
32.9	103.36	850.12	1082.41	35611.289	5.7358	3.2043
33.0	103.67	855.30	1089.00	35937.000	5.7446	3.2075
33.1	103.99	860.49	1095.61	36264.691	5.7532	3.2108
33.2	104.30	865.70	1102.24	36594.368	5.7619	3.2140
33.3	104.62	870.92	1108.89	36926.037	5.7706	3.2172
33.4	104.93	876.16	1115.56	37259.704	5.7792	3.2204
33.5	105.24	881.41	1122.25	37595.375	5.7879	3.2237
33.6	105.56	886.68	1128.96	37933.056	5.7965	3.2269
33.7	105.87	891.97	1135.69	38272.753	5.8051	3.2301
33.8	106.19	897.27	1142.44	38614.472	5.8137	3.2332
33.9	106.50	902.59	1149.21	38958.219	5.8223	3.2364
34.0	106.81	907.92	1156.00	39304.000	5.8310	3.2396
34.1	107.13	913.27	1162.81	39651.821	5.8395	3.2428
34.2	107.44	918.63	1169.64	40001.688	5.8480	3.2460
34.3	107.76	924.01	1176.49	40353.607	5.8566	3.2491
34.4	108.07	929.41	1183.36	40707.584	5.8651	3.2522
34.5	108.38	934.82	1190.25	41063.625	5.8736	3.2554
34.6	108.70	940.25	1197.16	41421.736	5.8821	3.2586
34.7	109.01	945.69	1204.09	41781.923	5.8906	3.2617
34.8	109.33	951.15	1211.04	42144.192	5.8991	3.2648
34.9	109.64	956.62	1218.01	42508.549	5.9076	3.2679
35.0	109.96	962.11	1225.00	42875.000	5.9161	3.2710
35.1	110.27	967.62	1232.01	43243.551	5.9245	3.2742
35.2	110.58	973.14	1239.04	43614.208	5.9329	3.2773
35.3	110.90	978.68	1246.09	43986.977	5.9413	3.2804
35.4	111.21	984.23	1253.16	44361.864	5.9497	3.2835
35.5	111.53	989.80	1260.25	44738.875	5.9581	3.2866
35.6	111.84	995.38	1267.36	45118.016	5.9665	3.2897
35.7	112.15	1000.98	1274.49	45499.293	5.9749	3.2927
35.8	112.47	1006.60	1281.64	45882.712	5.9833	3.2958
35.9	112.78	1012.23	1288.81	46268.279	5.9916	3.2989
36.0	113.10	1017.88	1296.00	46656.000	6.0000	3.3019
36.1	113.41	1023.54	1303.21	47045.881	6.0083	3.3050
36.2	113.73	1029.22	1310.44	47437.928	6.0166	3.3080
36.3	114.04	1034.91	1317.69	47832.147	6.0249	3.3111
36.4	114.35	1040.62	1324.96	48228.544	6.0332	3.3141

n	πn ○	$\frac{\pi^2}{4} n^2$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
36.5	114.67	1046.35	1332.25	48627.125	6.0415	3.3171
36.6	114.98	1052.09	1339.56	49027.896	6.0497	3.3202
36.7	115.30	1057.84	1346.89	49430.863	6.0580	3.3232
36.8	115.61	1063.62	1354.24	49836.032	6.0663	3.3262
36.9	115.92	1069.41	1361.61	50243.409	6.0745	3.3292
37.0	116.24	1075.21	1369.00	50653.000	6.0827	3.3322
37.1	116.55	1081.03	1376.41	51064.811	6.0909	3.3352
37.2	116.87	1086.87	1383.84	51478.848	6.0991	3.3382
37.3	117.18	1092.72	1391.29	51895.117	6.1073	3.3412
37.4	117.50	1098.58	1398.76	52313.624	6.1155	3.3442
37.5	117.81	1104.47	1406.25	52734.375	6.1237	3.3472
37.6	118.12	1110.36	1413.76	53157.376	6.1318	3.3501
37.7	118.44	1116.28	1421.29	53582.633	6.1400	3.3531
37.8	118.75	1122.21	1428.84	54010.152	6.1481	3.3561
37.9	119.07	1128.15	1436.41	54439.939	6.1563	3.3590
38.0	119.38	1134.11	1444.00	54872.000	6.1644	3.3620
38.1	119.69	1140.09	1451.61	55306.341	6.1725	3.3649
38.2	120.01	1146.08	1459.24	55742.968	6.1806	3.3679
38.3	120.32	1152.09	1466.89	56181.887	6.1887	3.3708
38.4	120.64	1158.12	1474.56	56623.104	6.1967	3.3737
38.5	120.95	1164.16	1482.25	57066.625	6.2048	3.3767
38.6	121.27	1170.21	1489.96	57512.456	6.2129	3.3796
38.7	121.58	1176.28	1497.69	57960.603	6.2209	3.3825
38.8	121.89	1182.37	1505.44	58411.072	6.2289	3.3854
38.9	122.21	1188.47	1513.21	58863.869	6.2370	3.3883
39.0	122.52	1194.59	1521.00	59319.000	6.2450	3.3912
39.1	122.84	1200.72	1528.81	59776.471	6.2530	3.3941
39.2	123.15	1206.87	1536.64	60236.288	6.2610	3.3970
39.3	123.46	1213.04	1544.49	60698.457	6.2689	3.3999
39.4	123.78	1219.22	1552.36	61162.984	6.2769	3.4028
39.5	124.09	1225.42	1560.25	61629.875	6.2849	3.4056
39.6	124.41	1231.63	1568.16	62099.136	6.2928	3.4085
39.7	124.72	1237.86	1576.09	62570.773	6.3008	3.4114
39.8	125.04	1244.10	1584.04	63044.792	6.3087	3.4142
39.9	125.35	1250.36	1592.01	63521.199	6.3166	3.4171
40.0	125.66	1256.64	1600.00	64000.000	6.3245	3.4200
40.1	125.98	1262.93	1608.01	64481.201	6.3325	3.4228
40.2	126.29	1269.23	1616.04	64964.808	6.3404	3.4256
40.3	126.61	1275.56	1624.09	65450.827	6.3482	3.4285
40.4	126.92	1281.90	1632.16	65939.264	6.3561	3.4313

n	πn ○	$\frac{\pi n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
40·5	127·23	1288·25	1640·25	66430·125	6·3639	3·4341
40·6	127·55	1294·62	1648·36	66923·416	6·3718	3·4370
40·7	127·86	1301·00	1656·49	67419·143	6·3796	3·4398
40·8	128·18	1307·41	1664·64	67917·312	6·3875	3·4426
40·9	128·49	1313·82	1672·81	68417·929	6·3953	3·4454
41·0	128·81	1320·25	1681·00	68921·000	6·4031	3·4482
41·1	129·12	1326·70	1689·21	69426·531	6·4109	3·4510
41·2	129·43	1333·17	1697·44	69934·528	6·4187	3·4538
41·3	129·75	1339·65	1705·69	70444·997	6·4265	3·4566
41·4	130·06	1346·14	1713·96	70957·944	6·4343	3·4594
41·5	130·38	1352·65	1722·25	71473·375	6·4421	3·4622
41·6	130·69	1359·18	1730·56	71991·296	6·4498	3·4650
41·7	131·00	1365·72	1738·89	72511·713	6·4575	3·4677
41·8	131·32	1372·28	1747·24	73034·632	6·4653	3·4705
41·9	131·63	1378·85	1755·61	73560·059	6·4730	3·4733
42·0	131·95	1385·44	1764·00	74088·000	6·4807	3·4760
42·1	132·26	1392·05	1772·41	74618·461	6·4884	3·4788
42·2	132·58	1398·67	1780·84	75151·448	6·4961	3·4815
42·3	132·89	1405·31	1789·29	75686·967	6·5038	3·4843
42·4	133·20	1411·96	1797·76	76225·024	6·5115	3·4870
42·5	133·52	1418·63	1806·25	76765·625	6·5192	3·4898
42·6	133·83	1425·31	1814·76	77308·776	6·5268	3·4925
42·7	134·15	1432·01	1823·29	77854·483	6·5345	3·4952
42·8	134·46	1438·72	1831·84	78402·752	6·5422	3·4980
42·9	134·77	1445·45	1840·41	78953·589	6·5498	3·5007
43·0	135·09	1452·20	1849·00	79507·000	6·5574	3·5034
43·1	135·40	1458·96	1857·61	80062·991	6·5651	3·5061
43·2	135·72	1465·74	1866·24	80621·568	6·5727	3·5088
43·3	136·03	1472·54	1874·89	81182·737	6·5803	3·5115
43·4	136·35	1479·34	1883·56	81746·504	6·5879	3·5142
43·5	136·66	1486·17	1892·25	82312·875	6·5954	3·5169
43·6	136·97	1493·01	1900·96	82881·856	6·6030	3·5196
43·7	137·29	1499·87	1909·69	83453·453	6·6106	3·5223
43·8	137·60	1506·74	1918·44	84027·672	6·6182	3·5250
43·9	137·92	1513·63	1927·21	84604·519	6·6257	3·5277
44·0	138·23	1520·53	1936·00	85184·000	6·6333	3·5303
44·1	138·54	1527·45	1944·81	85766·121	6·6408	3·5330
44·2	138·86	1534·39	1953·64	86350·888	6·6483	3·5357
44·3	139·17	1541·34	1962·49	86938·307	6·6558	3·5384
44·4	139·49	1548·30	1971·36	87528·384	6·6633	3·5410

n	πn ○	$\frac{\pi n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
44.5	139.80	1555.28	1980.25	88121.125	6.6708	3.5437
44.6	140.12	1562.28	1989.16	88716.536	6.6783	3.5463
44.7	140.43	1569.30	1998.09	89314.623	6.6858	3.5490
44.8	140.74	1576.33	2007.04	89915.392	6.6933	3.5516
44.9	141.06	1583.37	2016.01	90518.849	6.7007	3.5543
45.0	141.37	1590.43	2025.00	91125.000	6.7082	3.5569
45.1	141.69	1597.51	2034.01	91733.851	6.7156	3.5595
45.2	142.00	1604.60	2043.04	92345.408	6.7231	3.5621
45.3	142.31	1611.71	2052.09	92959.677	6.7305	3.5648
45.4	142.63	1618.83	2061.16	93576.664	6.7379	3.5674
45.5	142.94	1625.97	2070.25	94196.375	6.7454	3.5700
45.6	143.26	1633.13	2079.36	94818.816	6.7528	3.5726
45.7	143.57	1640.30	2088.49	95443.993	6.7602	3.5752
45.8	143.88	1647.48	2097.64	96071.912	6.7676	3.5778
45.9	144.20	1654.68	2106.81	96702.579	6.7749	3.5805
46.0	144.51	1661.90	2116.00	97336.000	6.7823	3.5830
46.1	144.83	1669.14	2125.21	97972.181	6.7897	3.5856
46.2	145.14	1676.39	2134.44	98611.128	6.7971	3.5882
46.3	145.46	1683.65	2143.69	99252.847	6.8044	3.5908
46.4	145.77	1690.93	2152.96	99897.344	6.8117	3.5934
46.5	146.08	1698.23	2162.25	100544.625	6.8191	3.5960
46.6	146.40	1705.54	2171.56	101194.696	6.8264	3.5986
46.7	146.71	1712.87	2180.89	101847.563	6.8337	3.6011
46.8	147.03	1720.21	2190.24	102503.232	6.8410	3.6037
46.9	147.34	1727.57	2199.61	103161.709	6.8484	3.6063
47.0	147.65	1734.94	2209.00	103823.000	6.8556	3.6088
47.1	147.97	1742.34	2218.41	104487.111	6.8629	3.6114
47.2	148.28	1749.74	2227.84	105154.048	6.8702	3.6139
47.3	148.60	1757.16	2237.29	105823.817	6.8775	3.6165
47.4	148.91	1764.60	2246.76	106496.424	6.8847	3.6190
47.5	149.23	1772.05	2256.25	107171.875	6.8920	3.6216
47.6	149.54	1779.52	2265.76	107850.176	6.8993	3.6241
47.7	149.85	1787.01	2275.29	108531.333	6.9065	3.6267
47.8	150.17	1794.51	2284.84	109215.352	6.9137	3.6292
47.9	150.48	1802.03	2294.41	109902.339	6.9209	3.6317
48.0	150.80	1809.56	2304.00	110592.000	6.9282	3.6342
48.1	151.11	1817.11	2313.61	111284.641	6.9354	3.6368
48.2	151.42	1824.67	2323.24	111980.168	6.9426	3.6393
48.3	151.74	1832.25	2332.89	112678.587	6.9498	3.6418
48.4	152.05	1839.84	2342.56	113379.904	6.9570	3.6443

n	πn ○	$\frac{\pi^2 n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
48·5	152·37	1847·45	2352·25	114084·125	6·9642	3·6468
48·6	152·68	1855·08	2361·96	114791·256	6·9714	3·6493
48·7	153·00	1862·72	2371·69	115501·303	6·9785	3·6518
48·8	153·31	1870·38	2381·44	116214·272	6·9857	3·6543
48·9	153·62	1878·05	2391·21	116930·169	6·9928	3·6568
49·0	153·94	1885·74	2401·00	117649·000	7·0000	3·6593
49·1	154·25	1893·45	2410·81	118370·771	7·0071	3·6618
49·2	154·57	1901·17	2420·64	119095·488	7·0143	3·6643
49·3	154·88	1908·90	2430·49	119823·157	7·0214	3·6668
49·4	155·19	1916·65	2440·36	120553·784	7·0285	3·6692
49·5	155·51	1924·42	2450·25	121287·375	7·0356	3·6717
49·6	155·82	1932·21	2460·16	122023·936	7·0427	3·6742
49·7	156·14	1940·00	2470·09	122763·473	7·0498	3·6767
49·8	156·45	1947·82	2480·04	123505·992	7·0569	3·6791
49·9	156·77	1955·65	2490·01	124251·499	7·0640	3·6816
50·0	157·08	1963·50	2500·00	125000·000	7·0711	3·6840
51·0	160·22	2042·82	2601·00	132651·000	7·1414	3·7084
52·0	163·36	2123·72	2704·00	140608·000	7·2111	3·7325
53·0	166·50	2206·19	2809·00	148877·000	7·2801	3·7563
54·0	169·64	2290·22	2916·00	157464·000	7·3485	3·7798
55·0	172·78	2375·83	3025·00	166375·000	7·4162	3·8030
56·0	175·93	2463·01	3136·00	175616·000	7·4833	3·8259
57·0	179·07	2551·76	3249·00	185193·000	7·5498	3·8485
58·0	182·21	2642·08	3364·00	195112·000	7·6158	3·8709
59·0	185·35	2733·97	3481·00	205379·000	7·6811	3·8930
60·0	188·49	2827·44	3600·00	216000·000	7·7460	3·9149
61·0	191·63	2922·47	3721·00	226981·000	7·8102	3·9365
62·0	194·77	3019·07	3844·00	238328·000	7·8740	3·9579
63·0	197·92	3117·25	3969·00	250047·000	7·9373	3·9791
64·0	201·06	3216·99	4096·00	262144·000	8·0000	4·0000
65·0	204·20	3318·31	4225·00	274625·000	8·0623	4·0207
66·0	207·34	3421·20	4356·00	287496·000	8·1240	4·0412
67·0	210·48	3525·66	4489·00	300763·000	8·1854	4·0615
68·0	213·63	3631·69	4624·00	314432·000	8·2462	4·0817
69·0	216·77	3739·29	4761·00	328509·000	8·3066	4·1016
70·0	219·91	3848·46	4900·00	343000·000	8·3666	4·1213
71·0	223·05	3959·20	5041·00	357911·000	8·4261	4·1408
72·0	226·19	4071·51	5184·00	373248·000	8·4853	4·1602
73·0	229·22	4185·39	5329·00	389017·000	8·5440	4·1793
74·0	232·47	4300·85	5476·00	405224·000	8·6023	4·1983

n	πn ○	$\frac{\pi n^2}{4}$ ●	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
75·0	235·62	4417·87	5625·00	421875·000	8·6603	4·2172
76·0	238·76	4536·47	5776·00	438976·000	8·7178	4·2358
77·0	241·90	4656·63	5929·00	456533·000	8·7750	4·2543
78·0	245·04	4778·37	6084·00	474552·000	8·8318	4·2727
79·0	248·18	4901·68	6241·00	493039·000	8·8882	4·2908
80·0	251·32	5026·56	6400·00	512000·000	8·9443	4·3089
81·0	254·47	5153·01	6561·00	531441·000	9·0000	4·3267
82·0	257·61	5281·03	6724·00	551368·000	9·0554	4·3445
83·0	260·75	5410·62	6889·00	571787·000	9·1104	4·3621
84·0	263·89	5541·78	7056·00	592704·000	9·1652	4·3795
85·0	267·03	5674·50	7225·00	614125·000	9·2195	4·3968
86·0	270·17	5808·81	7396·00	636056·000	9·2736	4·4140
87·0	273·32	5944·69	7569·00	658503·000	9·3274	4·4310
88·0	276·46	6082·13	7744·00	681472·000	9·3808	4·4480
89·0	279·60	6221·13	7921·00	704969·000	9·4340	4·4647
90·0	282·74	6361·74	8100·00	729000·000	9·4868	4·4814
91·0	285·88	6503·89	8281·00	753571·000	9·5394	4·4979
92·0	289·02	6647·62	8464·00	778688·000	9·5917	4·5144
93·0	292·17	6792·92	8649·00	804357·000	9·6437	4·5307
94·0	295·31	6939·78	8836·00	830584·000	9·6954	4·5468
95·0	298·45	7088·23	9025·00	857375·000	9·7468	4·5629
96·0	301·59	7238·24	9216·00	884736·000	9·7980	4·5789
97·0	304·73	7389·83	9409·00	912673·000	9·8489	4·5947
98·0	307·87	7542·98	9604·00	941192·000	9·8995	4·6104
99·0	311·02	7697·68	9801·00	970299·000	9·9499	4·6261
100·0	314·16	7854·00	10000·00	1000000·000	10·0000	4·6416

Annähernd ist

$$\sqrt{a^2 \pm b} = a \pm \frac{b}{2a} \quad \text{und} \quad \sqrt[3]{a^3 \pm b} = a \pm \frac{b}{3a^2}$$

45. Umwandlung von Litern per Sekunde in Litern per Minute und Kubikmeter per Stunde und umgekehrt.

Liter per Sekunde	Liter per Minute	Kubikmeter per Stunde	Liter per Minute	Liter per Sekunde	Kubikmeter per Stunde	Kubikmeter per Stunde	Liter per Minute	Liter per Sekunde
1	60	3·600	1	0·017	0·060	1	16·66	0·277
2	120	7·200	2	0·033	0·120	2	33·33	0·555
3	180	10·800	3	0·050	0·180	3	50·00	0·833
4	240	14·400	4	0·066	0·240	4	66·66	1·111
5	300	18·000	5	0·083	0·300	5	83·33	1·388
6	360	21·600	6	0·100	0·360	6	100·00	1·666
7	420	25·200	7	0·116	0·420	7	116·66	1·944
8	480	28·800	8	0·133	0·480	8	133·33	2·222
9	540	32·400	9	0·150	0·540	9	150·00	2·500
10	600	36·000	10	0·166	0·600	10	166·66	2·777

46. Ausmessung einiger Flächen und Körper.

1. Dreieck.

$$\text{Inhalt} = \frac{1}{2} \text{Grundlinie} \times \text{Höhe.}$$

Wenn die Seiten a, b, c bekannt sind und s deren halbe Summe bedeutet, so ist der Inhalt =

$$\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}.$$

2. Kreis.

Wenn d der Durchmesser oder r der Radius ist:

$$\text{Umfang} = \pi d = 3·14159 d = 2 r \pi = 3·14159 \times 2 r.$$

$$\text{Inhalt } F = 0·7854 d^2 = 3·14159 r^2.$$

$$d = 1·12838 \sqrt{F}.$$

Inhalt des Kreisausschnitts (Sektors) mit dem Zentri-

$$\text{winkel } \alpha^0: \frac{\alpha}{360} 3·14159 r^2.$$

3. Kegel und Pyramide.

Inhalt = $\frac{1}{3}$ Grundfläche \times Höhe.

Mantel des graden Kegels = $\pi r s$, wenn $s = \sqrt{r^2 + h^2}$ die Seite ist.

4. Zylinder.

Mantel $F = 2 \pi r h$.

Inhalt $I =$ Grundfläche \times Höhe.

5. Kugel.

Kugeloberfläche $F = 4 \pi r^2 = 12.56636 r^2$.

Oberfläche der Kalotte oder Zone $F = 2 \pi r h$.

$$\begin{aligned} \text{Kugelinhalt } J &= \frac{4}{3} \pi r^3 = 4.1888 r^3 \\ &= \frac{1}{6} \pi d^3 = 0.5236 d^3 \end{aligned}$$

$$\text{Radius } r = 0.62035 \sqrt[3]{J}.$$

$$\begin{aligned} \text{Inhalt des Kugelabschnitts } J &= \frac{1}{6} \pi h (3a^3 + h^2) \\ &= \frac{1}{3} \pi h^2 (3r - h), \text{ wenn } r \end{aligned}$$

der Radius der Kugel, a der der Schnittfläche und h die Höhe des Abschnitts.

Inhalt der Kugelzone $J = \frac{1}{6} \pi h (3a^3 + 3b^3 + h^2)$, wenn a und b die Radien der Endflächen.

Inhalt des Kugelausschnitts: $J = \frac{2}{3} \pi r^2 h$, wenn h die Höhe der entsprechenden Kalotte ist.

6. Faß.

D der Durchmesser am Spund,

d der Bodendurchmesser,

h die Höhe.

Inhalt = $\frac{1}{12} \pi h (2D^2 + d^2)$ angenähert für kreisförmige Dauben.

Inhalt = $\frac{1}{15} \pi h (2D^2 + Dd + \frac{3}{4}d^2)$ genau für parabolische Dauben.

**47. Amtliche Bezeichnung
der Münzen, Maße und Gewichte in Deutschland.**

Münze:	
1 Mark	1 M
1 Pfennig	1 Pf
Gewicht:	
1 Gramm (1·0 g) . . .	1 g
1 Dezigramm (0·1 g) .	1 dg
1 Zentigramm (0·01 g)	1 cg
1 Milligramm (0·001 g)	1 mg
1 Hektogramm (100 g)	1 hg
1 Kilogramm (1000 g)	1 kg
1 Tonne (1000 kg) . .	1 t
Maß:	
1 Meter (1·0 m) . . .	1 m
1 Dezimeter (0·1 m) .	1 dm
1 Zentimeter (0·01 m)	1 cm
1 Millimeter (0·001 m)	1 mm
1 Hektometer (100 m)	1 hm
	1 Kilometer (1000 m) 1 km
	1 Quadratmeter . . 1 qm
	1 Quadratzentimeter 1 qcm
	1 Quadratmillimeter. 1 qmm
	1 Quadratkilometer . 1 qkm
	1 Kubikmeter . . . 1 cbm
	1 Kubikzentimeter . 1 ccm
	1 Kubikmillimeter . 1 cmm
	1 Liter (1000 ccm) . 1 l
	1 Deziliter (0·1 l) . . 1 dl
	1 Hektoliter (100 l) . 1 hl
	1 Ar (100 qm) . . . 1 a
	1 Hektar (100 a) . . 1 ha
	1 Meterkilogramm. . 1 mkg
	1 Pferdestärke (75 mkg) oder 1 P.S. . . 1 e
	1 Atmosphärendruck 1 at
	1 Calorie 1 c

48. Maße und Gewichte verschiedener Länder.

1. Metrisches System (gültig in Deutschland, Österreich, Frankreich, den Niederlanden, Belgien, Luxemburg, der Schweiz, Italien, Griechenland, der Türkei, Rumänien, Spanien, Portugal, den meisten südamerikanischen Republiken; fakultativ in Großbritannien, Rußland und Nordamerika).

- 1 Meter (m) = 443·296 Pariser Linien = 3·1862 rheinl. Fuß = 3·281 engl. Fuß = 1·000 003 01 mètre de archives.
- 1 Faden (Marine) = 1·829 m.
- 1 Kilometer (km) = 10 Hektometer (hm) = 0·1328 preuß. Meilen = 0·6214 engl. Meilen = 0·9375 russ. Werst = 0·5390 Seemeilen = 0·1347 geogr. Meilen (15 = 1 Längengrad).
- 1 deutsche Meile = $7\frac{1}{2}$ km = 0·996 preuß. Meile = 4·66 engl. Meilen = 7·031 russ. Werst.
- 1 französ. Meile (lieue) = 1 Myriameter = 10 km.
- 1 Hektar (ha) = 100 Ar (a) = 10 000 qm = 0·01 qkm = 3·9166 preuß. Morgen = 2·471 engl. Acres.
- 1 Liter (l) = 0·001 cbm = 1000 ccm = 2 Schoppen = 0·87334 preuß. Quart = 0·2201 engl. Gallone = 0·6667 bad. Maß = 0·9354 bayer. Maß = 1·0688 sächs. Kanne.
- 1 Hektoliter (hl) = 0·1 cbm = 100 l = 1·8195 preuß. Scheffel = 87·334 pr. Quart = 22·01 engl. Gallonen.
- 1 Kilogramm (kg) = 1000 g = 2 Pfund = Gewicht eines l

Wasser bei $+4^{\circ}$ = 0.999 999 842 Kilogramme prototype = 2.2046 engl. Handelspfund = 1.7857 österr. Pfund = 2.3511 schwed. Pfund = 2.4419 russ. Pfund.

1 Dekagramm = 1 Neulot = 10 g.

1 Gramm (g) = 15.432 engl. Grains.

1 Zentner = 50 kg = 100 Pfund = 0.9842 eng. Zentner = 0.8928 Wiener Zentner.

1 Meterzentner (Doppelzentner, Quintal) = 100 kg.

1 Tonne (t) = 1000 kg = 0.9842 engl. Ton = 1.1023 amerikanische short Ton (à 2000 lbs).

1 quintal = 2 Zentner = 100 kg.

1 Ster = 10 hl = 1 cbm.

Dänemark u. Norwegen haben den rheinl. Fuß als Maßeinheit, das metrische System für Gewicht.

Frankreich (altes System). 1 Pariser Fuß = 144 Linien = 0.3248 m.

1 Toise = 6 Fuß. 1 Arpent = 34.188 a.

1 livre = 489.506 g.

Großbritannien. 1 Fuß (foot) = 12 Zoll (inches) = 0.3048 m.

1 Zoll = 25.3995 mm.

1 Yard = 3 Fuß = 0.9144 m. 1 Faden (fathom) = 2 yards.

1 Rod (pole, perch) = $5\frac{1}{2}$ yards = 5.0291 m.

1 Meile (statute mile) = 8 furlongs = 320 poles = 1760 yards = 5280 feet = 1.6093 km.

1 Seemeile (nautical mile) = $\frac{1}{10}$ Äq. Grad = 6082.66 Fuß = 1854.96 m.

1 Acre = 4 roods = 160 poles = 43560 Quadratfuß = 0.40467 ha.

1 Quadratmeile = 640 acres = 258.989 ha.

1 Gallon = 4 quarts = 8 pints = 277.274 cubic inches = 4.536 l.

1 Kubikfuß = 1728 Kubikzoll = 28.315 l; 1 Kubikzoll = 16.386 ccm.

1 Quarter = 8 bushels = 32 pecks = 64 gallons = 2.903 hl.

1 Bushel = 8 gallons = 0.3628 hl.

1 Fluid ounce = $\frac{1}{20}$ pint = 28.35 ccm.

1 Handelspfund (pound avoirdupois) = 16 ounces (oz) = 7000 grains = 0.4536 kg.

1 Ounce avoirdupois (d. i. gewöhnliches Handelsgewicht; abgekürzt: oz.) = $437\frac{1}{2}$ grains = 28.35 g.

1 Gallon = 10 Pfund Wasser = 70 000 grains = 4.536 kg Wasser.

1 Zentner (hundredweight; abgek. cwt.) = 4 quarters (qrs) = 8 stones = 112 pounds (lbs) = 50.8024 kg.

1 Ton = 20 cwt = 2240 lbs = 1016.648 kg.

Apothekergewicht. 1 pound troy = 12 ounces troy = 96 drams = 288 scruples = 5760 grains = 373.242 g.

1 ounce troy = 8 drams = 24 scruples = 480 grains =
31·1035 g.
Gold- und Edelsteingewicht. 1 pound troy = 12 ounces
troy.

1 ounce troy = 20 pennyweights (abg. dwt) = 480 grains
= 31·1035 g.

1 pennyweight (dwt) = 1·5552 g.

1 Grain (gemeinsam für troy und avoirdupois) = 0·0648 g.

Österreich (alte Maße und Gewichte).

1 Fuß = 0·3161 m à 12 Linien.

3 Ruten = 5 Klafter = 30 Fuß = 360 Zoll.

1 Meile = 4000 Klafter = 7586·455 m.

1 Maß = 1·415 l. 1 Eimer = 40 Maß = 160 Seidel =
320 Pfiff.

1 Metze = 61·4995 l.

1 Wiener Pfund = 560·012 g.

1 Zentner = 5 Stein = 100 Pfund = 3200 Lot.

Preußen (altes System). 1 Fuß = 12 Zoll = 144 Linien
= 0·3139 m.

1 Elle = 25½ Zoll = 0·6669 m. 1 Lachter = 80 Zoll
= 2·0924 m.

1 Rute = 12 Fuß = 3·7662 m. 1 Meile = 24 000 Fuß
= 7532·5 m.

1 Morgen = 180 Quadratruten = 0·2553 ha.

1 Quart = 64 Kub.-Zoll = $\frac{1}{27}$ Kub.-Fuß = 1·14503 l.

1 Scheffel = 16 Metzen = 48 Quart = 0·5496 hl.

1 Tonne = 4 Scheffel = 2·1985 hl.

1 Klafter = 108 Kub.-Fuß = 3·3389 cbm. 1 Schachtrute
= 144 Kub.-Fuß = 4·4519 cbm.

1 Pfund = 30 Lot à 10 Quentchen = 500 g. 1 Zentner =
100 Pfund = 50 kg. (1 altes Pfund = 32 Lot = 467·711 g;
1 alter Zentner = 110 Pfund.)

Rußland. 1 Fuß = 1 engl. Fuß. 1 Saschehn = 7 h Fuß =

3 Arschin = 12 Tschetwert = 48 Werschoc = 2·1336 m.

1 Werst = 500 Saschehn = 1066·78 m.

1 Dessätine = 2400 Quadrat-Saschehn = 10 925 qm.

1 Wedro = 10 Kruschky (Stoof) = 12·299 l.

1 Tschetwert = 2 Osmini = 4 Pajock = 8 Tschetwerik = 209·9 l.

1 Tschetwerik = 4 Tschetwerka = 8 Garnez = 26·2376 l.

1 Pfund = 32 Lot = 96 Solotnik = 9216 Doli = 409·531 g
= 0·9028 engl. Pfund.

1 Berkowitz (Schiffspfund) = 10 Pud = 400 Pfund = 163·81 kg.

1 Pud = 40 Pfund = 16·3805 kg = 36·112 engl. Pfund.

Schweden. 1 Fuß à 10 Zoll à 10 Linien = 0·2969 m.

1 Faden (famm) = 3 Ellen (alnar) = 6 Fuß = 1·7814 m.

1 Meile = 6000 Faden = 10·6884 km.

1 Kanne = 100 Kub.-Zoll = 2·617 l.

1 Skålpund = 100 Korn (à 100 Art) = 425·3395 g. 1 Zentner = 100 Skålpund. 1 Schiffspfund = 20 Liespund = 400 Skålpund.

Schweiz. Seit 1878 metrisches System; doch noch zuweilen angewendet 1 Fuß = 0,3000 m. 1 Juchart = 36 a. 1 Maß = 1,51 l. 1 Saum = 100 Maß = 151 l.

Vereinigte Staaten. Maß und Gewicht wie in Großbritannien, doch kommt neben der „long ton“ von 2240 lbs noch häufiger als diese die „short ton“ oder „net ton“ von 2000 lbs = 0·89285 long ton = 907·1852 kg vor.

Die U. S. gallon ist verschieden von der englischen und entspricht nur 3·7854 l.

Für Holz ist das Maß der Cord = 4 × 4 × 8 Fuß = 128 Kubikfuß = etwa 2¹/₂ Festmeter.

Quadratfuß, Quadratmeter.

1 qm = 10·008 Quadratfuß österr. = 10·152 Quadratfuß preuß. und dänisch = 10·764 Quadratfuß engl. und russ. = 11·344 Quadratfuß schwedisch.

1 Quadratfuß österr. = 0·0992 qm.

1 „ preuß. und dän. = 0·0985 qm.

1 „ engl. und russ. = 0·0929 qm.

1 „ schwedisch 0·0882 qm.

Kubikfuß, Kubikmeter.

1 cbm = 31·66 Kubikf. österr.	1 Kubikf. = 0·03159 cbm:
1 „ = 32·346 „ preuß. (dän.)	1 „ = 0·03092 „
1 „ = 35·316 „ engl. (russ.)	1 „ = 0·02832 „
1 „ = 38·209 „ schwed.	1 „ = 0·02617 „

1 Kilogramm pro laufenden Meter

= 0·7443 russ. Pfund pro lauf. Fuß,

= 0·6980 schwed. Pfund pro lauf. Fuß,

= 0·6719 engl. „ „ „ „

= 0·6277 preuß. „ „ „ „

= 0·6322 Zollpfund „ „ österr. Fuß.

1 engl. Pfund pro 1 engl. Fuß = 1·4882 kg pro lauf. Meter.

1 Kilogramm pro Quadrat-Zentimeter

= 13·681 preuß. Pfund pro Quadrat Zoll,

= 13·878 Zollpfund „ österr. Quadrat Zoll,

= 14·223 engl. Pfund „ Quadrat Zoll,

= 15·753 russ. „ „ „

= 20·725 schwed. „ „ „

- 1 Kilogramm pro Quadratmeter** = 0·2048 engl. Pfund pro Quadratfuß.
1 Engl. Pfund pro Quadratfuß = 4·883 kg pro qm.
1 „ „ „ Quadrat Zoll = 0·07031 kg pro qcm.
1 „ ton pro Quadrat Zoll = 158 kg pro qcm.
1 „ Pfund pro Kubikfuß = 16·02 g pro Liter.
1 Grain (engl.) pro Gallon = 0·01429 g pro Liter
1 g pro Liter = 70 Grains pro Gallon = 0·06243 engl. Pfund pro Kubikfuß.
1 Grain (engl.) pro engl. Kubikfuß = 2·287 g pro cbm.
1 Gramm pro Kubikmeter = 0·4372 engl. Grain pro Kubikfuß.
1 Meterkilogramm = 7·235 engl. Fußpfund.
1 engl. Fußpfund = 0·1382 mkg.
1 engl. Fußpfund pro Kubikfuß = 4·8807 mkg pro cbm.

Pferdestärken.

kg-m	Österreich	Preußen	England	Schweden	Rußland
	Fß.-Z.-Pfd.	Fuß-Pfund	Fuß-Pfund	Fuß-Pfund	Fuß-Pfund
75	474·53	477·93	542·47	593·90	600·85
76·041	481·11	484·56	550	602·14	609·19

49. Reduktionstabellen zwischen englischen und Meter-Maßen und -Gewichten.

Reduktion des Metermaßes auf engl. Maß.

Meter Quadr.-M. Kubik-M.	Fuß	Zoll	Quadrat- Fuß	Quadrat- Fuß	Kubik- Fuß	Kubik- Zoll
1	3·2809	39·3706	10·7642	1550·05	35·3161	61026·2
2	6·5618	78·7412	21·5284	3100·09	70·6322	122052·4
3	9·8427	118·1118	32·2926	4650·13	105·9483	183078·6
4	13·1235	157·4824	43·0568	6200·18	141·2644	244104·9
5	16·4044	196·8530	53·8210	7750·23	176·5805	305131·1
6	19·6853	236·2237	64·5852	9300·27	211·8966	366157·3
7	22·9662	275·5943	75·3494	10850·31	247·2126	427183·5
8	26·2471	314·9649	86·1136	12400·36	282·5287	488209·7
9	29·5280	354·3355	96·8778	13950·40	317·8448	549235·9

$\frac{1}{64}$ Zoll = 0·39 mm; $\frac{1}{32}$ Zoll = 0·79 mm; $\frac{1}{16}$ Zoll = 1·59 mm;
 $\frac{1}{8}$ Zoll = 3·17 mm; $\frac{1}{4}$ Zoll = 6·35 mm; $\frac{1}{2}$ Zoll = 12·70 mm.

Reduktion des englischen Maßes auf Metermaß.

Fuß Quadratfuß Kubikfuß	Meter	Quadrat- meter	Kubik- meter	Zoll Quadrat Zoll Kubikzoll	Zentimeter	Quadrat- zentimeter	Kubik- zentimeter
1	0·3048	0·0929	0·0283	1	2·5400	6·4514	16·386
2	0·6096	0·1858	0·0566	2	5·0799	12·9028	32·772
3	0·9144	0·2787	0·0849	3	7·6199	19·3542	49·159
4	1·2192	0·3716	0·1133	4	10·1598	25·8055	65·545
5	1·5240	0·4645	0·1416	5	12·6998	32·2569	81·931
6	1·8288	0·5574	0·1699	6	15·2397	38·9083	98·317
7	2·1336	0·6503	0·1982	7	17·7797	45·1597	114·703
8	2·4384	0·7432	0·2265	8	20·3196	51·6111	131·089
9	2·7432	0·8361	0·2548	9	22·8596	58·0625	147·476

Englische Zolle = Millimeter.

Ganze, halbe, Viertel-, Achtel- und Sechzehntel-Zoll = Millimeter.

I engl. Zoll = 25·3995 mm.

Zoll	0	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16	Zoll
0	0·000	1·587	3·175	4·762	6·350	7·937	9·525	11·112	12·700	14·287	15·875	17·462	19·050	20·637	22·225	23·812	0
1	25·400	26·987	28·574	30·162	31·749	33·337	34·924	36·512	38·099	39·687	41·274	42·862	44·449	46·037	47·624	49·212	1
2	50·799	52·387	53·974	55·561	57·149	58·736	60·324	61·911	63·499	65·086	66·674	68·261	69·849	71·436	73·024	74·611	2
3	76·199	77·786	79·374	80·961	82·549	84·136	85·723	87·311	88·898	90·486	92·073	93·661	95·248	96·836	98·423	100·01	3
4	101·60	103·19	104·77	106·36	107·95	109·54	111·12	112·71	114·30	115·89	117·47	119·06	120·65	122·24	123·82	125·41	4
5	127·00	128·59	130·17	131·76	133·35	134·94	136·52	138·11	139·70	141·28	142·87	144·46	146·05	147·63	149·22	150·81	5
6	152·40	153·98	155·57	157·16	158·75	160·33	161·92	163·51	165·10	166·68	168·27	169·86	171·45	173·03	174·62	176·21	6
7	177·80	178·39	180·97	182·56	184·15	185·73	187·32	188·91	190·50	192·08	193·67	195·26	196·85	198·43	200·02	201·61	7
8	203·20	204·78	206·37	207·96	209·55	211·13	212·72	214·31	215·90	217·48	219·07	220·66	222·25	223·83	225·42	227·01	8
9	228·60	230·18	231·77	233·36	234·95	236·53	238·12	239·71	241·30	242·88	244·47	246·06	247·65	249·23	250·82	252·41	9

Englische Pfunde = Kilogramm.

Pfd.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0·0000	0·4536	0·9072	1·3608	1·8144	2·2680	2·7216	3·1751	3·6287	4·0823
10	4·5359	4·9895	5·4431	5·8967	6·3503	6·8039	7·2575	7·7111	8·1647	8·6183
20	9·0719	9·5254	9·9790	10·433	10·8866	11·340	11·793	12·247	12·701	13·154
30	13·608	14·061	14·515	14·969	15·422	15·876	16·329	16·783	17·237	17·690
40	18·144	18·597	19·051	19·504	19·958	20·412	20·865	21·319	21·772	22·226
50	22·680	23·133	23·587	24·040	24·494	24·948	25·401	25·855	26·308	26·762
60	27·216	27·669	28·123	28·576	29·030	29·484	29·937	30·391	30·844	31·296
70	31·751	32·205	32·659	33·112	33·566	34·019	34·473	34·927	35·380	35·834
80	36·287	36·741	37·195	37·648	38·102	38·555	39·009	39·463	39·916	40·370
90	40·823	41·277	41·731	42·184	42·638	43·091	43·545	43·998	44·452	44·906

Englische Tons = Kilogramm.

Tons	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	00000	1016	2032	3048	4064	5080	6096	7112	8129	9145
10	10161	11177	12193	13209	14225	15241	16257	17273	18289	19305
20	20321	21337	22353	23369	24386	25402	26418	27434	28450	29466
30	30482	31498	32514	33530	34546	35562	36578	37594	38610	39627
40	40643	41659	42675	43691	44707	45723	46739	47755	48771	49787
50	50803	51819	52835	53851	54868	55884	56900	57916	58932	59948
60	60964	61980	62996	64012	65028	66044	67060	68076	69092	70108
70	71125	72141	73157	74173	75189	76205	77221	78237	79253	80269
80	81285	82302	83317	84333	85349	86366	87382	88398	89414	90430
90	91446	92462	93478	94494	95510	96526	97542	98558	99574	100590

Englische Grains = Gramm.

Grains	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
0	0·000	0·065	0·130	0·194	0·259	0·324	0·389	0·454	0·518	0·583
10	0·648	0·713	0·778	0·842	0·907	0·972	1·037	1·102	1·166	1·231
20	1·296	1·361	1·426	1·490	1·555	1·620	1·685	1·749	1·814	1·879
30	1·944	2·009	2·074	2·138	2·203	2·268	2·333	2·397	2·462	2·527
40	2·592	2·657	2·721	2·786	2·851	2·916	2·981	3·045	3·110	3·175
50	3·240	3·305	3·369	3·434	3·499	3·564	3·629	3·693	3·758	3·823
60	3·888	3·953	4·018	4·082	4·147	4·212	4·277	4·341	4·406	4·471
70	4·536	4·601	4·666	4·730	4·795	4·860	4·925	4·989	5·054	5·119
80	5·184	5·249	5·314	5·378	5·443	5·508	5·573	5·637	5·702	5·767
90	5·832	5·897	5·962	6·026	6·091	6·156	6·221	6·286	6·350	6·415

Gramm = Englische Grains.

Grm.	0	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9
	grain									
0	0·000	1·543	3·086	4·629	6·172	7·716	9·259	10·802	12·345	13·888
1	15·432	16·975	18·518	20·061	21·604	23·148	24·691	26·234	27·777	29·320
2	30·864	32·407	33·950	35·493	37·036	38·580	40·123	41·666	43·209	44·752
3	46·296	47·839	49·382	50·925	52·468	54·012	55·555	57·098	58·641	60·184
4	61·728	63·271	64·814	66·357	67·900	69·444	70·987	72·530	74·073	75·616
5	77·160	78·703	80·246	81·789	83·332	84·876	86·419	87·962	89·505	91·048

50. Werte der Nummern von Drahtgewebe und Siebgaze.

Als Grundlage für die Nummernbezeichnung bei Messing- und Eisendrahtgeweben, sowie bei der stärkeren Griesgaze dient die Anzahl der Fäden pro Zoll des Landesmaßes, welcher in mm beträgt:

1 Zoll engl.	= 25.4 mm,
1 Pariser Zoll	= 27.1 „
1 Wiener Zoll	= 26.3 „
1 rhein. Zoll	= 26.15 „

Bei den französischen und schweizerischen Fabrikannten bezeichnen die Nummern in jenen Fällen immer die Zahl der Fäden pro Pariser Zoll, d. i. 2.71 cm, und erhält man die Zahl der Fäden pro cm durch Division der Siebnummer durch 2.7. Die Griesgaze jedoch wird in der Schweiz nach dem Wiener Zoll = 26.3 mm numeriert. Die deutschen und englischen Nummern richten sich nach dem rheinischen bzw. englischen Zoll; zuweilen wird auch noch der Zoll von 30 mm zugrunde gelegt.

Von Ratazzi & May, Roswags Nachfolger, Metallgewebefabrik, Frankfurt a. M.-Bockenheim ist folgende Vergleichstabelle der Gewebe-Nummern der verschiedenen Maße zueinander und der Maschenanzahl auf dem Quadrat-zentimeter zusammengestellt worden.

Per Pariser Zoll 27 mm	Per Rhein. Zoll	Per Engl. Zoll	Per 30 mm Zoll	Per 10 mm	Maschen pro □ cm
Nr. 4	Nr. 3½	Nr. 3½	Nr. 4,4	Nr. 1,4	2
„ 5	„ 4½	„ 4½	„ 5,5	„ 1,8	3
„ 6	„ 5½	„ 5½	„ 6,6	„ 2,2	4
„ 7	„ 6½	„ 6½	„ 7,7	„ 2,5	6
„ 8	„ 7½	„ 7½	„ 8,8	„ 2,9	8
„ 9	„ 8½	„ 8	„ 10	„ 3,3	11
„ 10	„ 9½	„ 9½	„ 11,1	„ 3,7	14
„ 12	„ 11	„ 11	„ 13,3	„ 4,4	19
„ 14	„ 13½	„ 13	„ 15,5	„ 5,2	27
„ 15	„ 14	„ 14	„ 16,6	„ 5,5	30
„ 16	„ 15	„ 15	„ 17,7	„ 5,9	35
„ 18	„ 17	„ 17	„ 20	„ 6,6	42

Per Pariser Zoll 27 mm	Per Rhein.Zoll	Per Engl. Zoll	Per 30 mm Zoll	Per 10 mm	Maschen pro □ cm
Nr. 20	Nr. 19	Nr. 19	Nr. 22,2	Nr. 7,4	53
„ 21	„ 20	„ 20	„ 23,4	„ 7,8	60
„ 22	„ 21	„ 20½	„ 24,4	„ 8,1	66
„ 24	„ 23	„ 22	„ 26,6	„ 8,8	77
„ 25	„ 24	„ 23½	„ 27,7	„ 9,2	85
„ 26	„ 25	„ 24	„ 28,8	„ 9,6	93
„ 27	„ 26	„ 25	„ 30	„ 10	100
„ 28	„ 27	„ 26	„ 31,1	„ 10,4	106
„ 30	„ 29	„ 28	„ 33,3	„ 11,1	123
„ 32	„ 31	„ 30	„ 35,5	„ 11,8	140
„ 35	„ 33	„ 33	„ 38,8	„ 12,9	166
„ 36	„ 35	„ 34	„ 40,2	„ 13,4	180
„ 40	„ 38	„ 37½	„ 44,4	„ 14,8	219
„ 42	„ 40	„ 39	„ 46,5	„ 15,5	240
„ 43	„ 41½	„ 40½	„ 48	„ 16	256
„ 45	„ 43	„ 42	„ 50	„ 16,7	280
„ 48	„ 47	„ 46	„ 54	„ 18	324
„ 50	„ 48	„ 47	„ 55,5	„ 18,5	342
„ 54	„ 52	„ 51	„ 60	„ 20	400
„ 55	„ 53	„ 51½	„ 61,1	„ 20,3	412
„ 58	„ 56	„ 54½	„ 64,4	„ 21,4	458
„ 60	„ 58	„ 56½	„ 66,6	„ 22,2	493
„ 63	„ 61	„ 59	„ 70	„ 23,3	543
„ 65	„ 62	„ 61	„ 72,2	„ 24	576
„ 66	„ 64	„ 62	„ 73,5	„ 24,5	600
„ 67	„ 64½	„ 63	„ 74,4	„ 24,8	615
„ 70	„ 67	„ 66	„ 77,7	„ 25,9	670
„ 72	„ 69	„ 67½	„ 80	„ 26,6	707
„ 75	„ 72	„ 70½	„ 83,3	„ 27,8	773
„ 80	„ 77	„ 75	„ 88,8	„ 29,6	876
„ 81	„ 78	„ 76	„ 90	„ 30	900
„ 85	„ 82	„ 80	„ 94,4	„ 31,5	990
„ 86	„ 82½	„ 80½	„ 95,1	„ 31,7	1000
„ 90	„ 86½	„ 84½	„ 100	„ 33,3	1109
„ 95	„ 91	„ 89	„ 105,5	„ 35,1	1232
„ 100	„ 96	„ 94	„ 111,1	„ 37	1370
„ 105	„ 100	„ 99	„ 116,1	„ 38,7	1500
„ 108	„ 104	„ 101½	„ 120	„ 40	1600
„ 110	„ 106	„ 103½	„ 122,2	„ 40,7	1656
„ 120	„ 115	„ 113	„ 133,3	„ 44,4	1970
„ 130	„ 125	„ 122	„ 144,4	„ 48,1	2310

Per Pariser Zoll 27 mm	Per Rhein.Zoll	Per Engl. Zoll	Per 30 mm Zoll	Per 10 mm	Maschen pro <input type="checkbox"/> cm
Nr. 135	Nr. 130	Nr. 127	Nr. 150	Nr. 50	2500
„ 140	„ 135	„ 131½	„ 155,5	„ 51,8	2685
„ 150	„ 144	„ 141	„ 166,6	„ 55,5	3080
„ 160	„ 154	„ 150	„ 177,6	„ 59,2	3505
„ 180	„ 173	„ 169	„ 200	„ 66,6	4435
„ 191	„ 184	„ 179½	„ 212,1	„ 70,7	5000
„ 200	„ 192	„ 188	„ 222,2	„ 74	5480
„ 240	„ 231	„ 225½	„ 266,6	„ 88,8	7890
„ 250	„ 240	„ 235	„ 277,7	„ 92,6	8575
„ 270	„ 260	„ 254	„ 300	„ 100	10000

Die Nummer, welche jede Sorte Gewebe bezeichnet, bedeutet die Anzahl der Maschen, welche der Raum von 1 Zoll enthält, sowohl in Länge als in der Breite.

Die Numerierung der gewöhnlichen schweizerischen Rohseide-Zylindergaze (für langsam gehende Siebapparate und feinere Mahlprodukte) ist eine willkürliche und steht in folgendem Verhältnisse zu den anderen Nummern, deren Bedeutung oben erklärt ist und wobei auch die verschiedene Dicke der Fäden in Betracht fällt.

Nr. von gew. schweiz. Gaze	0000	000	00	0	1	2	3	4	5	6	7
Nr. von Gries- gaze	16	20	26	34	44	50	56	60	66		
Nr. v. französ. Gaze (Draht)	15	25	35	40	50	60	70	80	90		
Fäden pr. lauf. cm	7	9½	12	15½	19½	22	23	24½	26	29½	32½
Nr. von gew. schweiz. Gaze	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fäden pr. lauf. cm	34	38½	43	46	50	52	55	59	62	64	66

51. Gewicht von 1 Quadratmeter Blech in Kilogrammen.

Dicke in mm	Schmiedeeisen	Gußeisen	Gußstahl	Kupfer	Messing	Zink	Blei	Aluminium
1/2	3.74	3.62	3.93	4.45	4.27	3.45	5.7	1.33
1	7.48	7.25	7.87	8.90	8.55	6.90	11.4	2.66
2	15.56	14.50	15.74	17.80	17.10	13.80	22.8	5.32
3	23.34	21.75	23.61	26.70	25.65	20.70	34.2	7.98
4	31.12	29.00	31.48	35.60	34.20	27.60	45.6	10.64
5	38.90	36.25	39.35	44.50	42.75	34.50	57.0	13.30
6	46.68	43.50	47.22	53.40	51.30	41.40	68.4	15.96
7	54.46	50.75	55.09	62.30	59.85	48.30	79.8	18.62
8	62.24	58.00	62.96	71.20	68.40	55.20	91.2	21.28
9	70.02	65.25	70.83	80.10	76.95	62.10	102.6	23.94
10	77.80	72.50	78.70	89.00	85.50	69.00	114.0	26.60
11	85.58	79.75	86.57	97.90	94.05	75.90	125.4	29.26
12	93.36	87.00	94.44	106.80	102.60	82.80	136.8	31.92
13	101.14	94.25	102.31	115.70	111.15	89.70	148.2	34.58
14	108.92	101.50	110.18	124.60	119.70	96.60	159.6	37.24
15	116.70	108.75	118.05	133.50	128.25	103.50	171.0	39.90
16	124.48	116.00	125.92	142.40	136.80	110.40	182.4	42.56
17	132.26	123.25	133.79	151.30	145.35	117.30	193.8	45.22
18	140.04	130.50	141.66	160.20	153.90	124.20	205.2	47.88
19	147.82	137.75	149.53	169.10	162.45	131.10	216.6	50.54
20	155.60	145.00	157.40	178.00	171.00	138.00	228.0	53.20

Anm. Wiegt 1 Vol. Gußeisen = 1, so wiegt dasselbe Vol. Walzeisen = 1.07; Stahl = 1.09; Messing = 1.18; Kupfer = 1.23; Blei = 1.57. Aluminium = 0.367.

52. Quadrat- und Rundeisen. (1 lfd. m wiegt kg.)

Dicke resp. Durchmesser in Millim.	Eisen		Dicke resp. Durchmesser in Millim.	Eisen		Dicke resp. Durchmesser in Millim.	Eisen		Dicke resp. Durchmesser in Millim.	Eisen	
	□	○		□	○		□	○		□	○
5	0.195	0.153	29	6.543	5.139	56	24.40	19.16	140	152.5	119.8
6	0.280	0.220	30	7.002	5.499	58	26.17	20.56	145	163.6	128.5
7	0.381	0.299	31	7.477	5.872	60	28.01	22.00	150	175.1	137.5
8	0.498	0.391	32	7.967	6.257	62	29.91	23.49	155	186.9	146.8
9	0.630	0.495	33	8.382	6.654	64	31.87	25.03	160	199.2	156.4
10	0.778	0.611	34	8.994	7.064	66	33.53	26.62	165	209.6	166.6
11	0.941	0.739	35	9.531	7.485	68	35.98	28.26	170	224.8	176.1
12	1.120	0.880	36	10.08	7.919	70	38.12	29.94	175	238.3	187.4
13	1.315	1.033	37	10.65	8.365	72	40.32	31.68	180	252.1	198.0
14	1.525	1.198	38	11.23	8.823	74	42.60	33.46	185	266.3	209.1
15	1.751	1.375	39	11.83	9.294	76	44.92	35.29	190	280.9	220.6
16	1.992	1.564	40	12.45	9.776	78	47.32	37.18	195	295.9	232.3
17	2.248	1.766	41	13.08	10.27	80	49.79	39.11	200	311.2	244.3
18	2.521	1.980	42	13.69	10.78	85	56.21	44.15	205	327.0	256.7
19	2.809	2.206	43	14.39	11.30	90	63.02	49.49	210	343.1	269.3
20	3.112	2.444	44	14.90	11.83	95	70.21	55.15	215	359.6	282.3
21	3.422	2.695	45	15.75	12.37	100	77.80	61.16	220	376.6	295.6
22	3.726	2.957	46	16.46	12.93	105	85.55	67.37	225	393.9	309.2
23	4.116	3.232	47	17.19	13.50	110	94.14	73.94	230	411.6	323.1
24	4.481	3.520	48	17.93	14.08	115	102.9	80.81	235	429.7	337.1
25	4.863	3.819	49	18.68	14.67	120	112.0	88.00	240	448.1	351.8
26	5.259	4.131	50	19.45	15.28	125	121.6	95.48	245	467.0	366.6
27	5.672	4.455	52	21.04	16.52	130	131.5	103.3	250	486.3	381.7
28	6.100	4.791	54	22.69	17.82	135	141.8	111.4	255	505.9	397.1

53. Deutsche Normal-Tabelle für guß-
Gemeinschaftlich aufgestellt von dem Vereine Deutscher Ingenieure u.

Lichter Durchmesser D mm	Normal-Wanddicke δ mm	Äußerer Rohrdurchmesser $D_1 = D + 2\delta$ mm	1. Muffenröhren											
			Übl. Baulänge L m	Muffen							Zentrierungerring			
				Muffentiefe t mm	Bleifugdicke f mm	lichte Weite $D_2 = D_1 + 2f$ mm	Wanddicke $y = 1,4\delta$ mm	Äußer. Durchm. $= D_2 + 2y$ mm	Wulst		gr. Durchm. $= D_1 + \frac{1}{2}f$ mm	kl. Durchm. $= D_1 + \frac{1}{2}f$ mm	Tiefe = $1,5\delta$ mm	
									Dicke u. Breite $x = 7 + 2\delta$ mm	Durchmesser $= D_2 + 2x$ mm				
40	8	56	2	74	7	70	11	92	23	116	65	61	12	
50	8	66	2	77	7,5	81	11	103	23	127	76	71	12	
60	8,5	77	2	80	7,5	92	12	116	24	140	87	82	13	
70	8,5	87	3	82	7,5	102	12	126	24	150	97	92	13	
80	9	98	3	84	7,5	113	12,5	138	25	163	108	103	14	
90	9	108	3	86	7,5	123	12,5	148	25	173	118	113	14	
100	9	118	3	88	7,5	133	13	159	25	183	128	123	14	
125	9,5	144	3	91	7,5	159	13,5	186	26	211	154	149	14	
150	10	170	3	94	7,5	185	14	213	27	239	180	175	15	
175	10,5	196	3	97	7,5	211	14,5	240	28	267	206	211	16	
200	11	222	3	100	8	238	15	268	29	296	233	228	16	
225	11,5	248	3	100	8	264	16	296	30	324	259	254	17	
250	12	274	4	103	8,5	291	17	325	31	353	285	280	18	
275	12,5	300	4	103	8,5	317	17,5	352	32	381	311	306	19	
300	13	326	4	105	8,5	343	18	379	33	409	337	332	20	
325	13,5	352	4	105	8,5	369	19	407	34	437	363	358	20	
350	14	378	4	107	8,5	395	19,5	434	35	465	389	384	21	
375	14	403	4	107	9	421	20	461	35	491	415	409	21	
400	14,5	429	4	110	9,5	448	20,5	489	36	520	442	436	22	
425	14,5	454	4	110	9,5	473	20,5	514	36	545	467	461	22	
450	15	480	4	112	9,5	499	21	541	37	573	493	487	23	
475	15,5	506	4	112	9,5	525	21,5	568	38	601	519	513	23	
500	16	532	4	115	10	552	22,5	597	39	630	545	539	24	
550	16,5	583	4	117	10	603	23	649	40	683	596	590	25	
600	17	634	4	120	10,5	655	24	703	41	737	648	641	26	
650	18	686	4	122	10,5	707	25	757	43	793	700	693	27	
700	19	738	4	125	11	760	26,5	813	45	850	753	746	28	
750	20	790	4	127	11	812	28	868	47	906	805	798	30	
800	21	842	4	130	12	866	29,5	925	49	964	858	850	31	
900	22,5	945	4	135	12,5	970	31,5	1033	52	1074	962	954	33	
1000	24	1048	4	140	13	1074	33,5	1141	55	1184	1065	1057	36	
1100	26	1052	4	145	13	1178	36,5	1251	59	1296	1169	1161	39	
1200	28	1256	4	150	13	1282	39	1360	63	1408	1273	1265	42	

Die normalen Wanddicken gelten für Röhren, welche einem Betriebsdrucke von 10 Atmosph. und einem Probedrucke von im Max. 20 Atmosph. ausgesetzt sind und vor allem Wasserleitungs-Zwecken dienen. Für gewöhnliche Druckverhältnisse von Wasserleitungen (4 bis 7 Atmosph.) ist eine Verminderung der Wanddicken zulässig, desgleichen für Leitungen, in welchen nur ein geringer Druck herrscht (Gas-, Wind-, Kanalisationsleitungen usw.). Für Dampfleitungen, welche größeren Temperaturdifferenzen und dadurch entstehenden Spannungen, sowie für Leitungen, welche unter besonderen Verhältnissen schädigenden äußeren Einflüssen

eiserne Muffen- und Flanschenröhren.

dem Deutschen Vereine von Gas- und Wasserfachmännern, revidiert 1882

Muffenröhren				2. Flanschenröhren											
der Muffe	Gewicht			Lichter Durchmesser D	Flanschen							Gewicht			
	p. l. f. m. Baulänge				Übliche Baulänge			Schraub.		Dichtungsleiste		einer Flansche	pr. l. f. m. Baulänge		
	exkl. Muffe	inkl. Muffe abgerundet	des Bleiring s		- Durchmesser	- Dicke	Lochkreisdurchm.	- Anzahl		Breite	Höhe				
								- engl. Zoll	mm						
kg	kg	kg	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg			
2.2	8.75	10	0,51	40	2	140	18	110	4	1 1/2	13	25	3	1.89	10.64
2.8	10.57	12	0,69	50	2	160	18	125	4	5/8	16	25	3	2.41	12.98
3.4	13.26	15	0,73	60	2	175	19	135	4	3/8	16	25	3	2.96	16.22
4.0	15.20	16.5	0,94	70	3	185	19	145	4	3/8	16	25	3	3.21	17.34
4.6	18.24	20	1,05	80	3	200	20	160	4	3/8	16	25	3	3.84	20.80
5.3	20.29	22	1,15	90	3	215	20	170	4	3/8	16	25	3	4.37	23.20
6.0	22.34	24	1,35	100	3	230	20	180	4	3/4	19	28	3	4.96	25.65
8.8	29.10	32	1,70	125	3	260	21	210	4	3/4	19	28	3	6.26	33.07
9.7	36.44	40	2,14	150	3	290	22	240	6	3/4	19	28	3	7.69	41.57
11.7	44.36	48	2,46	175	3	320	22	270	6	3/4	19	30	3	8.96	50.33
13.8	52.86	57	2,97	200	3	350	23	300	6	3/4	19	30	3	10.71	60.00
16	61.95	67	3,67	225	3	370	23	320	6	3/4	19	30	3	11.02	69.30
19	71.61	76	4,30	250	3	400	24	350	8	3/4	19	30	3	12.98	80.26
22	81.85	87	4,69	275	3	425	25	375	8	3/4	19	30	3	14.41	91.46
25	92.68	99	5,09	300	3	450	25	400	8	3/4	19	30	3	15.32	102.89
28	104.08	111	5,16	325	3	490	26	435	10	7/8	22	35	4	19.48	117.07
31	116.07	124	5,53	350	3	520	26	465	10	7/8	22	35	4	21.29	130.26
34	124.04	133	6,64	375	3	550	27	495	10	7/8	22	35	4	24.29	140.23
37	136.89	146	7,46	400	3	575	27	520	10	7/8	22	35	4	25.44	153.85
41	145.15	155	7,89	425	3	600	28	545	12	7/8	22	35	4	27.64	163.58
45	158.87	170	8,33	450	3	630	28	570	12	7/8	22	35	4	29.89	178.80
49	173.17	185	8,77	475	3	655	29	600	12	7/8	22	40	4	32.41	194.78
54	188.04	202	10,1	500	3	680	30	625	12	7/8	22	40	4	34.69	211.17
62	212.90	228	11,7	550	3	740	33	675	14	1 26	40	5	44.28	242.42	
72	238.90	257	13,3	600	3	790	33	725	16	1 26	40	5	47.41	270.51	
84	273.86	295	14,4	650	3	840	33	775	18	1 26	40	5	50.13	307.28	
97	311.15	335	15,5	700	3	900	33	830	18	1 26	40	5	56.50	348.82	
112	350.76	379	17,4	750	3	950	33	880	20	1 26	40	5	59.81	390.63	
128	392.69	425	20,2	800											
162	472.76	513	24,7	900											
197	559.76	609	29,2	1000											
240	666.81	727	34	1100											
295	783.15	857	39	1200											

ausgesetzt sind, ist es empfehlenswert, die Wanddicken entsprechend zu erhöhen.

Der äußere Durchmesser des Rohres ist feststehend und sind Änderungen der Wanddicke nur auf den lichten Durchmesser von Einfluß. Als unabänderlich normal gilt ferner die innere Muffenform und die Art des Anschlusses an das Rohr, sowie die Bleifugendicke. Aus Gründen der Fabrikation sind bei geraden Normalröhren Abweichungen von den durch Rechnung ermittelten Gewichten im Max. von ± 3% zu gestatten.

54. Weichbleirohre.

Lichter Durch- messer mm	Wand- stärke mm	Gew. von 1 m Rohr kg	Zu- lässiger innerer Druck at	Lichter Durch- messer mm	Wand- stärke mm	Gew. von 1 m Rohr kg	Zu- lässiger innerer Druck at
6	2·0	0·6	16	40	4·5	7·0	5·5
10	2·0	0·9	10	50	5·0	9·8	5
12	4·0	2·3	16	60	5·5	12·8	4·5
18	3·0	2·3	8	70	6·5	17·7	4·5
24	3·0	3·0	6				
30	3·5	4·2	6				
35	4·0	5·6	5·5				

55. Münztabelle.

	Wert in	
	Mk.	Pf.
Ägypten. 1 Beutel Gold = 30 000 Piaster . . .	5580	—
1 Piaster = 40 Para	—	21
1 Ägypt. Pfund (LE)	20	75
Belgien = Frankreich.		
Brasilien. 1 Milreis = 1000 Reales.	2	34
Bulgarien = Frankreich.		
Chile. 1 Peso = 100 centavos	4	05
Dänemark 1 Rigsbankdaler = 6 Mark = 96 Schil- linge	2	27
1 Krone = 100 Öre	1	12
Deutsches Reich. 1 Mark = 100 Pfennig. Das 20-Mark-Stück wiegt 7·96495 g und enthält 7·1685 g Feingold. Das 5-Mark-Stück enthält 25 g Feinsilber. " 1- " " " 5 g "		
Finnland. 1 Mark = 100 Penni.	—	81
Frankreich. 1 Franc = 100 centimes Das 20-Francs-Stück enthält 5·8065 g Feingold = " 5- " " " 22·5 g Feinsilber =	16	20
	4	05
Griechenland. 1 Drachme = 100 Lepta = 1 frs. Großbritannien. 1 Pfund Sterling à 20 Shilling . . . à 12 Pence (d) enthält 7·3224 g Feingold . . .	—	81
1 Shilling = 5·231 g Feinsilber	20	43
	1	02
Italien. 1 Lira = 1 Franc (= Frankreich) . . .	—	81
Japan. 1 Silber-Itzue = 100 Cents	1	60
1 Gold-Yen	4	19
1 Silber-Yen = 100 Sen	4	41

	Wert in	
	Mk.	Pf.
Mexiko. 1 Piaster (Peso, mexikan. Dollar) = 8 reales		
= 100 cents	2	—
1 Dablon (Unze) à 16 Piaster	66	07
Niederlande. 1 Gulden = 100 cents	1	69
1 Wilhelmsdor	16	87
1 Dukaten	9	58
Norwegen. 1 Krone = 100 Öre	1	12
1 Speziestaler = 120 Schillinge	4	55
Österreich. 1 Krone = 100 Heller = 50 Kreuzer		
= 1·05 Frcs.	—	85
1 20-Kronen-Stück mit 6·09756 g Gold	17	01
1 Gulden (fl.) österr. Währung zu 100 Kreuzern	1	70
8 Gulden in Gold = 20 Frcs. = 5·806 g Gold	16	20
Ostindien (Britisch). 1 Rupie = 16 Annas	1	36
Persien. 1 Toman = 10 Keran	9	22
1 Rupie Silber	1	55
Peru. 1 Sol (Peso) = 10 dineros = 100 centavos	4	05
Portugal. 1 Milreis (Rechnungsmünze)	4	66
1 Milreis (Silber)	4	13
1 Tostão = 100 Rejs	—	41
Rumänien. 1 Lei = 100 Baoni	—	81
Rußland. 1 Silberrubel = 100 Kopeken	2	16
1 Halb-Imperial = 5 Rubel Gold = 5·9987 g Feingold	16	20
1 Papierrubel	2	16
Schweden. 1 Krone = 100 Öre	1	12
Schweiz = Frankreich.		
Serbien. 1 Dinar = 1 Franc (= Frankreich).		
Spanien. 1 Peseta = 1 Franc (= Frankreich).		
1 Duro (span. Taler) = 2 escudos = 5 pesetas = 20 reales	4	05
Südamerikanische Staaten. 1 Peso (Sol) = 100 centavos	4	05
Türkei. 1 Piaster = 40 Para = 120 Asper	—	19
1 Türkisches Pfund (Jüslük)	18	64
1 Medschidieh (Silber) =	3	60
Vereinigte Staaten. 1 Dollar (\$) = 10 dimes = 100 cents	4	20
1 Eagle = 10 dollars = 15·0463 g Feingold	41	98

56. Zusammenstellung wichtiger Bestimmungen der Patentgesetze und der Warenzeichengesetze des In- und Auslandes.

(Auf Ansuchen der Herausgeber gütigst zusammengestellt von L. Glaser, Kgl. Baurat, Patentanwalt, Berlin SW. 68.)

Im nachstehenden sind einige wichtige Bestimmungen der Patentgesetze und der Warenzeichengesetze des In- und Auslandes für die hauptsächlichsten Staaten übersichtlich zusammengestellt.

Außer den in der Zusammenstellung genannten Staaten werden Patente und Warenzeichenschutz in fast allen Staaten und Kolonien sämtlicher Weltteile erteilt. Während durch Patente Erfindungen von Gegenständen und deren Herstellung gesetzlich geschützt werden, werden als Warenzeichen die Bezeichnung, Ausstattung und Namen von Waren im Handelsverkehr geschützt.

Die nachstehenden Staaten:

Belgien, Brasilien, Cuba, Dänemark nebst den Faroern, Deutschland, Dominikan. Republik, Frankreich mit Alger und den Kolonien, Großbritannien mit Neuseeland, Queensland, Ceylon, Trinidad und Tobago, Italien, Japan, Mexiko, Niederlande mit Niederländisch-Indien, Surinam und Curaçao, Norwegen, Österreich mit Bosnien und Herzegowina, Portugal mit den Azoren und Madeira, Schweden, Schweiz, Serbien, Spanien, Tunis, Ungarn, Vereinigte Staaten von Nordamerika, Vereinigte Staaten von Australien

sind der Internationalen Übereinkunft (Vertrag von Paris mit Zusatzakte Brüssel, ergänzt durch Zusätze und Abänderungen der Konferenz in Washington 1911) zum Schutze des gewerblichen Eigentums — auch kurz Internationale Union genannt — beigetreten, durch welche die Bestimmungen der Gesetze betreffend gewerbliches Eigentum ergänzt werden. Es bleiben daher außer nachstehender Zusammenstellung noch die folgenden hauptsächlichsten Bestimmungen der Internationalen Union zu beachten.

Die Untertanen oder Bürger der Unionstaaten haben für die Anmeldung ihrer Erfindungen ein Prioritätsrecht für die Dauer von 12 Monaten und für ihre Muster oder Modelle, Fabrik- oder Handelsmarken ein Prioritätsrecht von 4 Monaten vom Tage der Anmeldung im Ursprungsstaate. Die Patente,

deren Erteilung in den Unionstaaten unter Inanspruchnahme der Priorität beantragt wird, sollen von den für dieselbe Erfindung in anderen zum Verbands gehörigen oder nicht gehörigen Staaten erteilten Patenten unabhängig sein. Die durch den Patentinhaber bewirkte Einfuhr von Gegenständen, welche in einem oder dem anderen Verbandsstaate hergestellt sind, in das Land, in welchem das Patent erteilt worden ist, soll den Verfall des letzteren nicht zur Folge haben. Gleichwohl soll der Patentinhaber verpflichtet bleiben, sein Patent nach Maßgabe der Gesetze des Landes, in welches er die patentierten Gegenstände einführt, auszuüben. Der Verfall eines Patentwes wegen Nichtausübung soll in jedem Lande nicht vor Ablauf von 3 Jahren seit der Hinterlegung des Gesuches in dem Lande, um das es sich handelt, und nur dann ausgesprochen werden können, wenn der Patentinhaber rechtfertigende Gründe für seine Untätigkeit nicht dartut.

Dem Internationalen Vertrag betreffend die Maßnahme gegen falsche Ursprungsangaben auf Waren vom 14. April 1891 (Madrid) sind zurzeit nachstehende Staaten beigetreten:

Brasilien, Cuba, Frankreich mit Algier und Kolonien, Großbritannien, Portugal mit den Azoren und Madeira, Schweiz, Spanien, Tunis.

Dem Internationalen Vertrag, betreffend die internationale Registrierung der Fabrik- oder Handelsmarken vom 14. April 1891 (Madrid) sind zurzeit nachstehende Staaten beigetreten:

Belgien, Brasilien, Cuba, Frankreich mit Algier und Kolonien, Italien, Mexiko, Niederlande mit Niederländisch-Indien, Surinam und Curaçao, Österreich mit Bosnien und Herzegowina, Portugal, Schweiz, Spanien, Tunis, Ungarn mit Bosnien und Herzegowina.

Das Deutsche Reich hat ein Übereinkommen mit Österreich-Ungarn wegen Muster und Warenzeichen geschlossen und ferner mit Italien, der Schweiz und den Vereinigten Staaten von Nordamerika Übereinkommen getroffen, wonach in dem Deutschen Reich und den drei zuletzt genannten Staaten die Rechtsnachteile, welche nach den Gesetzen der vertragschließenden Teile eintreten, wenn eine Erfindung, ein Muster oder Modell nicht innerhalb einer bestimmten Frist ausgeführt oder nachgebildet ist, auch dadurch ausgeschlossen werden sollen, daß die Ausübung oder Nachbildung im Gebiete des anderen Teiles erfolgt. Bezüglich des Übereinkommens des Deutschen Reiches mit der Schweiz finden vorstehende Bestimmungen auf diejenigen Erfindungen nicht Anwendung, welche nach den Gesetzen eines der vertragschließenden Staaten vom Patentschutz ausgeschlossen sind.

Amerika. (Vereinigte Staaten von Nordamerika.)

1. Was ist patentfähig?

Irgend eine neue und nützliche Kunst (art), Maschine, Herstellung oder Zusammensetzung eines Stoffes oder irgend eine neue oder nützliche Verbesserung davon; Patente für neue Stoffe, Medikamente und Nahrungsmittel sind unzulässig.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der wirkliche Erfinder.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen werden bis zum Erscheinen der gedruckten Patentschriften geheimgehalten. Abschriften der Erteilungsvorgänge werden nach Herausgabe des Patentbesitzes auf Antrag gegen Erstattung der Kosten angefertigt.

5. Patentschriften.

Amtliche gedruckte Patentschriften werden nach Erteilung des Patentbesitzes herausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Herausgabe des Patentbesitzes 17 Jahre ohne Rücksicht auf frühere Patente.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Keine Ausübung vorgeschrieben, Import gestattet.

Belgien.

1. Was ist patentfähig?

Jede Entdeckung oder Vervollkommnung, welche Gegenstand einer industriellen oder kommerziellen Ausübung bilden kann; ausgenommen sind Patente für Heilmittel (Medikamente).

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der Erfinder oder sein Rechtsnachfolger. Eine Prüfung darüber findet nicht statt und erhält diejenige Person oder Firma das Patent, welche zuerst anmeldet.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Anmeldeverfahren ohne Vorprüfung.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Drei Monate nach Einreichung des Patentbesitzes kann jedermann die Unterlagen der Patentanmeldung einsehen.

5. Patentschriften.

Patentschriften werden nicht ausgegeben, Kopien der eingereichten Unterlagen werden gegen Erstattung von Gebühren von der Behörde auf Antrag abgegeben. Kurze Auszüge der Patente werden amtlich veröffentlicht.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Die Dauer des Patentbesitzes läuft vom Tage der Einreichung und beträgt 20 Jahre für Erfindungspatente. Die Zusatzpatente und Verbesserungspatente erlöschen mit dem Hauptpatent. Die Dauer der Einführungspatente richtet sich nach der längsten Dauer des früher im Auslande bewilligten Patentbesitzes, kann jedoch die Gesamtdauer von 20 Jahren nicht überschreiten.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung muß in einem angemessenen Umfange stattfinden und muß beginnen in dem Jahre, welches dem Beginn der gewerbsmäßigen Ausübung im Ausland folgt, und soll während eines Jahres für die fernere Dauer des Patentbesitzes nicht unterbrochen werden. Der Import der patentierten Gegenstände nach Belgien ist nicht untersagt, derselbe darf aber die Ausübung in Belgien nicht beeinträchtigen.

Canada.

1. Was ist patentfähig?

Wie Vereinigte Staaten von Nord-Amerika, ausgenommen: gesetzwidrige Gegenstände, wissenschaftliche Prinzipien oder abstrakte Theorien.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der wirkliche Erfinder oder, wenn der Erfinder verstorben ist, sein Rechtsnachfolger.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen nach Erteilung des Patentbesitzes zugänglich mit Ausnahme von Caveats.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften werden nicht ausgegeben. Der Commissioner hat das Recht Patente zu veröffentlichen. Offizielle Kopien werden ausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Gesamtdauer des Patentes 18 Jahre vom Tage der Erteilung (Ausgabe) des Patentes an gerechnet; erlischt mit dem früheren Auslandpatente kürzester Dauer für dieselbe Erfindung.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung in einem dem inländischen Bedarf entsprechenden Maße innerhalb zweier Jahre nach Erteilung des Patentes. Verlängerung der Ausübungsfrist auf weitere 2 Jahre zulässig, wenn $\frac{1}{4}$ Jahr vor Ablauf der ersten zweijährigen Frist beantragt. Import während des ersten Jahres nach Erteilung gestattet. Verlängerung der Importfrist auf ein weiteres Jahr zulässig, wenn $\frac{1}{4}$ Jahr vor Ablauf des ersten Importjahres beantragt. Im übrigen zieht Import Verfall des Patentes nach sich.

Dänemark.

1. Was ist patentfähig?

Erfindungen, die in der Industrie ausgenutzt werden können. Ausgenommen: Erfindungen ohne wesentliche Bedeutung sowie solche, welche wider Gesetz, Moral oder öffentliche Ordnung verstoßen, und die Erfindungen von Arznei-, Nahrungs- oder Genußmitteln und von Verfahren zur Herstellung von Nahrungsmitteln.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der Erfinder oder dessen Rechtsnachfolger. Dänische Staatsbeamte können während ihrer Anstellung keine Patente nachsuchen, der zuständige Minister kann jedoch die Genehmigung erteilen.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen sind nur während der Auslage innerhalb acht Wochen nach der Bekanntmachung zugänglich; später können die Unterlagen nicht mehr eingesehen werden.

5. Patentschriften.

Die Patentbeschreibungen werden durch eine amtliche Zeitschrift veröffentlicht und es werden gedruckte Patentschriften herausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Ausfertigung der Patenturkunde 15 Jahre. Das dänische Patent ist von Auslandpatenten unabhängig.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung innerhalb 3 Jahre vom Tage der Ausfertigung des Patentes, dann jährlich. Frist für die Ausübung und Entbindung von der Ausübungsverpflichtung kann auf Antrag von der Patentkommission bewilligt werden. Import ist zulässig.

Deutschland *).

1. Was ist patentfähig?

Neue gewerblich verwertbare Erfindungen. Ausgenommen: den Gesetzen oder guten Sitten zuwiderlaufende Erfindungen und solche von Nahrungs-, Genuß- und Arzneimitteln und von chemischen Stoffen, sofern die Erfindungen nicht ein bestimmtes Herstellungsverfahren betreffen.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Die Person oder Firma, auf deren Namen das Patent lauten soll. Der erste Anmelder erhält das Patent.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren. Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Vom Tage der Bekanntmachung im Reichsanzeiger ab 2 Monate. Abschriften der Erteilungsvorgänge werden auf Antrag gegen Erstattung der Kosten erteilt.

5. Patentschriften.

Amtliche, gedruckte Patentschriften werden herausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Von dem auf die Einreichung folgenden Tage ab 15 Jahre. Unabhängig von Auslandpatenten.

7. Ausübung in angemessenem Umfange im Inlande innerhalb 3 Jahre nach Erteilung. Zwangslizenz zulässig. Import gestattet.

Finnland.

(Das russische Patentgesetz ist nicht für Finnland maßgebend.)

1. Was ist patentfähig?

Wie Deutschland.

*) Modelle von Arbeitsgerätschaften oder Gebrauchsgegenständen können in Deutschland nach dem Gesetz betreffend den Schutz von Gebrauchsmustern für 6 Jahre geschützt werden. Amtliche Druckschriften über den Inhalt der Unterlagen zu den Gebrauchsmustern werden nicht veröffentlicht; dagegen können jederzeit von den Unterlagen Abschriften oder Auszüge angefertigt werden.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Erfinder oder sein Rechtsnachfolger. Ist eine Erfindung in einem Geschäftsbetriebe gemacht, so gehört sie dem Arbeitgeber, falls eine andere Vereinbarung nicht stattgefunden hat.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen während der 2 monatlichen öffentlichen Auslegung zugänglich. Außerdem können die Unterlagen von jedermann im Industrieamt eingesehen werden.

5. Patentschriften.

Wesentlicher Inhalt der Beschreibung wird in den amtlichen Zeitungen bekannt gegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Bewilligung des Patentbeschlusses ab 15 Jahre. Unabhängig von Auslandspatenten.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Binnen 3 Jahren nach Erteilung; darf nicht 1 Jahr unterbrochen werden. Import gestattet.

Frankreich.

1. Was ist patentfähig?

Jede neue Entdeckung oder Erfindung und zwar die Erfindung neuer industrieller Erzeugnisse, neuer Mittel, oder neue Anwendung bekannter Mittel um neues industrielles Resultat oder Produkt zu erhalten. Ausgenommen: Arzneimittel (jedoch nicht Verfahren zur Herstellung solcher), Kredit- und Finanzpläne.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der Urheber oder Rechtsnachfolger. In Wirklichkeit wird dem ersten Anmelder (Person oder Firma) ein Patent erteilt, indem angenommen wird, daß er die Erfindung vom Urheber erworben habe mit dem Rechte sie patentieren zu lassen.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Anmeldeverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen nach Erteilung des Patentbeschlusses zugänglich.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften werden herausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Einreichung ab, je nach Antrag 5, 10 oder 15 Jahre, erlischt mit früher datierendem Auslandspatente. Letztere Bestimmung ist laut dem internationalen Unionsvertrag gegenüber den Unionsstaaten nicht gültig, da die Patente der Unionsangehörigen in den einzelnen Unionsstaaten voneinander unabhängig sind.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung innerhalb zweier Jahre nach Erteilung und darf während zweier folgender Jahre nicht unterbrochen werden. Import im allgemeinen verboten, dagegen ist der Import den Angehörigen der Unionsstaaten ohne weitere Formalitäten gestattet, die Ausübung hat aber im angemessenen Umfange stattzufinden.

Großbritannien, Irland und Insel Man.

1. Was ist patentfähig?

Neue nützliche Erfindungen. Als Erfindung wird jede Art neuer Fabrikation angesehen. Chemische Stoffe, Nahrungs- und Arzneimittel können geschützt werden. Ausgenommen den Gesetzen und guten Sitten zuwiderlaufende Erfindungen.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der wirkliche Erfinder. Irgend eine andere Person oder Firma in Gemeinschaft mit dem Erfinder. Irgend eine Person oder eine Gesellschaft mit einem Siegel (incorporated company), welche in Großbritannien ansässig ist oder dort ein Geschäft betreibt, kann ein Patent anmelden für eine Erfindung, welche ihr von außerhalb mitgeteilt worden ist (communication from abroad).

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfung auf Neuheit, wobei die britischen Patentschriften der letzten 50 Jahre Berücksichtigung finden sollen. Die Prüfung erstreckt sich ferner darauf, ob die Unterlagen in allen Punkten klar und vorschriftsmäßig sind und ob die provisorische und komplette Beschreibung dem Wesen nach übereinstimmen.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Provisorische Beschreibungen sind nicht zugänglich; sie werden so lange geheim gehalten, bis die komplette Beschreibung

eingereicht und angenommen (accepted) ist. Nach der Annahme einer kompletten Beschreibung kann dieselbe nebst den Unterlagen der Anmeldung im Patentamt eingesehen werden.

5. Patentschriften.

Alle Beschreibungen nebst etwaigen Zeichnungen der britischen Patente werden etwa 3 Wochen nachdem die Beschreibung angenommen (accepted) ist, vom Patentamt im Druck veröffentlicht. Provisorische Beschreibungen werden überhaupt nicht veröffentlicht, sofern eine komplette Beschreibung nicht eingereicht oder nicht angenommen wird.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Das Patent beginnt vom Tage der Anmeldung und wird für eine Dauer von 14 Jahren erteilt. Bei Anmeldungen, für welche die Priorität aus der internationalen Konvention in Anspruch genommen wird, beginnt das britische Patent mit dem Tage des grundlegenden älteren Auslandspatentes. In Ausnahmefällen ist auf Antrag eine Verlängerung auf 7 oder 14 Jahre zu erhalten. Eine provisorische Anmeldung schützt nur die Priorität während 6 Monaten und muß innerhalb dieser Frist in ein definitives Patent durch Einreichung einer vollständigen (kompletten) Beschreibung umgewandelt werden. Diese Frist kann höchstens um einen Monat — also auf 7 Monate — gegen Zahlung von Gebühren verlängert werden.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Wenn dem billigen und angemessenen Bedürfnis des Publikums nicht entsprochen wird, kann eine Zwangslizenz oder Zurücknahme des Patentes nach Ablauf von 4 Jahren vom Datum des Patentes an gerechnet beantragt werden. Import gestattet.

Italien.

1. Was ist patentfähig?

Eine neue industrielle Erfindung oder Entdeckung. Produkte, Nahrungsmittel und chemische Stoffe sind an und für sich patentfähig, außerdem auch das Verfahren, durch welches sie gewonnen werden. Ausgeschlossen sind Arzneimittel.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Erfinder oder sein Rechtsnachfolger.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Anmeldeverfahren ohne Vorprüfung. Die Getränke und Genußmittel betreffenden Erfindungen werden vom Gesundheitsamt sehr streng geprüft.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen sind erst 3 Monate nach Erteilung zugänglich.

5. Patentschriften.

Die Veröffentlichung findet auszugsweise in monatlichen Heften statt. (Sehr verspätet.)

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Schutz vom Tage der Anmeldung ab. Dauer vom letzten Tage des Quartals ab, in welchem die Anmeldung erfolgte, auf Verlangen 15 Jahre Dauer, abhängig von dem früheren Auslandspatente längster Dauer, wenn nicht die Priorität der ausländischen Anmeldung auf Grund der Internationalen Union in Anspruch genommen ist.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Patente von 5jähriger oder geringerer Dauer müssen innerhalb eines Jahres nach Erteilung ausgeübt sein und darf die Ausübung während eines Jahres späterhin nicht unterbrochen werden. Patente von mehr als 5jähriger Dauer sollen binnen 2 Jahren nach der Erteilung ausgeübt sein und soll die Ausübung auf die Dauer von 2 Jahren nicht unterbrochen sein. Nach dem Übereinkommen zwischen Deutschland und Italien haben Angehörige des Deutschen Reiches, welche ihre Patente in Deutschland ausüben, nicht nötig, ihre Patente in Italien auszuüben und umgekehrt. Import gestattet.

Luxemburg.

1. Was ist patentfähig?

Wie Deutschland.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Wie Deutschland.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Keine Vorprüfung.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen nach Erteilung zugänglich.

5. Patentschriften.

Amtliche Patentschriften werden nicht herausgegeben. Amtliche Abschriften der Beschreibung werden gegen Ersatz der Kosten erteilt.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Wie in Deutschland, erlischt mit dem deutschen Patente. Das Patent ist nichtig, wenn nicht innerhalb 3 Monaten ein Patent in Deutschland nachgesucht wird, oder wenn ein solches Gesuch zurückgewiesen, bzw. nach erfolgter Erteilung des Patenten in Deutschland nichtig erklärt wird.

Im Falle der Zurücknahme des deutschen Patenten steht es der Großherzoglich Luxemburgischen Regierung frei, das Patent in Luxemburg in Kraft zu halten. Von den Patenten im übrigen Auslande ist das luxemburgische Patent unabhängig.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Wie Deutschland.

Niederlande (Holland).

1. Was ist patentfähig?

Patente werden erteilt für neue Erzeugnisse, Verfahren oder Verbesserungen an Erzeugnissen oder Verfahren.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Dem ersten Anmelder wird das Patent erteilt.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patent-Unterlagen.

Während 6 Monaten vom Datum der Veröffentlichung der Anmeldung ab liegen die Unterlagen bei dem Patentamt zur öffentlichen Einsicht aus und während dieser Zeit kann gegen die Patenterteilung Einspruch erhoben werden.

5. Patentschriften.

Abdrücke der Patentbeschreibung werden nach Erteilung des Patenten als Anlagen zu dem amtlichen Patentblatt „De Industriele Eigendom“ erscheinen. Kopien der Unterlagen werden alsdann auf Antrag ausgefertigt.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Die Dauer des Patenten beträgt 15 Jahre und beginnt mit dem Tage des Beschlusses über die definitive Erteilung des Patenten.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Nach Ablauf von 5 Jahren kann das Patent vom Patentamt zurückgenommen werden, wenn der Patentinhaber oder

dessen Lizenzträger nicht im Königreich Holland einen gewerbmäßigen Betrieb zur Ausführung der patentierten Erfindung eröffnet hat, es sei denn, daß genügende Gründe für das Fehlen eines solchen Betriebes nachgewiesen werden. Import gestattet.

Norwegen.

1. Was ist patentfähig?

Patente werden erteilt für neue Erfindungen, welche in der Industrie nutzbar gemacht werden können. Ausgenommen sind Nahrungs-, Genuß- oder Heilmittel, doch können Patente auf Verfahren oder Apparate zur Herstellung der genannten Mittel erteilt werden.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Erfinder oder dessen beglaubigter Rechtsnachfolger.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Wie Deutschland.

5. Patentschriften.

Amtliche Patentschriften werden ausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Von der Einreichung des Gesuches ab 15 Jahre.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung innerhalb 3 Jahre vom Datum der Ausfertigung der Patenturkunde und ferner soll die Ausübung während eines Jahres — welche Frist auf Antrag verlängert werden kann — nicht unterbrochen werden. Import gestattet. Der Patentinhaber kann ev. gezwungen werden, an Interessenten die Erlaubnis zur Benutzung der Erfindung gegen Entschädigung zu erteilen.

Österreich.

1. Was ist patentfähig?

Erfindungen, welche gewerbliche Anwendung gestatten. Ausgenommen: Gegenstände des staatlichen Monopolrechtes (Tabakfabrikate, Kochsalz, Schießpulver); ferner Nahrungs-, Genuß-, Heil-, Desinfektionsmittel, chemische Stoffe. Dagegen sind neue Herstellungsverfahren für diese Mittel und Stoffe patentfähig.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der Urheber einer Erfindung oder dessen Rechtsnachfolger. Bis zum Beweise des Gegenteils wird der erste Anmelder als Urheber der Erfindung angesehen.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Vom Tage der Bekanntmachung im Patentblatt ab 2 Monate.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften werden nach Erteilung des Patentbeschlusses ausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Bekanntmachung im Patentblatt 15 Jahre. Unabhängig vom Verfall früherer Auslandspatente.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Innerhalb dreier Jahre nach der Bekanntmachung der Erteilung. Import zulässig.

Portugal.

1. Was ist patentfähig?

Erfindungspatente werden verliehen für Erfindungen oder Entdeckungen eines industriellen Gegenstandes oder eines kommerziellen, materiellen Produktes, für Vervollkommnung oder Verbesserung eines bereits bekannten Produktes derselben Beschaffenheit, für eine leichtere und weniger kostspielige Herstellung eines Produktes. Die Patente für die chemische Industrie beziehen sich nur auf die Herstellungsverfahren und nicht auf die Substanzen selbst, welche auf eine andere Weise hergestellt werden können. Die Heilmittel (Medikamente) für Menschen und Tiere können nicht Gegenstand eines Patentbeschlusses bilden, dagegen wird das Herstellungsverfahren geschützt. Ausgenommen sind Patente für Erfindungen, deren Herstellung den Gesetzen zuwiderläuft oder gegen die öffentliche Sicherheit oder die guten Sitten ist.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der Erfinder oder dessen Rechtsnachfolger. Nachsichtung auf den Namen von Gesellschaften und Firmen zulässig.

Das Patent wird an jeden Anmelder (Person oder Firma) erteilt.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren. Vorprüfung auf Neuheit findet in der Regel nicht statt.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen nach Erteilung zugänglich.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften werden nicht herausgegeben, aber man kann Abschriften der Patentunterlagen gegen Ersatz der Kosten beantragen.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Ausfertigung längstens 15 Jahre.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung hat binnen 2 Jahren nach Ausfertigung des Patentbesitzes stattzufinden und darf während zweier aufeinander folgender Jahre nicht unterbrochen werden. Zum mindesten ist die unterlassene Ausübung durch eine Angabe der vorhandenen Hinderungsgründe zu rechtfertigen, worauf die Behörde über die angemessene Ausübung entscheidet. Import zulässig.

Rumänien.

1. Was ist patentfähig?

Jede Erfindung oder Vervollkommnung einer bereits bestehenden Erfindung, welche geeignet ist als Gegenstand der Industrie oder des Handels nutzbar gemacht zu werden, kann durch ein Erfindungs- oder Verbesserungspatent geschützt werden. Ausgenommen sind Erfindungen, welche den Gesetzen der Moral oder Gesundheit zuwider sind oder die Gefahr einer Täuschung begründen. Ausgenommen sind ferner Erfindungen von wissenschaftlichen Prinzipien und Theorien, Kredit- und Finanzpläne, sowie Erziehungs-, Kontroll- und Buchhaltungs-Methoden und Erfindungen, deren Gegenstand Staatsmonopol ist, sowie Erfindungen von Nahrungsmitteln, Viehfutter, Heilmitteln und Desinfektionsmitteln.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der Erfinder oder sein Rechtsnachfolger.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Anmeldeverfahren ohne Vorprüfung.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Die Unterlagen der erteilten Patente sind zugänglich.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften werden nicht herausgegeben. Beglaubigte Kopien können beantragt werden.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Die Dauer des Erfindungspatentes beträgt 15 Jahre von der Einreichung des Patentes an gerechnet. Ein Verbesserungs-Patent hat die gleiche Dauer wie das ursprüngliche Patent, jedoch mindestens eine Schutzdauer von 10 Jahren. Die Dauer des Einführungs-patentes richtet sich nach der Dauer des im Auslande erlangten Ursprungspatentes, kann aber höchstens 15 Jahre betragen.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung innerhalb 4 Jahre nach Einreichung des Patentes und darf während der Zeit von 2 Jahren nicht unterbrochen werden. Import gestattet.

Rußland.

1. Was ist patentfähig?

Neue Erfindungen und Vervollkommnungen auf dem Gebiete der Industrie. Ausgenommen sind solche Erfindungen und Vervollkommnungen, welche chemische Stoffe, Nahrungs-, Genuß- und Arzneimittel oder Verfahren und Apparate zur Herstellung von Arzneimitteln betreffen. Verfahren und Apparate zur Herstellung von chemischen Stoffen, Nahrungs- und Genußmitteln sind patentfähig. Für Erfindungen und Vervollkommnungen, welche dem Bedürfnisse des Staates entsprechen, kann Geheimhaltung vorgeschrieben und, falls patentiert, die Erwerbung durch den Staat, nötigenfalls durch Enteignung, bewirkt werden.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Erfinder oder dessen Rechtsnachfolger.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen nach Erteilung zugänglich.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften in russischer Sprache werden herausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Urkunde ab längstens 15 Jahre; erlischt mit dem Ablauf eines früheren Auslandspatentes kürzester Dauer.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung binnen 5 Jahren vom Datum der Ausfertigung des Patentes. Import zulässig.

Schweden.

1. Was ist patentfähig?

Neue Erfindungen, welche industrielle Erzeugnisse oder Herstellungsverfahren betreffen. Ausgenommen sind Nahrungs- und Heilmittel, aber Verfahren zur Herstellung dieser Mittel werden geschützt. Ausgenommen sind ferner Erfindungen, welche dem Gesetze und den guten Sitten zuwiderlaufen.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der Erfinder oder dessen beglaubigter Rechtsnachfolger.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Vorprüfungsverfahren.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Nach Auslegung der Unterlagen steht es jedermann frei, dieselben einzusehen.

5. Patentschriften.

Amtliche gedruckte Patentschriften werden ausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Anmeldung ab 15 Jahre. Unabhängig von früheren Auslandspatenten.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung in angemessenem Umfange innerhalb 3 Jahren nach Erteilung. Diese Frist kann auf begründeten Antrag auf die Dauer von 4 Jahren vom Patentamt verlängert werden. Import gestattet.

Schweiz.

1. Was ist patentfähig?

Gewerblich verwertbare Erfindungen, sowohl mechanische als chemische Verfahren sind patentfähig.

Ausgeschlossen sind:

1. Erfindungen, deren Verwertung den Gesetzen oder den guten Sitten zuwiderlaufen würde;

2. Erfindungen von chemischen Stoffen, sowie Erfindungen von Verfahren zur Herstellung solcher chemischer Stoffe, welche hauptsächlich zur Ernährung von Menschen oder Tieren bestimmt sind;

3. Erfindungen von auf anderem als chemischem Wege hergestellten Arzneimitteln, Nahrungsmitteln und Getränken für Menschen oder Tiere, sowie Erfindungen von Verfahren zur Herstellung solcher Erzeugnisse;

4. Erfindungen von Erzeugnissen, welche durch Anwendung nicht rein mechanischer Verfahren zur Veredlung von rohen oder verarbeiteten Textilfasern jeder Art erhalten werden, sowie von derartigen Veredlungsverfahren, soweit als diese Erfindungen für die Textilindustrie in Betracht kommen.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Erfinder oder dessen Rechtsnachfolger.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Anmeldeverfahren, dagegen strenge Vorprüfung auf die Form der Anmeldung, Einheit der Erfindung und klare Darstellung.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen bis zur Registrierung des Patentbesitzes zugänglich.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften werden herausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Einreichung ab 15 Jahre.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung der Erfindung muß vor Ablauf des 3. Patentjahres erfolgen, sofern nicht nach einem Gegenseitigkeitsvertrage die Ausführung in einem fremden Staate der Ausführung in der Schweiz gleichsteht. Ein solcher Vertrag ist nur zwischen Schweiz-Deutschland und Schweiz-Ver. Staaten von Nord-Amerika geschlossen worden.

Spanien.

1. Was ist patentfähig?

Neue Erfindungen, welche ein neues industrielles Produkt oder Resultat ergeben, z. B. Maschinen, Apparate, Instrumente,

Verfahren, mechanische oder chemische Operationen. Für bekannte, in Spanien noch nicht eingeführte Erfindungen, welche geeignet sind, eine neue Industrie in Spanien zu begründen, werden Importpatente erteilt. Für neue industrielle Produkte, entweder durch neue oder bekannte Mittel erhalten, welche in Spanien eine neue Industrie begründen können, können Erfindungspatente erteilt werden. Ein neuer Stoff ist patentfähig, unabhängig von den Mitteln zur Herstellung. Ausgenommen sind Produkte, welche direkt von der Erde oder vom Vieh erhalten werden, rein wissenschaftliche Prinzipien und Entdeckungen, sofern sie mehr spekulativer Natur und nicht gewerblich anwendbar sind; ausgenommen sind ferner pharmazeutische Artikel und Medizin, aber Verfahren und Apparate zu ihrer Herstellung sind patentfähig; ausgenommen sind auch Kredit- und Finanzpläne. Ausgenommen sind schließlich Patente für solche Erfindungen, welche entgegen der öffentlichen Ordnung, Sicherheit, Moral und Gesetzen des Landes sind.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Irgend eine Person oder Firma.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Anmeldeverfahren ohne Vorprüfung.

4. Zugänglichkeit der Patent-Unterlagen.

Die Unterlagen der erteilten Patente sind zugänglich.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften werden nicht herausgegeben, beglaubigte Kopien auf Antrag ausgestellt.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Ausstellung der Urkunde ab für Erfindungspatente 20 Jahre, für Einführungspatente 5 Jahre. Unabhängig von Auslandspatenten.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung in angemessenem Umfange innerhalb 3 Jahren nach Erteilung des Patentes erforderlich entweder durch Herstellung oder durch Inverkehrbringen. Die Ausübung soll während eines Jahres nicht unterbrochen sein.

Türkei.

1. Was ist patentfähig?

Jede neue Entdeckung, Erfindung oder Verbesserung in allen Arten der Industrie, insbesondere neue industrielle Pro-

dukte oder Werke, neue Mittel zur Herstellung derselben oder Anwendung bereits bekannter Mittel zu einem neuen Verfahren. Ausgenommen vom Patentschutz sind die Heilmittel (Medikamente), Finanz- und Kreditpläne.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Der Urheber (auteur) einer Erfindung oder sein Rechtsnachfolger. In Wirklichkeit wird das Patent dem ersten Anmelder (Person oder Firma) verliehen, ohne zu prüfen, ob derselbe der Erfinder ist.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Anmeldeverfahren ohne Vorprüfung.

4 Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Unterlagen nach Erteilung zugänglich.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften werden nicht herausgegeben, doch Beschreibung und Zeichnung nach Zahlung der 2. Jahrestaxe veröffentlicht.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Einreichung 5, 10 oder 15 Jahre; Dauer von früherem Auslandspatent abhängig.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung innerhalb zweier Jahre vom Datum der Urkunde ab; nicht während zweier Jahre zu unterbrechen. Import verboten.

Ungarn.

1. Was ist patentfähig?

Neue gewerblich verwertbare Erfindungen. Ausgenommen: Waffen, Spreng- oder Munitionsartikel; Fortifikationen oder Kriegsschiffe, falls die Regierung Einspruch erhebt; ferner: Nahrungsmittel, Medikamente und chemische Stoffe, doch sind Verfahren zur Herstellung der Mittel und Stoffe patentierbar.

2. Wer muß das Patent nachsuchen?

Wie Österreich.

3. Patent-Erteilungs-Verfahren.

Anmeldeverfahren ohne Vorprüfung.

4. Zugänglichkeit der Patentunterlagen.

Vom Tage der Bekanntmachung der Anmeldung ab zwei Monate lang zugänglich.

5. Patentschriften.

Gedruckte Patentschriften werden herausgegeben.

6. Von wann ab und wie lange gilt das Patent?

Vom Tage der Anmeldung ab 15 Jahre. Unabhängig von früheren Auslandspatenten.

7. Ausübung der Patente und Zulässigkeit des Importes.

Ausübung innerhalb 3 Jahren nach Erteilung oder Erteilung von Lizenzen an ungarische Unternehmer. Import gestattet.

Warenzeichenschutz in den Hauptländern.

L a n d	Schutz- dauer, Jahre	Ist Nachweis des Heimatschutzes erforderlich?	Deckt eine Anmeldung nur i Waren- gruppe oder alle Waren des Anmel- ders?	Druck- stöcke
Amerika (Ver. Staaten)	20	Erforderlich	I	—
Argentinien	10	Nicht erforderlich	I	I
Australien (Staatenbund)	14	„	I	I
Belgien	unbegrenzt	„	alle	I
Brasilien	15	Erforderlich	„	—
Bulgarien	10	Nicht erforderlich	„	—
Canada	25	„	I	—
Dänemark	10	Erforderlich	alle	2
Deutsches Reich	10	„	„	I
Finnland	10	„	„	2
Frankreich	15	Nicht erforderlich	I	I
Griechenland	10	Erforderlich	alle	I
Großbritannien	14	Nicht erforderlich	I	I
Japan	20	Erforderlich	I	I
Italien	unbegrenzt	„	alle	—
Luxemburg	10	Nicht erforderlich	„	I
Niederlande	20	„	„	I
Norwegen	10	Erforderlich	„	I
Österreich- Ungarn	10	„	„	2
Portugal	10	„	I	I
Rumänien	15	Nicht erforderlich	alle	—
Rußland	10	Erforderlich	„	I
Schweden	10	„	„	2
Schweiz	20	„	„	I
Serbien	10	Nicht erforderlich	„	I
Spanien	10	Erforderlich	„	I
Türkei	15	Nicht erforderlich	„	—

Ebenso wie Bildzeichen (bildliche Darstellungen mit oder ohne Beifügung von Inschriften) werden auch reine Wortzeichen überall eingetragen, sie dürfen jedoch nicht die Eigenschaften der Ware in verkehrüblicher Weise beschreiben.

Spezieller Teil.

1. Brennmaterialien, Feuerungen, Dampfkessel.

A. Brennmaterialien.

Über Probeziehung, Zerkleinerung und Reduktion der Probe auf ein kleines Volumen vgl. den Anhang.

1. Feuchtigkeit. Diese wird in einer möglichst wenig der Luft ausgesetzt gewesenen, schnell bis auf Bohnengröße verkleinerten Durchschnittsprobe bestimmt. Bei Steinkohlen erhitzt man 100—200 g in einem Trockenschrank zwei Stunden lang bei ganz langsamem Luftwechsel auf 110°, nicht darüber, weil sonst flüchtige Bestandteile entweichen und andererseits Gewichtszunahme durch Oxydation eintreten kann.

Die übrigen Untersuchungen werden mit dem lufttrockenen Material ausgeführt. Die Durchschnittsprobe wird vor der Herstellung der Analysenprobe gewogen, 48 Stunden an trockener Luft ausgebreitet liegen gelassen und der Gewichtsverlust durch Zurückwägen bestimmt. („Grobe Feuchtigkeit“.) Die mit der lufttrockenen Probe enthaltenen Resultate sind auf die ursprüngliche (feuchte) Kohle umzurechnen.

2. Bestimmung des Koksrückstandes, d. i. der nicht vergasbaren Bestandteile (nach den Vorschriften des American Committee on Coal-Analysis, s. a. Constam, C. T. U. I. 292) Man erhitzt 1 g der ungetrockneten gepulverten Kohle in einem 20—30 g wiegenden Platintiegel bei fest aufgelegtem Deckel über der nicht unter 20 cm hohen Flamme eines einfachen Bunsenschen Brenners 7 Minuten lang. Der Tiegel ruht auf einem Platindreieck, mit dem Boden 6—8 cm über der Brennermündung. Die Flamme soll in einem zugfreien Raume brennen. Die Oberfläche des Deckels soll blank werden, die Unterseite sich aber mit Kohlenstoff bedecken.

Charakteristika verschiedener Steinkohlen.

	Flüchtige Bestandteile Proz.	Verwendung
Gasreiche (junge) Steinkohle	44·5—50	Flammenfeuerung
Gasreiche (junge) Sinterkohle	40—44·5	„
Gasreiche (junge) Backkohle	33·5—40	Gaskohle
Gasarme (alte) Backkohle	15·5—33·5	Bis 20 Proz. Schmiede- und Koks-kohle; über 20 Proz. Flammenfeuerung
Gasarme (alte) Sinterkohle	10—15·5	Dampfkesselfeuerung; mit gasreichen Sorten zusammen zum Verkoken
Gasarme (alte) Sandkohle oder Anthrazit	5—10	Hausbrand und Schacht-ofenfeuerung

Um vergleichbare Resultate zu erhalten, muß man sie auf aschenfreie Kohle oder Koks beziehen. Gute Flammofenkohle soll 60—70 % Koksausbeute ergeben.

3. Aschenbestimmung. Bei Braunkohle und Torf sehr einfach. Koks erfordert sehr hohe Temperatur; am schwersten ist die Veraschung bei backender Steinkohle welche man sehr fein pulvern und ganz langsam anwärmen muß, damit die flüchtigen Bestandteile entweichen, ohne daß das Pulver zu Koks zusammenbäckt.

Wenn nur hin und wieder eine Aschenbestimmung zu machen ist, so erhitzt man 2—5 g der feinst gepulverten Kohle in einem Platintiegel, der in ein Loch einer etwas schief gestellten Platte von Asbestpappe paßt und auch in diesem wieder möglichst schräg gestellt ist, um den Eintritt von frischer Luft zu erleichtern (Fig. 1). Hierdurch wird die zur Oxydation dienende Luft von den Flammgasen getrennt gehalten und die Verbrennung beschleunigt. In 2 Stunden ist die Veraschung beendet, welche sonst selbst nach 8—10 Stunden noch unvollständig bleibt. Anwendung eines Gebläses ist nicht anzuraten, weil hiebei leicht etwas verloren geht.

Fig. 1.



Zweckmäßiger als ein gewöhnlicher Platintiegel ist ein Platinkästchen von 3×5 cm Grundfläche und 1 cm Höhe, das zuerst mit einem Glimmerblatt bedeckt und von einer Seite beginnend erhitzt wird. Nach beendeter Entgasung entfernt man das Glimmerblättchen und glüht kräftig, bis keine schwarzen Punkte mehr sichtbar sind und das Gewicht konstant bleibt.

Wenn öftere Proben zu machen sind, ist es vorzuziehen, die Einäscherung mittels einer Muffel in einer Platinschale oder Quarzglasschale vorzunehmen, wo man gleich mehrere Proben auf einmal machen kann.

4. Gesamt-Schwefel (nach Eschka). 0,5—1 g der feingepulverten Kohle werden mit der $1\frac{1}{2}$ fachen Menge eines innigen Gemenges von 2 Teilen gut gebrannter Magnesia und 1 Teil wasserfreier Soda im Platintiegel mittels eines Glasstabes gemengt und der unbedeckte Tiegel in schiefer Lage erhitzt, so daß nur die untere Hälfte ins Glühen kommt (am besten in der ausgeschnittenen Asbestpappe, Fig. 1). Die durch öfteres Umrühren mittels eines starken Platindrahtes

zu unterstützende Verbrennung des Schwefels zu Sulfaten wird kaum länger als eine Stunde dauern, wobei die graue Farbe des Gemenges meist in gelb, rötlich oder bräunlich übergeht. Man übergießt die Masse mit heißem Wasser, setzt so lange Bromwasser zu, bis die Flüssigkeit schwach gelblich erscheint, kocht, dekantiert durch ein Filter und wäscht mit heißem Wasser aus. Der wässerige Auszug wird mit Salzsäure angesäuert, gekocht bis alles Brom entfernt und die Flüssigkeit farblos geworden ist und mit Baryumchlorid tropfenweise in der Siedehitze gefällt. Wenn die Magnesia oder Soda nicht schwefelsäurefrei sind, muß man den Schwefelsäuregehalt der Mischung bestimmen und in Rechnung ziehen. Selbst wenn das Leuchtgas stark schwefelhaltig ist, genügt die Abhaltung der Verbrennungsprodukte durch die Asbestpappe, Fig. 1. 1 T. BaSO₄ entspricht 0.1374 T. S. (log=0.13792 — 1).

Über andere Methoden, sowie über die Bestimmung des flüchtigen Schwefels siehe C. T. U. I. 294.

5. Die Bestimmung der Heizkraft kann nach der (modifizierten) Formel von Dulong durch elementaranalytische Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs geschehen; bei Kohle wird auch der flüchtige (d. h. durch Verbrennen im Sauerstoffstrom und Auffangen des Gases in neutralisiertem Wasserstoffsperoxyd in Schwefelsäure umgewandelte und als solche azidimetrisch bestimmte) Schwefel einbezogen. Kennt man den Prozentgehalt an diesen drei Elementen C, H, S, denjenigen an Feuchtigkeit W, so hinterbleibt für O ein Prozentgehalt von 100 — (C + H + S + W + Asche). Den Stickstoffgehalt kann man vernachlässigen. Der Heizwert der Kohle wird dann annähernd ausgedrückt in Gramm-Kalorien durch die Formel:

$$81C + 290 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 25S - 6W.$$

Kalorimetrische Bestimmung des Heizwertes.

1 g des Brennstoffes wird in der Bombe, die mit Sauerstoff bis zum Drucke von 25 Atmosphären gefüllt ist, verbrannt. Die Zündung erfolgt durch einen feinen Eisendraht, der durch elektrische Wärmewirkung durchgeschmolzen wird. (Hierzu können 2—4 hintereinander geschaltete kleine Akkumulatoren verwendet werden.) Das Ablesen des Thermometers beginnt ca. 5 Minuten nach dem Einsetzen der Bombe in das Kalorimeter; die Temperaturänderungen werden von Minute zu Minute beobachtet. Der Versuch gliedert sich in den „Vorversuch“, den „Hauptversuch“ und den „Nachversuch“. Vor- und Nachversuch dienen zur Korrektur der durch die

Verbrennung verursachten Temperaturdifferenz infolge Ein- oder Abströmen von Wärme (Korrektion = $nv' + \frac{v+v'}{2}$;

n...Anzahl der Minuten des Hauptversuches, v...Temperaturänderung pro Minute beim Vorversuch, v'...Temperaturänderung pro Minute beim Nachversuch; v und v' positiv zu rechnen, wenn das Thermometer fällt, negativ — wenn es steigt.) Nach entsprechender Korrektur der Temperaturdifferenz zwischen Beginn und Ende des Hauptversuches wird diese Differenz mit dem Wasserwert des Kalorimeters*) (d. h. der Anzahl der Kalorien, die zur Erwärmung des Kalorimeters samt Bombe um 1° erforderlich sind) multipliziert und auf diese Weise die gesamte Wärmemenge ermittelt. Von dieser sind abzuziehen: a) die zum Zünden eingeführte Wärme (ca. 10 cal.), b) die bei der Verbrennung des Schwefels zu Schwefelsäure entwickelte Wärme, für 1 mg H₂SO₄ = 0.735 cal., c) die bei der Verbrennung des Stickstoffs zu Salpetersäure entwickelte Wärme (für 1 mg HNO₃ = 0.227 cal., für normale Füllung des Kalorimeters 8—10 cal.). Die Menge der gebildeten Säuren wird durch Titration des Bombeninhaltes ermittelt. d) Die Verdampfungswärme des bei der Verbrennung entstehenden + der des hygroskopischen Wassers (= 600 cal. pro g H₂O für gewöhnl. Temperatur), da das Wasser in der Bombe flüssig, bei Feuerungen aber dampfförmig erscheint.

Ausführlicheres in C. T. U. I, 302 ff.

Die gebräuchlichsten Kalorimeter sind die von Mahler (bei L. Golaz in Paris, 282 rue St. Jacques), von Hempel und von Kroecker (bei jeder Apparatenhandlung).

B. Feuerungen.

Die zur Verbrennung von 1 kg Brennstoff erforderliche Luftmenge L mit rund 21 Vol. Proz. Sauerstoffgehalt ist

$$\text{in kg} = \frac{\frac{8}{3}C + 8H + S - O}{0.23}, \text{ und in cbm} = \frac{\frac{8}{3}C + 8H + S - O}{0.30}$$

Sind im Endgase k Vol. Proz. Kohlendioxyd, o Vol. Proz. Sauerstoff und n Vol. Proz. Stickstoff, so ist das Verhältnis der angewandten zur theoretisch notwendigen Luftmenge

$$v: 1, \text{ also } v = \frac{n}{n - \frac{79}{21}o} = \frac{21}{21 - 79 \frac{o}{n}}$$

(100 Gew.-Teile atmosphär. Luft enthalten 23.58 Gew.-Teile Sauerstoff und 76.42 Gew.-Teile Stickstoff.)

*) Zur Wasserwertsbestimmung eignen sich folgende Körper, deren Verbrennungswärme pro g in cal. beträgt:

Rohrzucker	3955	Benzoësäure	6322
Salicylsäure	5269	Benzoin	7883
Phthalsäureanhydrid	5300	Kampher	9292

100 Raumteile atmosphär. Luft enthalten 21·33 Raumteile Sauerstoff und 78·67 Raumteile Stickstoff. Hierin sind einbegriffen 0·8 Raumteile Wasserdampf und 0·041 Raumteile CO_2 .)

Die zur vollkommenen Verbrennung von 1 kg Brennstoff theoretisch erforderliche Luftmenge ist nach Péclet für

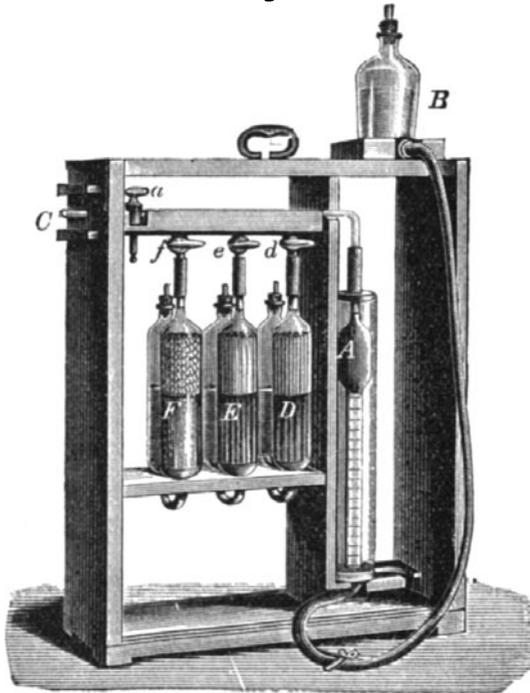
Vollkommen trockenes Holz $L=6\cdot07$ kg

 " " Torf $L=7\cdot29$ "

 " " mittlere Steinkohle $L=10\cdot8$ "

Die zur vollkommenen Verbrennung tatsächlich erforderliche Luftmenge ist etwa gleich 1,5—2 L anzunehmen, damit eine vollständige Mischung von Luft und Brenngasen eintritt.

Fig. 2.



1. Analyse der Rauchgase. Man bestimmt darin CO_2 , O, CO und N (letzteren durch Differenz) am bequemsten mit dem Orsat-Apparat (Fig. 2). Dieser (von jeder Apparatenhandlung zu beziehen) besteht aus einer Gasbürette *A*, welche mit der mit Wasser gefüllten Niveauflasche *B* verbunden ist; durch

Heben von *B* wird *A* mit Wasser bis zum Nullpunkt der Teilung gefüllt, durch Senken von *B* Gas aus dem Eintrittsrohr *C* oder einem der Absorptionsgefäße *D*, *E*, *F* angesaugt, durch abermaliges Heben von *B* unter Öffnung des betreffenden Hahnes das Gas nach *D*, *E* oder *F* übergeführt etc. Behufs der Ablesung wird die Niveauflasche *B* immer so gehalten, daß das Wasser in ihr und in *A* gleich hoch steht. Füllung der Absorptionsgefäße: für CO_2 mit 110 ccm Kalilauge von 1·20—1·28 spez. Gewicht (kann sehr lange vorhalten). Für O mit ganz dünnen Phosphorstängelchen, unter Wasser und durch Umhüllung des Gefäßes mit schwarzem Papier vor Licht geschützt zu halten; Verunreinigung durch teerige Bestandteile u. dgl. macht den Phosphor unwirksam (zu verhüten durch Filtration des Gases vor dem Eintritt in *C* durch Asbest, Watte u. dgl.); auch geht die Sauerstoffabsorption erst von 16° oder besser 18° an vor sich und muß daher im Falle einer niedrigeren Temperatur das Gefäß mittels einer Spiritusflamme vorsichtig erwärmt werden. Für CO dient Kupferchlorürlösung, dargestellt durch Schütteln von 250 g käuflichem Kupferchlorür mit einer Lösung von 250 g Salmiak in 750 ccm Wasser in einer verschlossenen Flasche, in die später eine bis zum Halse reichende Kupferspirale eingesetzt wird. Vor dem Einfüllen in das Absorptionsgefäß werden je 3 Volum dieser Lösung mit 1 Volum Ammoniakflüssigkeit von 0·905 sp. G. versetzt. 1 ccm der ammoniakhaltigen Lösung soll 16 ccm CO absorbieren; doch erfolgt eine vollständige Absorption nur nach längerem Schütteln. Man muß das Reagens oft erneuern, da es sonst umgekehrt CO an ein daran armes Gas abgeben kann. Auch ist nicht zu übersehen, daß es auch Äthylen absorbiert, welches jedoch bei Rauchgasanalysen nicht vorkommt. Da das Reagens auch den Sauerstoff aufnimmt, so darf es immer nur nach Entfernung desselben angewendet werden.

Für die tägliche Kontrolle der Feuerung genügt die Bestimmung des Kohlendioxyds allein. Nach der von Lunge (Ztschr. f. angew. Chemie 2, 240; 1889) gegebenen Entwicklung kann man mittels dieser Bestimmung und gleichzeitiger Beobachtung eines im Rauchkanale befindlichen Thermometers (mit so langer Skala, daß sie außen abgelesen werden kann) den durch die Rauchgase verursachten Wärmeverlust genügend genau berechnen und dadurch sowohl die Funktion einer Feuerungseinrichtung im allgemeinen, als auch die tägliche Arbeit des Heizers im einzelnen kontrollieren. Wenn *n* die Volumprozent CO_2 im Rauchgase, *t* die Temperatur der äußeren Luft, *t'* diejenige der Rauchgase, *c* spezifische Wärme eines cbm CO_2 (s. u.), *c'* spez. Wärme eines cbm O oder N (als konstant = 0·31 anzunehmen) bedeuten, so ist das Gesamtvolum der Rauchgase für je 1 kg verbrannten Kohlenstoffs, ausgedrückt in cbm =

$$= 1.854 + 1.854 \left(\frac{100 - n}{n} \right);$$

der Wärmeverlust durch das Rauchgas = WV, ausgedrückt in Kalorien:

$$WV = 1.854 (t' - t) c + 1.854 (t' - t) \left(\frac{100 - n}{n} \right) c'$$

und ausgedrückt in Prozenten der theoretisch vom Kohlenstoff abgegebenen Wärme:

$$\frac{100 WV}{8080}$$

Der Wert für c' ist für alle Temperaturen genügend genau = 0.31 anzunehmen; c dagegen variiert nach der Temperatur und ist zu setzen:

wenn t' bis	150 ⁰ ist, $c = 0.41$
„ t' zwischen	150—200 ⁰ = 0.43
„ „ „	200—250 ⁰ = 0.44
„ „ „	250—300 ⁰ = 0.45
„ „ „	300—350 ⁰ = 0.46

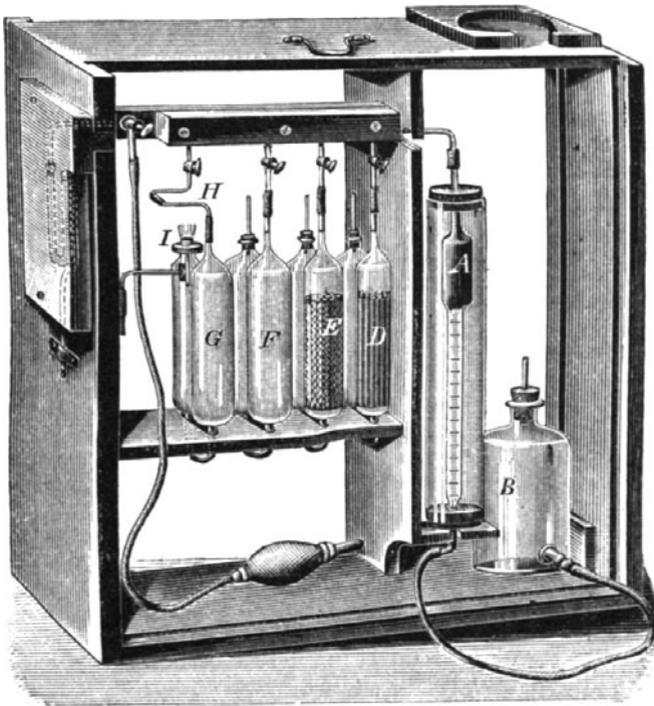
NB. Die Beobachtungen für n und t' müssen mehrmals hintereinander gemacht und das Mittel daraus gezogen werden. Für genauere Untersuchungen sind mehrere Versuchsreihen zu verschiedenen Tageszeiten anzustellen.

Eine ständige Kontrolle des Kohlendioxydgehaltes der Rauchgase kann man vermittels schnell und automatisch wirkender Analysenapparate ausführen, deren Beschreibung sich in den C. T. U. I. 272 findet.

2. Analyse der Generatorgase. Gewöhnliche, nur unbedeutende Mengen von Wasserstoff enthaltende Generatorgase kann man genügend genau mit dem S. 124 beschriebenen Orsat-Apparate durch Bestimmung von CO_2 und CO untersuchen, wobei die vorhandenen geringen Mengen von schweren Kohlenwasserstoffen ebenfalls durch das Kupferchlorür absorbiert und als CO verrechnet werden. Für an Wasserstoff reichere Gase (Halbwassergas und Wassergas) dient der Orsat-Lungesche Apparat, Fig. 3 (zu beziehen von allen chemischen Apparathandlungen). Die Buchstaben A bis F haben hier dieselbe Bedeutung wie in Fig. 2; G ist ein mit reinem Wasser gefülltes U-Rohr, H eine mit Platinasbest oder Palladiumasbest beschickte „Verbrennungskapillare“, I ein leicht zur Seite zu schiebendes Spirituslämpchen. Das in D , E und F von CO_2 , O und CO befreite Gas wird mit so viel Luft gemengt, als die Meßröhre A noch zu fassen vermag, was bis zu einem Wasserstoffgehalte ausreicht, welcher $\frac{4}{10}$ des angewendeten Luftvolums (entsprechend 2 mal dem darin enthaltenen Sauer-

stoff) beträgt. Bei höherem Wasserstoffgehalt, wie er aber kaum anders als bei wirklichem „Wassergas“ vorkommt, muß man entweder von vorneherein weniger Gas (etwa nur 50 ccm) zur Analyse verwenden oder statt Luft reinen Sauerstoff zuzumengen. Man erwärmt die Verbrennungskapillare *H* ganz gelinde mittels der Weingeistlampe *I* und führt das Gasgemenge in ziemlich raschem Strome einmal nach *G* hinüber und wieder

Fig. 3.



nach *A* zurück, wobei ein Ende des Platinasbest-Pfropfes ins Glühen kommen soll. Das rückständige Gas wird wieder gemessen und $\frac{2}{3}$ der bei der Verbrennung gefundenen Kontraktion = *H* angesetzt.

Hierbei ist allerdings keine Rücksicht auf das in Generatorgas oder Wassergas in sehr geringer Menge vorkommende Methan genommen, welches nach allen beschriebenen Operationen unverändert bleibt und mit dem Stickstoff gemessen

wird. Die technische Bestimmung des Methans ist nicht so leicht wie diejenige von CO_2 , O, CO und H auszuführen; sie geschieht durch Verbrennung mit glühendem Kupferoxyd (Winkler, Jaeger), durch Explosion mit Sauerstoff (Hempel), durch eine stark glühende Platinkapillare (Drehschmidt) etc.; vgl. unter „Leuchtgasfabrikation“ sowie C. T. U. I, 243, 252, III, 243, 249, 259, 262, 270.

3. Heizwertbestimmung wird mit Hilfe von Gas-kalorimetern, vorteilhaft mittels des Junkersschen Gas-kalorimeters (C. T. U. I, 279, III, 315), ausgeführt. Letzterem Instrumente, das auch als automatisch wirkendes Kalorimeter geliefert wird, ist stets eine Gebrauchsanweisung beigegeben.

4. Zugmessung geschieht am besten (auch für den Betrieb der Bleikammern etc.) mittels eines Differentialanemometers, z. B. derjenigen von Péclet, Seger (C. T. U. I, 196) und König (bei H. Geißlers Nachfolger [Franz Müller] in Bonn).

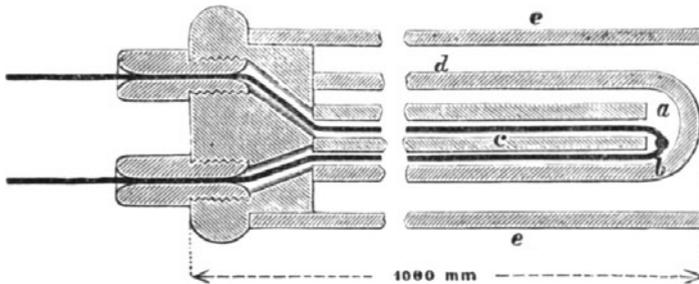
5. Temperaturmessung (vgl. C. T. U. I, S. 203 ff.). Die früher gebräuchlichen Pyrometer sind sämtlich nach längerem Gebrauche, oft gleich anfangs, unzuverlässig und bedürfen öfterer ziemlich schwieriger Kontrolle. Von diesen stehen noch am meisten im Gebrauche das Metallpyrometer von Gauntlett (zu beziehen von Schäffer und Budenberg, Magdeburg), das Graphitpyrometer von Steinle und Hartung, das Thalpotasimeter von Klinghammer. Für viele Zwecke eignen sich sehr gut die Prinsepschen Metallegierungen und für höhere Temperaturen die Segerschen Tonkegel, welche letztere sehr viel verwendet werden. Die den verschiedenen Nummern dieser Kegel entsprechenden Schmelzpunkte finden sich S. 35.

Zur Kontrolle verwendete man früher das elektrische Widerstandspyrometer von Siemens oder kalorimetrische Pyrometer, z. B. dasjenige von F. Fischer. Heutzutage wird für alle genaueren Bestimmungen und selbst für viele Fabrikarbeiten das thermo-elektrische Pyrometer von Le Chatelier verwendet (in Deutschland hergestellt von W. C. Heraeus in Hanau und Kaiser und Schmidt, Berlin, beschrieben in den C. T. U. I, 219). Dieses zeigt die betreffenden Temperaturen auf einem geeichten Galvanometer, dessen Angaben mit dem Luftpymeter verglichen sind, direkt an. Sein aktiver Teil (Fig. 4) ist ein Thermoelement, bestehend aus einem Drahte *a* aus reinem Platin und einem damit zusammengesetzten Drahte *b* aus einer Legierung von 90 Platin mit 10 Rhodium. Die Drähte sind durch 1 m lange Porzellanröhren *c*, *d* isoliert, die nach außen durch das Eisenrohr *e*, *e* geschützt sind. Die Drähte setzen sich außen in eine zum Galvanometer führende Platin- oder Kupferleitung fort. Für den Ge-

brauch des Instrumentes sind folgende Regeln zu beachten (ausführlicher in den C. T. U. I, 226):

Das Galvanometer muß an einem vor Erschütterungen gesicherten Orte aufgestellt werden, z. B. auf einer Wandkonsole, erforderlichenfalls im Zimmer des Betriebsleiters. Stets, wenn es von seinem Platze entfernt werden soll, muß es vorher arretiert werden. Nach fester Aufstellung, z. B. auf einer Wandkonsole, wird die Arretierungsschraube vorsichtig gelöst, bis der Zeiger zu schwingen anfängt. Dieser wird sich nur bei vollständig wagerechter Aufstellung des Galvanometers auf 0 einstellen, wofür Stellschrauben usw. vorhanden sind. Es finden sich jetzt im Handel Galvanometer, welche in horizontaler, sowie auch in vertikaler Stellung verwendet werden können.

Fig. 4.
Natürliche Größe.



Der Widerstand des Leitungsdrahtes darf 1 Ohm nicht wesentlich überschreiten, was bei Entfernungen bis zu 100 m durch isolierten Kupferdraht von 2 mm Stärke erreicht wird. Die Verbindungsstellen des Elementes mit den Kupferdrähten sollen die Zimmertemperatur nicht wesentlich überschreiten. Das Element muß in der in der Fig. 4 gezeigten Weise gegen die Einwirkung der Feuergase auf das Platin geschützt sein. (Über Schutzrohre vgl. C. T. U. I, 222.) Beim Reißen eines der Drähte genügt zur Wiederherstellung des Kontaktes inniges Zusammenwickeln der Enden auf 1 cm Länge. (Besser ist allerdings ein Zusammenschmelzen in der Knallgasflamme.) Für Temperaturen bis 1000° kann man das durch Eisenrohr geschützte Element bleibend im Ofen lassen; bei höheren Temperaturen muß man es mindestens durch Lagern auf einer Schamotteplatte u. dgl. vor Verbiegen schützen, besser aber nur vorübergehend in den Ofen bringen, wobei man annehmen kann, daß die durch Porzellan und Eisen geschützte Lötstelle nach 10 Minuten die Ofentemperatur angenommen hat.

Das Le Chateliersche Pyrometer in der beschriebenen Gestalt ist nur bis 1500° brauchbar. Für höhere Temperaturen, bis 2100° ist von W. C. Heraeus ein Thermoelement, bestehend aus einem Drahte aus reinem Iridium und einem damit zusammengeschmolzenen, aus einer Legierung von 90 Iridium und 10 Ruthenium, eingeführt worden.

Für derartig hohe Temperaturen wird aber häufig das Pyrometer von Wanner angewendet, das von 900° an brauchbar ist, vgl. C. T. U. I, 210.

Über billigere Thermolemente siehe C. T. U. I, 221 und solche für Messung tiefer Temperaturen ebenda S. 227.

C. Speisewasser für Dampfkessel usw.

1. Härtegrade. Die deutschen Härtegrade bedeuten je 1 Teil CaO oder dessen Äquivalent an MgO auf 100 000 Teile Wasser, die französischen je 1 Teil CaCO_3 (MgCO_3) auf 100 000 Wasser; die englischen je 1 Teil CaCO_3 (MgCO_3) auf 70 000 Wasser. Die Bestimmung der Härte erfolgte früher stets nach dem Clarkschen Seifenverfahren (vgl. C. T. U. II, 298). Einfacher und dabei genauer sind folgende Bestimmungen:

2. Alkalinität (vorübergehende Härte). Man titriert 200 ccm des Wassers bei gewöhnlicher Temperatur mit Methylorange und $\frac{1}{5}$ Normal-Salzsäure bis zum Auftreten des ersten rötlichen Scheines. Jedes verbrauchte ccm der $\frac{n}{5}$ -Säure zeigt dann 0.02804 ($\log = 0.44778 - 2$) g CaO oder 0.05004 ($\log = 0.69932 - 2$) g CaCO_3 oder dessen Äquivalent an MgO bzw. MgCO_3 im Liter. Durch Multiplikation der verbrauchten Zahl von ccm Säure mit 2.8 erfährt man die deutschen, mit 5 die französischen, mit 3.5 die englischen Härtegrade; diese zeigen aber nur die „vorübergehende“ Härte, d. h. diejenige, welche bei anhaltendem Kochen verschwindet, an.

Bei mit Soda gereinigten Speisewässern kann überschüssiges Na_2CO_3 vorhanden sein, welches die Härte zu hoch erscheinen läßt. Man bestimmt diesen Überschuß durch anhaltendes Kochen von 200 ccm Wasser in einer Porzellanschale, Abfiltrieren der dabei ausfallenden Karbonate der Erdalkalien und Titrieren des Filtrats wie oben. Die jetzt angezeigte Alkalinität rührt von Na_2CO_3 (mit nur wenig MgCO_3) her.

3. Gesamthärte. Man übersättigt 200 ccm des Wassers mit Salzsäure in geringem Überschuß, kocht auf etwa 50 ccm ein, spült in einem 100 ccm-Kolben, neutralisiert genau mit Natronlauge (Indikator: Methylorange), setzt 20 ccm eines Gemisches von gleichen Volumen $\frac{n}{5}$ -Ätznatron und $\frac{n}{5}$ -Sodalösung zu, kocht auf, läßt abkühlen, füllt mit destilliertem

Wasser bis zur 100 ccm-Marke auf, gießt durch ein trockenes Faltenfilter, verwirft die ersten durchlaufenden Anteile und bestimmt in 50 ccm des Filtrates das unverbrauchte Alkali mit $\frac{n}{5}$ Salzsäure und Methylorange. Die zum Rücktitrieren verbrauchte Zahl ccm der Säure, multipliziert mit 2, wird von 20 abgezogen; der Rest a zeigt das zur Ausfällung der Erdalkalien in 200 ccm des Wassers verbrauchte Alkali, also ist die Gesamthärte in deutschen Graden $= a \times 2 \cdot 8$, in französischen $= a \times 5$. Dieses Verfahren gibt auch bei Anwesenheit von Magnesia richtige Resultate (vgl. C. T. U. II, 302).

Wenn man von der Gesamthärte die nach 2. ermittelte Alkalinität abzieht, so erhält man die „bleibende“, d. h. die durch CaSO_4 verursachte Härte, ausgedrückt in Teilen CaO auf 100 000 Wasser

Wasser unter 6 deutschen Härtegraden gilt als weiches, von 6—12⁰ als mittelhart, über 12⁰ als hart.

4. Zur Kontrolle der Größen: „Alkalinität + bleibende Härte“ kann man den Abdampfrückstand bestimmen, durch Eindampfen von 500 ccm bis zur Trockne, Erhitzen bis zum Verglühen der organischen Substanz, Anfeuchten mit CO_2 -haltigem Wasser und Trocknen bei 110⁰. Bei stärkerem Magnesiagehalt wird natürlich keine genauere Übereinstimmung mit der Summe beider Härten bestehen, da diese auf Kalksalze bezogen sind.

5. Über Bestimmung von Einzelbestandteilen im Rohwasser vgl. man C. T. U. II, 303.

6. Bestimmung der zur Reinigung des Wassers erforderlichen Chemikalien: Kalkwasser und Soda.
a) Man versetzt 500 ccm Wasser mit 10 ccm $\frac{n}{5}$ - Na_2CO_3 -Lösung, verdampft zur Trockne, nimmt den Rückstand mit wenig Wasser auf, filtriert durch ein kleines Filter, wäscht bis zum Aufhören der alkalischen Reaktion und bestimmt im Filtrat + Waschwasser die verbrauchte Soda = a ccm durch Rücktitrieren mit Methylorange und $\frac{n}{5}$ -Salzsäure. Die Zahl $2a \times 0 \cdot 0106$ zeigt die g Soda pro l des Wassers, die zur Entfernung des Gipses (der bleibenden Härte) erforderlich sind.

Den Verbrauch an Kalkwasser zur Beseitigung der vorübergehenden Härte erfährt man durch Versetzen von 500 ccm Wasser mit 100 ccm klarem Kalkwasser, dessen CaO-Gehalt man vorher durch Titrieren mit $\frac{n}{5}$ -Salzsäure und Phenolphthalein*) ermittelt hat, $\frac{1}{2}$ stündiges Erwärmen zur Ab-

*) In diesem Falle ist Phenolphthalein, nicht Methylorange, als Indikator anzuwenden, weil letzteres das in kleinen Mengen neben dem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aufgelöste CaCO_3 mit anzeigt, während man doch nur den Gehalt an wirklichem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ wissen will.

haltung von CO_2 im bedeckten Gefäße, Abkühlen, Durchgießen durch ein trockenes Faltenfilter und sofortiges Titrieren von 500 ccm des Filtrats. Die jetzt verbrauchte HCl , vermehrt um $\frac{1}{6}$ (wegen der vorherigen Verdünnung der 500 ccm auf 600), zeigt die Menge des unverbrauchten Kalkwassers oder durch Abzug von der ursprünglich in 100 ccm Kalkwasser enthaltenen Menge CaO die zur Reinigung von Erdalkalikonat erforderliche Menge von CaO für $\frac{1}{2}$ l des Rohwassers.

II. Schwefelsäurefabrikation.

A. Schwefel (Rohschwefel)*).

1. Feuchtigkeit. Um Verdunstung von Wasser während des Zerreibens zu verhüten, trocknet man eine unzerriebene, allenfalls rasch grob zerkleinerte Durchschnittsprobe von 100 g nicht zu lange bei höchstens 70° im Trockenschrank oder auf dem Wasserbade.

2. Bituminöse Substanzen. Man vertreibt den Schwefel durch mehrstündiges Verdampfen bei wenig über 200° (wobei er nicht anbrennen soll!), wägt den Rückstand und zieht davon die nach 3. gefundene Asche ab.

3. Aschengehalt. Man verbrennt 10 g in einer tarierten Porzellanschale und wägt den Rückstand. Zuweilen kommt im Rohschwefel Kohle vor. In diesem (leicht äußerlich erkennbaren) Falle muß man sofort nach dem Verjagen des Schwefels den Brenner entfernen, damit nicht auch die Kohle verbrannt und als Schwefel berechnet werde.

4. Arsen. Man behandelt 10 g Schwefel mit verdünntem Ammoniak bei 70 – 80° , wodurch As_2S_3 in Lösung geht, filtriert, neutralisiert genau mit verdünnter Salpetersäure und titriert mit $\frac{1}{10}$ N-Silbernitrat, bis ein Tropfen der Lösung mit neutralem Kaliumchromat eine braune Fällung gibt. Jedes ccm des Silbernitrats zeigt 0.041 Proz. As_2S_3 an. (Für die kolorimetrische Prüfung auf Arsen wird die erwähnte salpetersaure Lösung zur Trockene gebracht, der Rückstand in 8–10 ccm reiner Schwefelsäure gelöst und auf das Arsen nach der Gutzeit-schen Methode geprüft. Das durch Zufügung von reinem Zink zur Lösung (die in einem Reagenzrohr sich befindet) entwickelte Gas wird durch Baumwolle durchgeleitet und auf Filtrierpapier aufströmen gelassen, das mit konzentrierter Silbernitratlösung getränkt ist. Bei Anwesenheit von Arsen ergibt sich eine mehr oder minder starke zitronengelbe Färbung, die

*) Vgl. H. Fresenius, Zeitschr. f. anal. Chem. 45, 760; 1906.

auf Zusatz von Wasser schwarz wird.) Wenn das Arsen als arsenigsaures Eisen oder Kalk vorhanden ist (was bei aus Soda-rückständen wiedergewonnenem Schwefel, aber nicht bei gediegenem Schwefel vorkommt), so muß man mit Schwefelkohlenstoff extrahieren, den Rückstand mit Königswasser oxydieren und wie bei der Pyritanalyse (s. u. S. 138) verfahren.

5. Direkte Bestimmung des Schwefels*). Man löst 50 g des feingepulverten Rohschwefels durch Digestion mit 200 g Schwefelkohlenstoff in einer verschlossenen Flasche bei gewöhnlicher Temperatur und bestimmt die Temperatur t und das spez. Gew. der Lösung = s , welches vermittels folgender Formel (gültig bis 25° C) auf das spez. Gew. bei 15° = S reduziert wird: $S = s + 0.0014(t - 15^{\circ})$.

Aus der Zahl S ermittelt man mittels der folgenden Tabelle den Prozentgehalt der Lösung an Schwefel, welcher, mit 4 multipliziert, den Prozentgehalt des Rohschwefels an Reinschwefel angibt.

Tabelle.

Spezifische Gewichte der Lösungen von Schwefel in Schwefelkohlenstoff mit den entsprechenden Gewichtsmengen Schwefel, welche von je 100 Gewichtsteilen reinem Schwefelkohlenstoff bei 15° C (bezogen auf Wasser von 4° C) gelöst werden.

Spez. Gewicht	100 CS ₂ hat gelöst S	Spez. Gewicht	100 CS ₂ hat gelöst S	Spez. Gewicht	100 CS ₂ hat gelöst S	Spez. Gewicht	100 CS ₂ hat gelöst S
1.2708	0.0	1.2856	3.2	1.2999	6.4	1.3133	9.6
1.2717	0.2	1.2866	3.4	1.3007	6.6	1.3142	9.8
1.2726	0.4	1.2875	3.6	1.3016	6.8	1.3150	10.0
1.2736	0.6	1.2885	3.8	1.3024	7.0	1.3158	10.2
1.2745	0.8	1.2894	4.0	1.3032	7.2	1.3166	10.4
1.2754	1.0	1.2903	4.2	1.3041	7.4	1.3174	10.6
1.2763	1.2	1.2912	4.4	1.3050	7.6	1.3182	10.8
1.2772	1.4	1.2920	4.6	1.3058	7.8	1.3190	11.0
1.2782	1.6	1.2929	4.8	1.3066	8.0	1.3199	11.2
1.2791	1.8	1.2938	5.0	1.3074	8.2	1.3207	11.4
1.2800	2.0	1.2947	5.2	1.3083	8.4	1.3215	11.6
1.2809	2.2	1.2956	5.4	1.3091	8.6	1.3223	11.8
1.2819	2.4	1.2964	5.6	1.3100	8.8	1.3231	12.0
1.2828	2.6	1.2973	5.8	1.3108	9.0	1.3239	12.2
1.2838	2.8	1.2982	6.0	1.3116	9.2	1.3247	12.4
1.2847	3.0	1.2990	6.2	1.3125	9.4	1.3255	12.6

*) Nach Macagno, Chem. News 43, 192; 1881 und Pfeiffer, Zeitschr. f. anorg. Chem. 15, 194; 1897.

Spez. Gewicht	100 CS ₂ hat gelöst S	Spez. Gewicht	100 CS ₂ hat gelöst S	Spez. Gewicht	100 CS ₂ hat gelöst S	Spez. Gewicht	100 CS ₂ hat gelöst S
1·3263	12·8	1·3388	16·0	1·3507	19·2	1·3619	22·4
1·3271	13·0	1·3396	16·2	1·3514	19·4	1·3626	22·6
1·3279	13·2	1·3403	16·4	1·3521	19·6	1·3633	22·8
1·3287	13·4	1·3411	16·6	1·3529	19·8	1·3640	23·0
1·3295	13·6	1·3418	16·8	1·3536	20·0	1·3646	23·2
1·3303	13·8	1·3426	17·0	1·3543	20·2	1·3653	23·4
1·3311	14·0	1·3433	17·2	1·3550	20·4	1·3660	23·6
1·3319	14·2	1·3441	17·4	1·3557	20·6	1·3667	23·8
1·3326	14·4	1·3448	17·6	1·3564	20·8	1·3674	24·0
1·3334	14·6	1·3456	17·8	1·3571	21·0	1·3681	24·2
1·3342	14·8	1·3463	18·0	1·3577	21·2	1·3688	24·4
1·3350	15·0	1·3470	18·2	1·3584	21·4	1·3695	24·6
1·3357	15·2	1·3478	18·4	1·3591	21·6	1·3702	24·8
1·3365	15·4	1·3485	18·6	1·3598	21·8	1·3709	25·0
1·3373	15·6	1·3492	18·8	1·3605	22·0		
1·3380	15·8	1·3500	19·0	1·3612	22·2		

6. Selen wird nachgewiesen durch Verpuffen mit Salpeter, Lösen der Schmelze in Salzsäure und Behandlung mit schwefliger Säure, wobei das Selen als Pulver ausfällt.

7. Der Feinheitgrad des gemahlene Schwefels wird mit dem Sulfurimeter von Chancel bestimmt. Dies ist ein unten geschlossenes, oben mit Glasstopfen verschließbares Glasrohr von ca. 23 cm Länge und 15 mm Weite, welches, vom Boden anfangend, eine Teilung in 100 Grad zeigt. Es müssen immer Apparate von ganz gleichen Dimensionen angewendet werden, und immer dieselbe Sorte von chemisch reinem, über Natrium destilliertem Äther. Jeder Grad ist = $\frac{1}{4}$ ccm; die 100 Grad nehmen eine Länge von 100 mm ein. Wird gepulverter Schwefel mit Äther geschüttelt, so bildet er in der Ruhe eine Schicht, deren Höhe im Verhältnis zur Feinheit der Mahlung steht. Um nun den gemahlene Schwefel darauf zu untersuchen, wird er durch ein Sieb von 1 mm Maschenweite getrieben, um die beim Lagern entstandenen Klümpchen zu zerteilen und 5 g davon in das Rohr gebracht, das man zur Hälfte mit wasserfreiem Äther von 17½° C füllt. Durch kräftiges Schütteln werden die noch durchs Sieb gegangenen Klümpchen zerteilt, dann Äther nachgefüllt, bis er 1 cm über dem Teilstrich 100 steht, wieder kräftig durchgeschüttelt und das Rohr senkrecht gestellt. Wenn die Schwefelschicht nicht mehr sinkt, liest man die Zahl ab, bis zu der sie reicht; sie gibt die Feinheit in Graden nach

Chancel an. Bei dem von Fresenius und Beck empfohlenen Sulfurimeter (bei Joh. Greiner, München) ist die Länge des Rohres bis zum Teilstrich 100 gleich 175 mm, die Länge des geraden Teils zwischen 10⁰ und 100⁰ 154 mm, die innere Weite 12·68 mm. Näheres siehe C. T. U. I, 313.

B. Gasschwefel. S. bei Leuchtgas.

C. Schwefelkies (Kiese überhaupt*).

1. Feuchtigkeit. Man trocknet den grobgepulverten Kies bei 105⁰, bis das Gewicht konstant bleibt. Für die folgenden Proben wird nicht getrockneter Kies, sondern das fein gepulverte und in gut verschlossener Flasche aufbewahrte Durchschnittsmuster direkt verwendet. Über das Ziehen eines Durchschnittsmusters und dessen Zerkleinerung vgl. den Anhang.

Die Analysen-Resultate werden auf den trockenen Kies berechnet, zu welchem Zwecke eine besondere Wasserbestimmung für das Durchschnittsmuster vorgenommen wird.

2. Schwefel (Methode von Lunge). Man schließt etwa 0·5 g des im Achatmörser feinst gepulverten und gebeutelten Kieses mit ca. 10 ccm einer Mischung von 3 Volum Salpetersäure von 1·4 spez. Gew. und 1 Volum rauchender Salzsäure (beide auf völlige Abwesenheit von Schwefelsäure zu prüfen) auf, unter Vermeidung alles Spritzens und mit gelegentlicher Erwärmung. In seltenen Ausnahmefällen wird etwas freier Schwefel ausgeschieden, den man durch vorsichtigen Zusatz einer Messerspitze von Kaliumchlorat zur Oxydation bringen kann. Man verdampft im Wasserbad zur Trocknis, wiederholt dies nach Zusatz von 5 ccm Salzsäure (wobei keine salpetrigen Dämpfe mehr entweichen sollen), erwärmt den Rückstand mit 1 ccm konzentrierter Salzsäure, bis alles außer der Gangart in Lösung gegangen ist, setzt dann ca. 1 ccm konzentrierte Salzsäure und 100 ccm heißes Wasser hinzu, filtriert durch ein kleines Filter und wäscht heiß aus. Den unlöslichen Rückstand kann man trocknen, glühen und wägen; er kann neben Kieselsäure und Silikaten auch die Sulfate von Baryum, Blei, möglicherweise auch Calcium enthalten, deren gebundene Schwefelsäure, weil völlig unnütz, absichtlich vernachlässigt wird. Bei geringeren Mengen von Rückstand braucht man ihn gar nicht abzufiltrieren und schreitet sofort zur Fällung mit Ammoniak.

Das Filtrat mit den Waschwässern wird mit Ammoniak (spez. Gew. 0·91) neutralisiert, noch 5 ccm dieser Ammoniakflüssigkeit im Überschuß zugesetzt, und die Flüssigkeit 10 bis

*) Vgl. C. T. U. I, 322.

15 Minuten auf 60—70° erwärmt, aber nicht zum Kochen erhitzt; sie muß noch immer ganz deutlich nach NH₃ riechen (anderenfalls enthält der Niederschlag etwas basisches Ferrisulfat). Das Eisenhydroxyd wird nun abfiltriert und ausgewaschen. Man kann dies in kurzer Zeit (½—1 Stunde) beenden, wenn man folgende Vorsichtsmaßregeln anwendet: 1. Heißes Filtrieren und Auswaschen auf dem Filter mit heißem Wasser, unter Vermeidung von Kanälen im Niederschlag, in der Weise, daß der ganze Niederschlag jedesmal mittels der Spritzflasche gründlich aufgerührt wird (bei Dekantieren würden zu viel Waschwässer entstehen); 2. Anwendung eines hinreichend dichten, aber schnell filtrierenden Papieres; 3. Anwendung von genau richtig konstruierten Trichtern im Winkel von 60°, deren Rohr von der Flüssigkeit vollkommen erfüllt wird. Auch kann man eine Filterpumpe anwenden.

Man wäscht aus, bis ca. 1 ccm des Waschwassers bei Zusatz von Baryumchlorid auch nach einigen Minuten nicht getrübt wird. (In irgend zweifelhaften Fällen ist es rätlich, sich später von der völligen Abwesenheit basischer Sulfate zu überzeugen, indem man den Eisenoxydniederschlag trocknet, mit etwas reiner Soda schmilzt und die wässrige Lösung der Schmelze auf Schwefelsäure prüft.) Filtrat und Waschwässer zusammen sollten das Volum von 300 ccm nicht wesentlich übersteigen und sind andernfalls durch Abdampfen zu konzentrieren. Man neutralisiert mit reiner Salzsäure bis zur Rötung von Methylorange, setzt noch 1 ccm konzentrierte Salzsäure hinzu, erhitzt zum vollen Kochen, entfernt die Lampe und gießt eine vorher ebenfalls zum Kochen erhitzte Lösung von Baryumchlorid schnell in einem Gusse hinzu (hierdurch entsteht allerdings ein kleiner Fehler durch Mitreißen von Baryumchlorid in den Niederschlag, der aber den entgegengesetzten Fehler der nicht völligen Unlöslichkeit des Baryumsulfats in der sauren und salmiakhaltigen Flüssigkeit gerade kompensiert). Bei einer 10proz. BaCl₂-Lösung wird man auf ½ g Pyrit mit 20 ccm davon stets mehr als ausreichen, die man in einem mit Marke versehenen Reagierzylinder abmißt und gleich darin erhitzt. Ein irgend größerer Überschuß von BaCl₂ muß vermieden werden, weil sonst die Resultate zu hoch ausfallen. Nach dem Fällen läßt man ½ Stunde stehen, worauf die Flüssigkeit sich völlig geklärt haben soll und gleich noch heiß weiter behandelt werden kann. (Es ist völlig unnötig längere Zeit, etwa gar über Nacht, stehen zu lassen, was durch das Erkalten die Arbeit nur erschwert.) Das Klare wird möglichst gut durch ein Filter oder einen Gooch-Neubauer-Tiegel dekantiert, und 100 ccm siedendes Wasser auf den Niederschlag gegossen und umgerührt, worauf schon nach 2—3 Minuten die Flüssigkeit sich wieder geklärt hat und

dekantiert werden kann. Man wiederholt das Übergießen mit siedendem Wasser und Dekantieren 3—4 mal, bis die Flüssigkeit nicht mehr sauer reagiert, spritzt den Niederschlag auf das Filter resp. den Tiegel, trocknet und glüht ihn. Er soll völlig weiß sein und nicht zusammenbacken. 1 Teil desselben ist = 0.13743 (log = 0.13792 — 1) T. Schwefel.

3. Kupfer (nach dem in der Duisburger Kupferhütte im Jahre 1887 von Dr. B. Scheid ausgearbeiteten, hier zum erstenmal veröffentlichten Verfahren). Von dem pulverisierten und bei 100° getrockneten Kies werden 5 g in einem schräg gestellten Erlenmeyer-Kolben mit 60 ccm Salpetersäure von 1.2 sp. Gew. allmählich in Lösung gebracht. Sobald die heftige Reaktion vorbei ist, wird der Kolben erhitzt und abgedampft, bis Schwefelsäure-Dämpfe entweichen. Der trockene Salzurückstand wird in 50 ccm Salzsäure von 1.19 sp. Gew. aufgelöst, zur Reduktion des Eisenchlorids und Entfernung des Arsens als AsCl_3 unterphosphorigsaures Natron (2 g NaH_2PO_2 aufgelöst in 5 ccm Wasser) zugegeben und einige Zeit gekocht. Man setzt nun einen Überschuß von konzentrierter Salzsäure zu, verdünnt mit etwa 300 ccm heißen Wassers, leitet Schwefelwasserstoff ein, filtriert und wäscht den Niederschlag gut aus. Man stößt das Filter mit einem Glasstabe durch, spritzt den Niederschlag in das Fällungsgefäß zurück, bringt die noch am Filter haftenden Schwefelmetalle, sowie die Hauptmenge des Niederschlags durch Salpetersäure in Lösung und dampft den Inhalt des Kolbens im Dampfbade zur Trocknis ein. Man nimmt wieder mit Salpetersäure und Wasser auf, neutralisiert mit Ammoniak und setzt verdünnte Schwefelsäure in geringem Überschuß zu. Nach dem Erkalten der Flüssigkeit filtriert man vom Bleisulfat und Rückstand ab, wäscht Kolben und Filter mit schwefelsäurehaltigem Wasser aus, setzt zum Filtrat 3—8 ccm Salpetersäure (1.4 spez. Gew.) und fällt das Kupfer elektrolytisch. Von den gefundenen % Cu wird 0.01 % für Bi und Sb abgezogen. Über eine weitere elektrolytische Kupferbestimmungsmethode vgl. man C. T. U. II, 628.

4. Blei bleibt im Rückstande von der nach Nr. 2 mit Königswasser oder nach Nr. 3 mit Salpetersäure gemachten Aufschließung in Form von Sulfat. Man extrahiert dieses aus dem Rückstande (am besten von Nr. 3) durch Erwärmen mit einer konzentrierten Lösung von Ammoniumacetat, dampft die Lösung unter Zusatz von etwas reiner Schwefelsäure ein, schließlich in einem Porzellanschälchen oder Tiegel, trocknet und glüht. 1 T. PbSO_4 = 0.6831 (log = 0.83449 — 1) Pb.

5. Zink *) wird bisweilen im Schwefelkies bestimmt, weil der an Zink gebundene Schwefel kaum zu gewinnen ist. Das

*) Mitgeteilt von V. Haßreidter.

Prinzip der auf S. 141 bei „Zinkblende“ beschriebenen Schaffnerschen Methode kann auch hier angewendet werden, wenn man das Eisen vorher nach dem Rotheraschen Ätherverfahren abscheidet. Man löst 1.25 g Kies nach S. 135 in Königswasser, verjagt die Salpetersäure, nimmt den Rückstand in ca. 20 ccm HCl von 1.105 sp. Gew. auf, filtriert in einen Scheidetrichter von ca. 200 ccm Inhalt und wäscht mit der gleichen Säure nach. Das Filtrat soll 60 ccm nicht übersteigen. Hierauf fügt man 60—70 ccm Äther zu, schüttelt (Kühlung angezeigt), überläßt der Ruhe und fängt die im unteren Teil des Scheidetrichters befindliche zinkhaltige Lösung in einem Erlenneyerkolben auf. Diese wird schwach erwärmt, dann zur Trockene verdampft. Der Abdampfungsrückstand wird in 10 ccm HCl (spez. Gew. 1.105) aufgenommen, mit etwas Wasser verdünnt und zur Abscheidung von Blei, Arsen, Kupfer mit H_2S behandelt. Nach dem Abfiltrieren der Schwefelmetalle wird die Lösung kochend mittels 2—3 ccm HNO_3 (sp. Gew. 1.4) oxydiert und in einen 250 ccm Kolben übergeführt; nach dem Erkalten gibt man 25 ccm NH_3 (sp. Gew. 0.915) hinzu, füllt bis zur Marke auf, schüttelt, filtriert und verwendet 200 ccm (= 1 g Substanz) + 100 ccm Wasser zur Titration mittels Schwefelnatriumlösung (1 cm = 0.005 g Zink anzeigend). Die Titerflüssigkeit wird in analoger Weise hergestellt, indem man eine entsprechende Menge reinen Zinks in 5 ccm Salzsäure (sp. Gew. 1.19) löst, 1—2 ccm Salpetersäure, Wasser und 25 ccm Salmiakgeist zufügt, auf 250 ccm auffüllt und 200 ccm hiervon, vorher mit 100 ccm Wasser verdünnt, gleichzeitig mit der Analysenlösung titriert.

6. Kohlensäure Erden werden bisweilen bestimmt, weil sie Schwefel als Sulfate binden. Da ihre Menge stets gering ist, so bestimmt man die Kohlensäure nicht durch Gewichtsverlust u. dgl., sondern direkt nach Austreibung mittels starker Säuren entweder dem Gewichte nach, durch Auffangen in Natronkalk, oder aber schneller und sicherer dem Volumen nach durch das Verfahren von Lunge und Rittener (Zeitschr. f. angew. Chem. 19, 1849; 1906), welches S. 198 bei der Analyse der karbonatierten Sodalaugé beschrieben ist.

7. Arsen (nach Reich, modif. von McCay). Man schließt 0.5 g Schwefelkies mit konzentrierter Salpetersäure in einem Porzellantiegel auf, dampft die freie Säure ab, aber nicht bis zur Trockne, setzt 4 g Soda zu, trocknet auf dem Sandbade vollkommen ein, setzt 4 g Salpeter zu und erhitzt, bis die Masse 10 Minuten lang in ruhigem Schmelzen gewesen ist. Man laugt die Schmelze mit heißem Wasser aus, säuert die filtrierte Lösung mit wenig Salpetersäure an, erhitzt längere Zeit zur Austreibung aller CO_2 , setzt Silbernitrat zu und neutralisiert sorgfältig mit verdünntem Ammoniak. Der Niederschlag,

welcher alles Arsen als Ag_3AsO_4 enthält, wird in verdünnter Salpetersäure aufgelöst und entweder das Silber nach Volhard durch Titrieren mit Rhodanammonium bestimmt, oder aber die Lösung in einer Platinschale abgedampft, der Rückstand getrocknet und gewogen. 1 T. $\text{Ag}_3\text{AsO}_4 = 0.1620$ ($\log = 0.20962 - 1$) As; oder 1 T. Ag = 0.2316 ($\log = 0.36477 - 1$) As.

Andere Methoden in C. T. U. I, 337.

D. Abbrände von Kiesen.

1. Schwefel. Genau 2 g Natriumbikarbonat von bekanntem alkalimetrischem Titer werden in einem Nickeltiegel von 20—30 ccm Inhalt mittels eines abgeplatteten Glasstabes innigst mit 3.207 g der gepulverten Abbrände (bei zinkreichen Schwefelkiesabbränden werden dem Gemisch noch ca. 2 g gepulvertes Kaliumchlorat zugefügt, vgl. S. 145) gemischt, 10 Minuten über einer kleinen Gasflamme erhitzt, deren Spitze eben bis zum Boden des Tiegels reicht, wieder umgerührt und 15 Minuten über einer stärkeren Flamme, aber nicht bis zum Schmelzen, erhitzt. Der Tiegel muß während des Erhitzens bedeckt sein und es darf kein Umrühren darin stattfinden, weil sonst das entweichende Kohlendioxyd Verstäuben veranlaßt. Der Inhalt des Tiegels wird in eine Porzellanschale entleert und mit Wasser nachgewaschen, 10 Minuten lang gekocht unter Zusatz von konzentrierter, völlig neutraler und von Magnesiumchlorid völlig freier Kochsalzlösung (ohne diesen Zusatz ist es schwer zu vermeiden, daß später etwas Eisenoxyd durchs Filter geht), dann das Unlösliche abfiltriert und bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion ausgewaschen, die Lösung abgekühlt und mit Methylorange und Normalsalzsäure, von der jeder ccm 0.05300 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 0.01604$ g ($\log = 0.20507 - 2$) S anzeigt, titriert. Wenn 2 g Bikarbonat a ccm und die Lösung beim Rücktitrieren b ccm der Salzsäure braucht, so ist der Prozentgehalt an Schwefel = $\frac{a-b}{2}$. (Die Duisburger Kupferhütte und

andere Fabriken bestimmen auch hier den Schwefel nach S. 135; man löst aber die Abbrände in Salpetersäure mit Zusatz weniger Tropfen von Salzsäure, weil bei mehr Salzsäure H_2S entweichen kann). Näheres siehe C. T. U. I, 359.

2. Kupfer wird wie auf S. 137 bestimmt; doch bewirkt man die Auflösung von 1 g der Probe durch Salzsäure mit einigen Tropfen Salpetersäure, und macht hier von dem elektrolytisch bestimmten Cu keinen Abzug für Bi und Sb.

3. Eisen. Man bringt es durch anhaltendes Erwärmen von 0.5 g Abbränden mit konzentrierter Salzsäure in Lösung, reduziert die kochende Lösung durch eisenfreies Zink oder bequemer durch Zinnchlorür, dessen Überschuß durch etwas

Lösung von Quecksilberchlorid weggenommen wird, und gießt die so erhaltene Lösung von Eisenchlorür in 0.5 l Wasser, welches man mit ca. 2 g Mangansulfat versetzt und durch 1—2 Tropfen Permanganatlösung eben gerötet hat. Der Eisengehalt wird nun durch Austitrieren mit $\frac{1}{10}$ normaler Permanganatlösung bestimmt, von welcher jedes ccm 0.005584 g ($\log = 0.74695 - 3$) oder bei 0.5 g Abbränden je 1.117 Proz. Fe anzeigt.

Über Abscheidung des Eisens mittels Cupferron vgl. man C. T. U. II, 804.

E. Zinkblende.

1. Gesamtschwefel*). Man schmilzt in einem kleinen Eisentiegel 0.625 g des feingepulverten Musters, gemengt mit etwa 6—8 g Natriumsuperoxyd (schwefelsäurefrei) zuerst bei schwacher Flamme, zuletzt stärker bis die Masse dünnflüssig geworden ist, läßt erkalten und übergießt den Tiegel samt Inhalt in einem Becherglase mit kaltem Wasser. Wenn keine Reaktion mehr stattfindet, spült man die Flüssigkeit mit dem suspendierten Eisenoxyd in einen 250 ccm-Kolben, wäscht nach, läßt erkalten, füllt bis zur Marke auf, mischt und gießt das Ganze in einen trockenen Meßzylinder von gleichem Inhalt. Nachdem das Eisenoxyd sich möglichst gut abgesetzt hat, entnimmt man 200 ccm der klaren Flüssigkeit, neutralisiert (Methylorange als Indikator), versetzt mit noch 2—3 ccm Salzsäure im Überschuß und kocht bis zum Verschwinden des auftretenden Chlors. Hierauf läßt man in einem Guß in die kochende Flüssigkeit eine ebenfalls kochende Lösung von Baryumchlorid (15 ccm einer 10 %igen Lösung auf 100 ccm verdünnt) zufließen, kocht noch eine Minute und läßt in der Wärme absetzen. Der Niederschlag wird dreimal durch Dekantation mit ca. 100 ccm heißem Wasser, später noch auf dem Filter gewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

(Vgl. Schwefelbestimmung in stark zinkhaltigen Produkten: Lunge und Stierlin, Bericht der internat. Analysen-Kommission 1906, S. 398 u. Zeitschr. f. angew. Chem. 19, 23; 1906.)

2. Zink.

a) Deutsche Modifikation der Schaffnerschen Methode, mitgeteilt von H. Nissenon.

0,5 g des Erzes werden in einem Kolben mit 7 ccm konz. Salzsäure aufgeköcht und dann mit 10 ccm eines Gemisches von 7 ccm verdünnter Schwefelsäure 1:2 und 3 ccm Salpetersäure 1:4 spez. Gew. abgeraucht, bis Schwefelsäuredämpfe entweichen. Der Rückstand wird mit wenig Wasser verdünnt,

*) Mitgeteilt von V. H a b r e i d t e r.

und, wenn Kupfer vorhanden, mit 5—7 ccm einer 10 %igen Natriumthiosulfatlösung versetzt, aufkochen lassen und abfiltriert. Bei Gegenwart von Cadmium muß man mit Schwefelwasserstoff fällen. Das Filtrat wird, wenn Natriumthiosulfat oder Schwefelwasserstoff angewandt wurden, mit Bromwasser oxydiert, aufgeköcht und mit 25 ccm Ammoniak (spez. Gew. 0.925) Eisen, Mangan und Aluminium gefällt. Sodann filtriert man in ein Batterieglas ab, bringt den Trichter mit dem Filter wieder auf den Fällungskolben und löst den Niederschlag auf dem Filter mit ca. 10 ccm heißer, verdünnter Salzsäure. Die salzsaure Lösung versetzt man mit ca. 15 ccm Ammoniak, kocht auf, filtriert in dasselbe Batterieglas und wäscht den Niederschlag aus. Das Filtrat bringt man auf das Volumen eines halben Liters. Die Lösung bleibt über Nacht stehen, während welcher Zeit der größte Teil des überschüssigen Ammoniaks aus dem weiten Gefäß verdunstet. Die Natriumsulfidlösung, mit der die Titration des Zinks vorgenommen wird, enthält etwa 40 g im Liter. Außerdem wird noch eine Messerspitze Natriumbikarbonat zugesetzt, um die Hydrolyse zurückzudrängen. Zur Titerstellung werden zweimal je 0,2 bis 0,25 g chemisch reinen Zinkes in Batteriegläsern mit 12 ccm verdünnter Salzsäure und 3 ccm Salpetersäure gelöst, die Lösung verdünnt, mit 25 ccm Ammoniak versetzt, auf ein halbes Liter aufgefüllt und gleichfalls über Nacht stehen gelassen. Ist bei der Titration die Ausfällung des Zinks beendet, so verursacht ein Tropfen der Flüssigkeit auf Bleipapier einen braunen Fleck. Von Wichtigkeit ist es, den Tropfen immer die gleiche Zeit (etwa 20 Sekunden) auf das Bleipapier einwirken zu lassen. Sodann nimmt man den Tropfen mit Hilfe eines zweiten, den man auf den ersten fallen und ablaufen läßt, weg. Bei einem ganz geringen Überschuß von Natriumsulfid hebt sich der dunkle Fleck deutlich vom Papier ab. Zur Kontrolle titriert man den einen Titer am Anfang, den anderen am Ende einer Reihe von Analysen und sorgt dafür, die Proben genau auf die Nuance des Fleckes zu titrieren, den man bei der Titration der Titer erhalten hat.

b) Belgische Modifikation der Schaffnerschen Methode,
mitgeteilt von V. Haßreidter.

Man behandelt 2,5 g bei 100⁰ getrockneter und feingepulverter Blende in einem 250 ccm fassenden Erlenmeyerkolben mit 12 ccm Salpetersäure (spez. Gew. 1.400) erst längere Zeit in der Kälte, dann unter allmählichem Erwärmen auf dem Sandbad bis zum Verschwinden der roten Dämpfe, setzt ca. 25 ccm Salzsäure (spez. Gew. 1.19) zu, dampft bis zur Trocknis ein, nimmt in 5 ccm Salzsäure auf, wobei keine roten Dämpfe mehr auftreten sollen, fügt 50 ccm warmes Wasser

zu und erwärmt bis alles außer Gangart und ausgeschiedenem Schwefel gelöst ist. Nun leitet man einen mäßigen Strom Schwefelwasserstoff ein und setzt während des Einleitens noch 50—60 ccm kalten Wassers zu bis alles Blei gefällt ist *). Man filtriert in einen geeichten $\frac{1}{2}$ -Liter Kolben und wäscht mit 100 ccm lauem Wasser, dem man 5 ccm Salzsäure und etwas Schwefelwasserstoffwasser zugesetzt hat. Das Filtrat wird behufs Austreibung des Schwefelwasserstoffs gekocht (Kontrolle mit Bleipapier), mit 5 ccm Salpetersäure (spez. Gew. 1.40) oxydiert und noch mit 10 ccm Salzsäure versetzt. Nach vollständigem Erkalten auf Zimmertemperatur fügt man 100 ccm Ammoniakflüssigkeit (spez. Gew. 0.90—0.92) zu (bei Anwesenheit von Mangan außerdem noch 5 ccm 4% iges Wasserstoffsuperoxyd), schwenkt tüchtig um und läßt vollständig erkalten. Mittlerweile bereitet man eine ammoniakalische Zinklösung von bekanntem Gehalt „Titer“ genannt, indem man eine dem Zinkgehalt des Erzes annähernd entsprechende Menge genau gewogenen chem. reinen Zinks in einen geeichten $\frac{1}{2}$ -Liter Kolben in 20 ccm Salzsäure löst, 250 ccm kalten Wassers, 5 ccm Salpetersäure und zuletzt noch 100 ccm Ammoniakflüssigkeit (spez. Gew. 0.90—0.92) zusetzt und bis zum vollständigen Erkalten stehen läßt. (Selbstverständlich darf dem „Titer“ kein Wasserstoffsuperoxyd zugesetzt werden.) Dann füllt man beide Kolben bis zur Marke auf, mischt gehörig und filtriert die aus dem Erz dargestellte Lösung durch ein trockenes Faltenfilter. Zur Titrierung mißt man sowohl von der Erz- als auch von der Titerlösung je 100 ccm, läßt jede für sich in ein sog. Batterieglass laufen und fügt noch 200 ccm kalten Leitungswassers zu.

Als Titrierflüssigkeit dient eine Schwefelnatriumlösung, welche ca. 0.07—0.08 g Zink pro ccm anzeigt, und die man sich durch geeignetes Verdünnen einer konzentrierten Vorratslösung herstellt. Man läßt nun die Lösung aus zwei nebeneinander stehenden geeichten 50 ccm Büretten in die beiden ammoniakalischen Lösungen fließen und zwar zuerst 1—2 ccm weniger als vermutlich nötig, rührt um und setzt mittels dünner Glasstäbe gleichzeitig einen Tropfen von jeder Lösung auf einen Streifen empfindlichen Bleipapieres. (Gutes Bleipapier darf in Berührung mit einem Tropfen Wasser keine Färbung aufweisen.) Nach ca. 10 Sekunden langer Einwirkung bläst man die Tropfen mit dem Strahl einer kleinen Spritzflasche ab

*) Bei der angegebenen Verdünnung wird Cadmium nicht gefällt; dies fände erst statt, wenn nicht mehr als 2 ccm Salzsäure von spez. Gewicht 1.19 auf 100 ccm Flüssigkeit vorhanden sind, wobei man jedoch andererseits Gefahr läuft, Zink mitzufällen, so daß bei Anwendung größerer Mengen Cadmium nur eine doppelte Fällung mittels Schwefelwasserstoff bei dieser Verdünnung zum Ziele führt.

und fährt mit dem Zusatz von Schwefelnatrium fort bis die beiden gleichzeitig aufgesetzten Tropfen nach gleichlanger Einwirkung eine schwache, aber deutlich sich abhebende Bräunung von gleicher Intensität erzeugt haben. Behufs Erzielung guter Resultate ist es notwendig, daß die Endreaktion nach nicht allzu langem Tüpfeln erscheine. Man liest auf 0.05 ccm ab und berechnet nach proportionalem Ansatz.

Da bei einem Eisen- (Tonerde und Mangan) Gehalt von über 5% eine nicht unmerkliche Adsorption von Zink stattfindet, so kann man diesen, mit dem Eisen- und Zinkgehalt steigenden Fehler dadurch ausgleichen, daß man dem „Titer“ vor dem Ammoniakzusatz eine dem Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Mn_3O_4 -Gehalt ungefähr äquivalente Menge einer Eisenchloridlösung von bekanntem Gehalt zusetzt, wodurch obiger Fehler kompensiert wird. Dieses Verfahren gibt leichter zuverlässige Resultate als die sog. doppelte oder dreifache Fällung.

E. Beyne (Bull. Soc. chim. Belg. Juli 1912) stellt fest, daß ein Zusatz von 15—20 g Chlorammonium vor der Ammoniakfällung die Adsorption von Zink praktisch aufhebt; natürlich muß auch der Titerflüssigkeit dieselbe Menge dieses Salzes zugesetzt werden.

3. Blei*). Die in Nr. 2 gefällten Schwefelmetalle werden mit Schwefelnatrium warm digeriert; nachdem man filtriert und ausgewaschen hat, löst man sie durch einen Strahl heißer Salpetersäure (spez. Gew. 1.20) (etwa im Rückstand verbliebenes Bleisulfat geht hierdurch auch in Lösung), filtriert, dampft mit etwas überschüssiger Schwefelsäure ein und bestimmt als Sulfat 1 T. $\text{PbSO}_4 = 0.6831$ ($\log = 0.83449 - 1$) T. Pb.

4. Kalk und Baryt (selten Strontium) werden stets bestimmt, da sie beim Rösten Schwefel bilden. Man löst 2.5 g Blende, wie bei Zink (S. 140) angegeben. Der Abdampfungsrückstand wird in wenig verdünnter Salzsäure und Wasser aufgenommen und diese Lösung mit 1—2 g Chlorammonium versetzt, um das gebildete CaSO_4 sicher in Lösung zu bringen. Man filtriert (Filtrat A), wäscht den Rückstand, spritzt ihn vom Filter ab und extrahiert ihn mit ammoniakalischem Ammontartrat, um das PbSO_4 zu entfernen. Dann glüht man den Rückstand, äschert das Filter ein und schmilzt in einem Platintiegel mittels Kaliumnatriumkarbonat. Die Schmelze wird in Wasser aufgenommen und BaCO_3 (SrCO_3) durch Filtration getrennt. Letztere werden in wenig Essigsäure gelöst, die Lösung wird etwas verdünnt, auf 50—60° C erwärmt und mittels Ammonchromat gefällt. Nach einstündigem Absetzen in der Wärme filtriert man das gefällte BaCrO_4 , das mit verdünnter kalter Ammonacetatlösung ausgewaschen

*) Nr. 3—7 mitgeteilt von V. Haßreidter.

wird. Bei niedriger Temperatur geglüht und gewogen ergibt 1 T. BaCrO_4 0.6052 ($\log = 0.78193 - 1$) T. BaO.

Das Filtrat wird mit Ammoniak neutralisiert und mit Ammoncarbonat versetzt. Das gebildete SrCO_3 läßt man 10 Stunden bei 50°C absetzen. Man filtriert, wäscht, löst in wenig verdünnter Salzsäure und fällt schließlich bei 50°C mittels wenig verdünnter Schwefelsäure als SrSO_4 . 1 T. $\text{SrSO}_4 = 0.5641$ ($\log = 0.75138 - 1$) T. SrO (Zeitschr. f. anal. Chem. 44, 754; 1905).

Bei Abwesenheit von Strontium wird das auf dem Filter befindliche BaCO_3 in verdünnter Salzsäure gelöst und die Lösung mittels verdünnter Schwefelsäure gefällt. 1 T. $\text{BaSO}_4 = 0.6570$ ($\log = 0.81756 - 1$) T. BaO.

Das oben erhaltene Kalk-, Eisen-, Zinksalz etc. enthaltende Filtrat der ursprünglichen Lösung nebst Filtrat A (s. oben), werden zunächst mit Schwefelwasserstoff behandelt, um Blei auszufällen. Das Filtrat wird nach dem Verkochen des Schwefelwasserstoffes mit Salpetersäure oxydiert und das Eisen zweimal mittels Ammonflüssigkeit gefällt*) (bei Anwesenheit von Mangan ist jedesmal etwas phosphorsäurefreies) Wasserstoffsperoxyd zuzusetzen. Die vereinigten, nötigenfalls eingeengten Filtrate werden kochend mit einer gleichfalls kochenden Lösung von überschüssigem Ammonoxalat gefällt. Man läßt absetzen, filtriert, wäscht mit heißem, etwas Ammoniak enthaltendem Wasser vollständig aus, breitet das Filter aus und löst den Niederschlag in verdünnter, heißer Schwefelsäure. Diese Lösung wird bei 70°C mit Kaliumpermanganatlösung titriert, von welcher 1 ccm = 0.01 g Fe = 0.005 g CaO. — Man kann auch bei wenig Kalk das Calciumoxalat durch starkes Glühen in CaO überführen.

5. Arsen. Wie oben S. 138.

6. Kohlensäure Erden können wie im Schwefelkies S. 138 bestimmt werden. Diese Bestimmung ist selbst neben derjenigen von CaO und BaO (SrO) noch von Interesse, da die Blende zuweilen Spateisenstein und Galmei enthält.

7. Verwertbarer Schwefel. Präzise Angaben lassen sich für Rohblende nicht machen. Als Richtschnur diene:

CaO, BaO und SrO werden praktisch vollständig in die entsprechenden Sulfate übergeführt.

Blei wird um so mehr sulfatisiert, je weniger Kieselsäure (resp. Quarz) in der Blende vorhanden ist. Vorübergehend gebildetes MgSO_4 wird bei normaler Röstung vollständig in MgO übergeführt.

*) Die zweite Eisenfällung nimmt man bei gewöhnlicher Temperatur vor.

F. Geröstete Blende.

1. Schwefel (Lunge und Stierlin, Zeitschr. f. angew. Chem. **19**; **21**; 1906). Man arbeitet, wie S. 139 für Kiesabbrand beschrieben, setzt jedoch dem Gemisch noch etwas 2 g gepulv. Kaliumchlorat zu. Der Tiegelboden soll schließlich deutlich rotglühend werden, der Inhalt aber nicht bis zum Schmelzen, sondern nur bis zum Sintern kommen. Der Tiegel muß während des Einsetzens bedeckt sein und sein Inhalt darf nicht umgerührt werden. Die Berechnung erfolgt wie S. 139, also

$$S \% = \frac{a-b}{2}.$$

Der Zusatz von Kaliumchlorat ist schon bei Abbränden von zinkreichem Schwefelkies erforderlich. Bei Abbränden mit über 6 % S macht man folgendes Gemisch: 1.603 g Abbrand, 2.000 g NaHCO₃, 4 g KClO₃, 2–3 g schwefelfreies Eisenoxyd; der Prozentgehalt an S ist dann = A — B. A = ursprünglicher Verbrauch des Bikarbonats an N-Säure, B-Verbrauch beim Rücktitrieren.

Das Verfahren ist auch noch brauchbar für ungeröstete (grüne) Blende, wobei man anwendet: 0.3207 g Blende 2.000 NaHCO₃, 2 g KClO₃, 2 g Fe₂O₃; S-Gehalt in Prozent = 5(A—B).

Wegen der mehr oder minder auftretenden Sulfatisierung des Bleies im Röstgut gibt der Totalschwefelgehalt kein Kriterium über den Grad des Abröstens. Haßreidter (Zeitschr. f. angew. Chem. **19**, 137; 1906) zieht die direkte Bestimmung des Sulfidschwefels und des Zinksulfatschwefels vor. Die Summe der beiden stellt den für den Zinkfabrikanten schädlichen, bezw. den für den Schwefelsäurefabrikanten noch austreibbaren Schwefel vor.

Als rohe Probe in der Hütte selbst erwärmt der Meister das Röstgut mit 10 ccm Salzsäure (1 : 2) in einem Kölbchen, in dessen Hals er ein mit neutraler oder schwach alkalischer Bleiacetatlösung durchfeuchtetes Papierstreifen hält, und beurteilt an dem Grade der Bräunung den Röstungsgrad der Post. (Meyer, Zeitschr. f. angew. Chem. **7**, 392, 1894.)

2. Zink wie S. 140. Geröstete Blenden enthalten oft Zinkaluminat und Silikate, welche der Einwirkung des Königswassers hartnäckig widerstehen. Der Aufschluß muß dann mit Kalium-Natriumkarbonat erfolgen.

G. Gasanalysen.

A. Bleikammerverfahren.

1. Kiesofengase. a) Man bestimmt das Schwefeldioxyd nach Reich. Hierzu saugt man das Gas durch Jodlösung, welche

sich in einer weithalsigen Flasche von 200 ccm Inhalt befindet und mit Stärkelösung gebläut ist, so lange bis die Flüssigkeit eben entfärbt wird. Diese Flasche ist mit einer größeren Flasche verbunden, welche als Aspirator dient, wozu sie einen Hahn am Boden oder einen Heber mit Quetschhahn besitzt. Aus diesem läuft das Wasser in einen 250 ccm Meßzylinder, wo man sein Volum abliest; dasjenige des angewendeten Gases ist gleich dem Wasservolum + dem der absorbierten SO_2 . In die Absorptionsflasche gibt man 10 ccm einer Zehntelnormal-Jodlösung (12.692 g J in 1 l; Bereitung und Prüfung im Anhang), etwa 50 ccm Wasser, ein wenig Stärkelösung und ein wenig Natriumbikarbonat. Obige Menge Jod entspricht 0.03207 g $\text{SO}_2 = 10.95$ ccm bei 0° und 760 mm Druck. Wenn man letztere Zahl mit 100 multipliziert und durch das Volum des ausgelaufenen Wassers + 10.95 dividiert, erhält man den Prozentgehalt des Gases an SO_2 .

Folgende Tabelle erspart diese Rechnung:

ccm Wasser im Meßzylinder	Volumproz. SO_2 im Gase	ccm Wasser im Meßzylinder	Volumproz. SO_2 im Gase.
80.3	12	126.0	8.0
84.3	11.5	135.1	7.5
88.6	11	145.5	7.0
93.4	10.5	157.6	6.5
98.6	10	171.6	6.0
104.4	9.5	188.2	5.5
110.8	9	208.1	5.0
117.9	8.5		

Hierbei ist keine Rücksicht auf Temperatur und Barometerstand genommen; will man diese beobachten, so reduziert man das abgelesene Volum nach den Tabellen 24, I und 24, II (S. 36 und 42) auf 0° und 760 mm und sucht es dann in obiger Tabelle auf. (Die Addition der 10.95 ccm ist beim Gebrauch der Tabelle nicht mehr erforderlich.)

b) Da bei der Reichschen Probe keine Rücksicht auf SO_3 genommen ist, so bestimmt man besser daneben, oder auch ausschließlich die Gesamtsäure ($\text{SO}_2 + \text{SO}_3$). Hierzu dient derselbe Apparat, in dem aber die Absorptionsflasche am besten mit einem Gas-Eintrittsrohre versehen ist, welches unten geschlossen und in dem unterhalb der Flüssigkeit befindlichen Teile mit vielen kleinen Öffnungen versehen ist, um den Gasstrom zu zerteilen. Die Gase werden durch eine mit Phenolphthalein gefärbte Zehntel-Normalnatronlauge unter fortwährendem Schütteln der Flasche so lange durchgeleitet, bis die Farbe eben verschwunden ist. Die Berechnung geschieht als SO_2 , wozu die oben gegebene Tabelle benutzt werden kann.

(Nähere Beschreibung und Belege bei Lunge, Zeitschr. f. angew. Chem. **3**, 563; 1890; ferner in C. T. U. I, 368, wo die sehr zweckmäßige Absorptionsflasche der englischen Fabrikinspektoren abgebildet ist.)

In beiden Fällen (a und b) kann unter Umständen durch arsenige Säure, die sich im Absaugerohr ansammelt, ein Fehler begangen werden, gegen den man sich durch Filtrieren des Gases durch Asbest schützen kann.

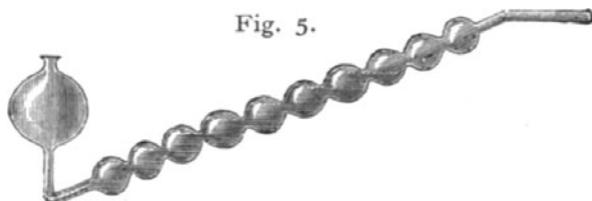
2. Kammergase. Zur Ermittlung des Gehaltes an Schwefeldioxyd und nitrosen Gasen verfährt man nach Raschig (Zeitschr. f. angew. Chem. **22**, 1182; 1909), indem man zur Füllung des Reichschen Apparates (S. 145) — 10 ccm $\frac{1}{10}$ Jodlösung, ca. 100 ccm Wasser, etwas Stärkelösung — noch 10 ccm einer kalt gesättigten Natriumacetatlösung hinzufügt. Die Bestimmung wird wie S. 145 u. 146 beschrieben durchgeführt, mit der Vorsicht, daß keine Tröpfchen Schwefelsäure zur Jodlösung treten, indem man die Kammergase durch Glaswolle streichen läßt. Die Berechnung des Schwefeldioxyds wird wie oben ausgeführt. Zur Bestimmung der nitrosen Gase wird nach der Bestimmung des Schwefeldioxyds ein Tropfen Phenolphthalein zur entfärbten Probe zugefügt und mit $\frac{1}{10}$ N-Natronlauge bis zur Rotfärbung ausstitriert. Von der gefundenen Anzahl ccm sind 10 ccm für die Jodwasserstoffsäure und 10 ccm für die entstandene Schwefelsäure gemäß: $\text{SO} + \text{J}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HJ}$ in Abzug zu bringen. Der Mehrverbrauch von $\frac{1}{10}$ N-Natronlauge über diese 20 ccm zeigt Salpetersäure oder salpetrige Säure an.

3. Austrittsgase aus dem Kammer system. a) Sauerstoff. Vor Bestimmung desselben befreit man die Gase durch Waschen mit Kali- oder Natronlauge von sauren Bestandteilen. Man kann Einzelproben zu beliebigen Zeiten während des Tages entnehmen; empfehlenswert ist aber daneben noch kontinuierliches Absaugen einer größeren Gasprobe, mindestens 10 bis 20 Liter, in 24 Stunden vermittels eines passenden Aspirators und Analyse des so gesammelten Gases, wodurch man eine zulässige Durchschnittsprobe für den ganzen Tag erhält.

Die Bestimmung des Sauerstoffs erfolgt am besten durch feuchten Phosphor in einem Orsat-Apparat (S. 126) mit zwei Absorptionsgefäßen, von denen das erste mit Kalilauge zur Entfernung der sauren Gase, das zweite mit sehr dünnen Stängelchen von Phosphor gefüllt ist. Die Manipulation ist ganz dieselbe wie bei der Analyse der Rauchgase. Man beachte aber namentlich, daß die Temperatur mindestens 16°, besser 18° betragen muß; andernfalls muß der Apparat etwas erwärmt werden.

b) Säuren des Schwefels und Stickstoffs. Man saugt kontinuierlich ein wenig von dem aus dem Gay-Lussac turme austretenden Gase mittels eines kontinuierlich wirkenden Aspirators und zwar mindestens $\frac{1}{2}$ cbm (in England 24 Kubikfuß = 0.68 cbm). Das abgesaugte Volum V muß man hinreichend genau messen können, z. B. durch Eichung des Aspirators oder mittels eines Gaszählers, z. B. vorteilhaft eines Rota messers (Bezugsquelle Deutsche Rotawerke A.-G. Aachen) oder Capomessers (bei C. Desaga, Heidelberg). Um praktische Vergleichen machen zu können, gibt man bei den Berichten die Anzahl von Kubikmetern Kammerraum für jedes in 24 Stunden verbrannte und in die Kammern gelangende Kilogramm Schwefel an (berechnet nach wöchentlichem Durchschnitt). Das Gas wird nach Reich-Raschig (s. S. 147) absorbiert und das Verhältnis Schwefeldioxyd-Nitrosogase ermittelt. Zur Bestimmung der Gesamtsäure wird das Gas durch eine Absorptionsflasche mit verdünntem Perhydrol (Merck) und drei weiteren mit alkalischem Wasserstoffsuperoxyd beschickt geleitet und der Rückgang der Alkalinität bestimmt. (In England ist die erlaubte Maximalgrenze 4 grains pro Kubikmeter = 9.15 g SO_3 pro cbm des Kamingases; in Deutschland bei Austrittsgasen von Schwefelkies 5 g, bei Blende 8 g, alle Säuren berechnet als SO_3 .) Zum Nachweis freier Schwefelsäure in den Endgasen verwendet man nach Linder (C. T. U. I, 102) Metanilpapier, das sich bei Anwesenheit von Schwefelsäure violett färbt.

Fig. 5.



c) Stickoxyd kann immer noch in den Austrittsgasen enthalten sein, auch wenn sie durch Absorptionsflaschen gegangen sind. Will man es bestimmen, so schaltet man zwischen einer mit Normallauge beschickten Intensifwaschflasche und dem Aspirator ein Absorptionsrohr, Fig. 5, ein. Man füllt es mit 30 ccm Halbnormal-Permanganat und setzt 1 ccm Schwefelsäure von 1.25 spez. Gewicht zu. Nachdem das Gas 24 Stunden durchgegangen ist, entleert man die Röhre und spült nach. Man setzt jetzt 50 ccm frisch eingestellter Eisenvitriollösung (100 g krist. Ferrosulfat + 100 ccm reine Schwefelsäure auf 1 l aufgefüllt) zu und titriert die dadurch entfärbte Flüssigkeit mit Permanganatlösung, bis wieder Rosafarbe eintritt; die letztere Menge heiße u, die zur Titerstellung der 50 ccm Ferro-

sulfatlösung verwendete Menge $\frac{1}{2}$ N-Permanganat 2z. Das Stickoxyd hat nun verbraucht $(30 + u - 2z)$ ccm Halbnormal-Permanganat, entsprechend Stickstoff im Gramm pro Kubikmeter des durch den Aspirator angezeigten Gasvolums V^1 :

$$N = \frac{0.007 (30 + u - 2z)}{3 V^1}$$

Mit gleich gutem Erfolge kann zur Absorption von Stickoxyd und ungenügend hochoxydierten Gasen Mischsäure (erhalten durch Mischen von 95 T. konz. Schwefelsäure und 5 T. konz. heller Salpetersäure) verwendet werden. Man bestimmt den Permanganatverbrauch nach S. 161 vor und nach Absorption des Stickoxyds und berechnet dessen Menge nach dem Ansatz: 100 ccm NO (reduz.) entsprechen 133.97 ccm ($\log = 2.12701$) $\frac{1}{10}$ N-KMnO₄.

B. Kontaktverfahren.

1. Eintrittsgase werden nach S. 145 ff. untersucht.

2. Zur Bestimmung der katalysierten Röstgase und der Ausbeute an SO₃ in Prozenten, werden die Gase in eine gemessene Menge Jodlösung eingeleitet, hinter die man zur Vermeidung von Jodverlusten ein Absorptionsgefäß mit Thiosulfat schaltet. Der unverbrauchte Anteil des Jods wird mit Thiosulfat zurücktitriert und mit Barytlösung oder $\frac{1}{10}$ N-Natronlauge und Phenolphthalein die Gesamtacidität bestimmt, wobei sinngemäß der gleiche Säureabzug wie bei der Reich-Raschigschen Methode (S. 147) gemacht werden muß. Werden a ccm $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung und b ccm $\frac{1}{10}$ N-Natronlauge (Barytlösung) verbraucht, so ergibt sich der Gehalt an noch unkatalysiertem SO₂ aus: $x = 0.003207 \times a$ Gramm und an gebildetem Schwefeltrioxyd aus: $y = 0.004 \times (b - 2a)$. Die Ausbeute an SO₃ in Volumprozenten ergibt sich aus:

$$\frac{(b - 2a) \times 100}{b - a}$$

H. Schwefelsäure.

1. Spezifische Gewichte.

NB. Da die Tabellen für die spezifischen Gewichte von Schwefelsäuren sich nur auf chemisch-reine Säure beziehen, und bei den hochprozentigen Säuren des Handels die stets vorhandenen Verunreinigungen das spezifische Gewicht in ganz merklichem Grade (in erhöhendem Sinne) verändern, so sollten bei Säuren von über 90 Proz. H₂SO₄ die Tabelle nur für den inneren Gebrauch in der Fabrik angewendet werden, der Verkauf der Säure dagegen nur auf Grund einer vorgenommenen Analyse stattfinden, wie sie unter Nr. 8, S. 160 beschrieben ist.

Die folgende Tabelle ist dieselbe, wie sie in der 6. Auflage der C. T. U. I, 354 ff. aus den früheren Bestimmungen von Lunge und Isler (Zeitschr. f. angew. Chem. 3, 131; 1890) und denjenigen von Domke, Bein und Fischer im 5. Heft der Abh. d. Kais. Norm.-Eichungs-Kommission (1904) zusammengestellt worden ist. In jenem Werke sind auch weitere Tabellen zur Bestimmung des Prozentgehaltes von Schwefelsäure-Wassergemischen zur Umwandlung der Dichten in Baumé-Grade enthalten.

Spezifische Gewichte von Schwefelsäurelösungen nach Lunge, Isler und Naef, sowie Domke (Abhandl. Norm.-Eich.-Komm. 5, 5; 1904.)

Spez. Gew. bei $\frac{15}{4}^{\circ}$ (luftl. R.)	Grad Baumé	Grad Twaddell	100 Gewichtsteile entsprechen bei chemisch reiner Säure				1 Liter enthält Kilogramm bei chemisch reiner Säure			
			Proz. SO ₂	Proz. H ₂ SO ₄	Proz. 60 grad. Säure	Proz. 50 grad. Säure	SO ₂	H ₂ SO ₄	60 grad. Säure	50 grad. Säure
			1.000	0	0	0.07	0.09	0.12	0.14	0.001
1.005	0.7	1	0.77	0.95	1.21	1.52	0.008	0.009	0.013	0.015
1.010	1.4	2	1.28	1.57	2.01	2.51	0.013	0.016	0.020	0.025
1.015	2.1	3	1.88	2.30	2.95	3.68	0.019	0.023	0.030	0.037
1.020	2.7	4	2.47	3.03	3.88	4.85	0.025	0.031	0.040	0.050
1.025	3.4	5	3.07	3.76	4.82	6.02	0.032	0.039	0.049	0.062
1.030	4.1	6	3.67	4.49	5.78	7.18	0.038	0.046	0.059	0.074
1.035	4.7	7	4.27	5.23	6.73	8.37	0.044	0.054	0.070	0.087
1.040	5.4	8	4.87	5.96	7.64	9.54	0.051	0.062	0.079	0.099
1.045	6.0	9	5.45	6.67	8.55	10.67	0.057	0.071	0.089	0.112
1.050	6.7	10	6.02	7.37	9.44	11.79	0.063	0.077	0.099	0.124
1.055	7.4	11	6.59	8.07	10.34	12.91	0.070	0.085	0.109	0.136
1.060	8.0	12	7.16	8.77	11.24	14.03	0.076	0.093	0.119	0.149
1.065	8.7	13	7.73	9.47	12.14	15.15	0.082	0.102	0.129	0.161
1.070	9.4	14	8.32	10.19	13.05	16.30	0.089	0.109	0.140	0.174
1.075	10.0	15	8.90	10.90	13.96	17.44	0.096	0.117	0.150	0.188
1.080	10.6	16	9.47	11.60	14.87	18.56	0.103	0.125	0.161	0.201
1.085	11.2	17	10.04	12.30	15.76	19.68	0.109	0.133	0.171	0.213
1.090	11.9	18	10.60	12.99	16.65	20.78	0.116	0.142	0.181	0.227
1.095	12.4	19	11.16	13.67	17.52	21.87	0.122	0.150	0.192	0.240
1.100	13.0	20	11.71	14.35	18.39	22.96	0.129	0.158	0.202	0.253
1.105	13.6	21	12.27	15.03	19.26	24.05	0.136	0.166	0.212	0.265
1.110	14.2	22	12.82	15.71	20.13	25.14	0.143	0.175	0.223	0.279
1.115	14.9	23	13.36	16.36	20.96	26.18	0.149	0.183	0.234	0.292
1.120	15.4	24	13.89	17.01	21.80	27.22	0.156	0.191	0.245	0.305
1.125	16.0	25	14.42	17.66	22.63	28.26	0.162	0.199	0.255	0.318
1.130	16.5	26	14.95	18.31	23.47	29.30	0.169	0.207	0.265	0.331
1.135	17.1	27	15.48	18.96	24.29	30.34	0.176	0.215	0.276	0.344

Spez. Gew. bei 15° (luftl. R.)	Grad Baumé	Grad Twaddell	100 Gewichtsteile entsprechen bei chemisch reiner Säure				1 Liter enthält Kilogramm bei chemisch reiner Säure			
			Proz. SO ₃	Proz. H ₂ SO ₄	Proz. 60 grad. Säure	Proz. 50 grad. Säure	SO ₃	H ₂ SO ₄	60 grad. Säure	50 grad. Säure
I·140	17·7	28	16·01	19·61	25·13	31·38	0·183	0·223	0·287	0·358
I·145	18·3	29	16·54	20·26	25·96	32·42	0·189	0·231	0·297	0·371
I·150	18·8	30	17·07	20·91	26·79	33·46	0·196	0·239	0·308	0·385
I·155	19·3	31	17·59	21·55	27·61	34·48	0·203	0·248	0·319	0·398
I·160	19·8	32	18·11	22·19	28·43	35·50	0·210	0·257	0·330	0·412
I·165	20·3	33	18·64	22·83	29·25	36·53	0·217	0·266	0·341	0·426
I·170	20·9	34	19·16	23·47	30·07	37·55	0·224	0·275	0·352	0·439
I·175	21·4	35	19·69	24·12	30·90	38·59	0·231	0·283	0·363	0·453
I·180	22·0	36	20·21	24·76	31·73	39·62	0·238	0·292	0·374	0·467
I·185	22·5	37	20·73	25·40	32·55	40·64	0·246	0·301	0·386	0·481
I·190	23·0	38	21·26	26·04	33·37	41·66	0·253	0·310	0·397	0·496
I·195	23·5	39	21·78	26·68	34·19	42·69	0·260	0·319	0·409	0·511
I·200	24·0	40	22·30	27·32	35·01	43·71	0·268	0·328	0·420	0·525
I·205	24·5	41	22·82	27·95	35·83	44·72	0·275	0·337	0·432	0·539
I·210	25·0	42	23·33	28·58	36·66	45·73	0·282	0·346	0·444	0·553
I·215	25·5	43	23·84	29·21	37·45	46·74	0·290	0·355	0·455	0·568
I·220	26·0	44	24·36	29·84	38·23	47·74	0·297	0·364	0·466	0·583
I·225	26·4	45	24·88	30·48	39·05	48·77	0·305	0·373	0·478	0·598
I·230	26·9	46	25·39	31·11	39·86	49·78	0·312	0·382	0·490	0·612
I·235	27·4	47	25·88	31·70	40·61	50·72	0·320	0·391	0·502	0·626
I·240	27·9	48	26·35	32·28	41·37	51·65	0·327	0·400	0·513	0·640
I·245	28·4	49	26·83	32·86	42·11	52·58	0·334	0·409	0·524	0·655
I·250	28·8	50	27·29	33·43	42·84	53·49	0·341	0·418	0·535	0·669
I·255	29·3	51	27·76	34·00	43·57	54·40	0·348	0·426	0·547	0·683
I·260	29·7	52	28·22	34·57	44·30	55·31	0·356	0·435	0·558	0·697
I·265	30·2	53	28·69	35·14	45·03	56·22	0·363	0·444	0·570	0·711
I·270	30·6	54	29·15	35·71	45·76	57·14	0·370	0·454	0·582	0·725
I·275	31·1	55	29·62	36·29	46·50	58·06	0·377	0·462	0·593	0·740
I·280	31·5	56	30·10	36·87	47·24	58·99	0·385	0·472	0·605	0·755
I·285	32·0	57	30·57	37·45	47·99	59·92	0·393	0·481	0·617	0·770
I·290	32·4	58	31·04	38·03	48·73	60·85	0·400	0·490	0·629	0·785
I·295	32·8	59	31·52	38·61	49·47	61·78	0·408	0·500	0·641	0·800
I·300	33·3	60	31·99	39·19	50·21	62·70	0·416	0·510	0·653	0·815
I·305	33·7	61	32·46	39·77	50·96	63·63	0·424	0·519	0·665	0·830
I·310	34·2	62	32·94	40·35	51·71	64·56	0·432	0·529	0·677	0·845
I·315	34·6	63	33·41	40·93	52·45	65·45	0·439	0·538	0·689	0·860
I·320	35·0	64	33·88	41·50	53·18	66·40	0·447	0·548	0·702	0·876
I·325	35·4	65	34·35	42·08	53·92	67·33	0·455	0·557	0·714	0·892
I·330	35·8	66	34·80	42·66	54·67	68·26	0·462	0·567	0·727	0·908
I·335	36·2	67	35·27	43·20	55·36	69·12	0·471	0·577	0·739	0·923
I·340	36·6	68	35·71	43·74	56·05	69·98	0·479	0·586	0·751	0·938
I·345	37·0	69	36·14	44·28	56·74	70·85	0·486	0·596	0·763	0·953
I·350	37·4	70	36·58	44·82	57·43	71·71	0·494	0·605	0·775	0·968
I·355	37·8	71	37·02	45·35	58·11	72·56	0·502	0·614	0·787	0·983
I·360	38·2	72	37·45	45·88	58·79	73·41	0·509	0·624	0·800	0·998
I·365	38·6	73	37·89	46·41	59·48	74·26	0·517	0·633	0·812	1·014
I·370	39·0	74	38·32	46·94	60·15	75·10	0·525	0·643	0·824	1·029

Spez. Gew. bei $\frac{15^0}{4^0}$ (luftl. R.)	Grad Baumé	Grad Twaddell	100 Gewichtsteile entsprechen bei chemisch reiner Säure				1 Liter enthält Kilogramm bei chemisch reiner Säure			
			Proz. SO ₂	Proz. H ₂ SO ₄	Proz. 60 gräd. Säure	Proz. 50 gräd. Säure	SO ₂	H ₂ SO ₄	60 gräd. Säure	50 gräd. Säure
I·375	39·4	75	38·75	47·47	60·83	75·95	0·533	0·653	0·836	1·044
I·380	39·8	76	39·18	48·00	61·51	76·80	0·541	0·662	0·849	1·060
I·385	40·1	77	39·62	48·53	62·19	77·65	0·549	0·672	0·861	1·075
I·390	40·5	78	40·05	49·06	62·87	78·50	0·557	0·682	0·873	1·091
I·395	40·8	79	40·48	49·59	63·55	79·34	0·564	0·692	0·886	1·107
I·400	41·2	80	40·91	50·11	64·21	80·18	0·573	0·702	0·899	1·123
I·405	41·6	81	41·33	50·63	64·88	81·01	0·581	0·711	0·912	1·138
I·410	42·0	82	41·76	51·15	65·55	81·86	0·589	0·721	0·924	1·154
I·415	42·3	83	42·17	51·66	66·21	82·66	0·597	0·730	0·937	1·170
I·420	42·7	84	42·57	52·15	66·82	83·44	0·604	0·740	0·949	1·185
I·425	43·1	85	42·96	52·63	67·44	84·21	0·612	0·750	0·961	1·200
I·430	43·4	86	43·36	53·11	68·06	84·98	0·620	0·759	0·973	1·215
I·435	43·8	87	43·75	53·59	68·68	85·74	0·628	0·769	0·986	1·230
I·440	44·1	88	44·14	54·07	69·29	86·51	0·636	0·779	0·998	1·246
I·445	44·4	89	44·53	54·55	69·90	87·28	0·643	0·789	1·010	1·261
I·450	44·8	90	44·92	55·03	70·52	88·05	0·651	0·798	1·023	1·277
I·455	45·1	91	45·31	55·50	71·12	88·80	0·659	0·808	1·035	1·292
I·460	45·4	92	45·69	55·97	71·72	89·55	0·667	0·817	1·047	1·307
I·465	45·8	93	46·07	56·43	72·31	90·29	0·675	0·827	1·059	1·323
I·470	46·1	94	46·45	56·90	72·91	91·04	0·683	0·837	1·072	1·338
I·475	46·4	95	46·83	57·37	73·51	91·79	0·691	0·846	1·084	1·354
I·480	46·8	96	47·21	57·83	74·10	92·53	0·699	0·856	1·097	1·370
I·483	47·0	97	47·45	58·13	74·49	92·96	0·704	0·862	1·105	1·380
I·485	47·1	97	47·57	58·28	74·68	93·25	0·707	0·865	1·109	1·385
I·490	47·4	98	47·95	58·74	75·27	93·98	0·715	0·876	1·122	1·400
I·491	47·5	98	48·05	58·87	75·44	94·14	0·716	0·878	1·125	1·404
I·495	47·8	99	48·34	59·22	75·88	94·75	0·723	0·885	1·134	1·417
I·498	48·0	100	48·60	59·55	76·31	95·23	0·728	0·892	1·143	1·427
I·500	48·1	100	48·73	59·70	76·50	95·52	0·731	0·896	1·147	1·433
I·505	48·4	101	49·12	60·18	77·12	96·29	0·739	0·906	1·160	1·449
I·507	48·5	102	49·25	60·34	77·32	96·50	0·742	0·909	1·165	1·454
I·510	48·7	102	49·51	60·65	77·72	97·04	0·748	0·916	1·174	1·465
I·515	49·0	103	49·89	61·12	78·32	97·79	0·756	0·926	1·187	1·481
I·520	49·4	104	50·28	61·59	78·93	98·54	0·764	0·936	1·199	1·498
I·523	49·5	105	50·41	61·76	79·14	98·77	0·768	0·941	1·205	1·504
I·525	49·7	105	50·66	62·06	79·52	99·30	0·773	0·946	1·213	1·514
I·530	50·0	106	51·04	62·53	80·13	100·05	0·781	0·957	1·226	1·531
I·535	50·3	107	51·43	63·00	80·73	100·80	0·789	0·967	1·239	1·547
I·538	50·5	108	51·67	63·30	81·11	101·26	0·795	0·974	1·247	1·558
I·540	50·6	108	51·78	63·43	81·28	101·49	0·797	0·977	1·252	1·563
I·545	50·9	109	52·12	63·85	81·81	102·16	0·805	0·987	1·264	1·579
I·547	51·0	109	52·23	63·99	82·00	102·38	0·808	0·990	1·269	1·584
I·550	51·2	110	52·46	64·26	82·34	102·82	0·813	0·996	1·276	1·593
I·555	51·5	111	52·79	64·67	82·87	103·47	0·821	1·006	1·289	1·609
I·560	51·8	112	53·22	65·20	83·50	104·30	0·830	1·017	1·303	1·627
I·563	52·0	113	53·46	65·49	83·92	104·73	0·836	1·024	1·312	1·638
I·565	52·1	113	53·59	65·65	84·08	105·03	0·839	1·027	1·316	1·644

Spez. Gew. bei $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$ (luftl. R.)	Grad Baumé	Grad Twaddell	100 Gewichtsteile ent- sprechen bei chemisch reiner Säure				1 Liter enthält 1 Kilogramm bei che- misch reiner Säure			
			Proz. SO ₃	Proz. H ₂ SO ₄	Proz. 60 gräd. Säure	Proz. 50 gräd. Säure	SO ₃	H ₂ SO ₄	60 gräd. Säure	50 gräd. Säure
1·570	52·4	114	53·95	66·09	84·64	105·73	0·847	1·038	1·329	1·660
1·572	52·5	114	54·07	66·24	84·88	105·93	0·851	1·041	1·334	1·666
1·575	52·7	115	54·32	66·53	85·21	106·42	0·856	1·048	1·343	1·677
1·580	53·0	116	54·65	66·95	85·78	107·10	0·864	1·058	1·356	1·692
1·585	53·3	117	55·03	67·40	86·34	107·85	0·872	1·068	1·369	1·709
1·588	53·5	118	55·25	67·69	86·74	108·25	0·877	1·075	1·378	1·720
1·590	53·6	118	55·37	67·83	86·88	108·52	0·880	1·078	1·382	1·726
1·595	53·9	119	55·73	68·26	87·44	109·21	0·889	1·089	1·395	1·742
1·598	54·0	120	55·84	68·41	87·66	109·40	0·893	1·094	1·402	1·748
1·600	54·1	120	56·09	68·70	88·00	109·92	0·897	1·099	1·409	1·759
1·605	54·4	121	56·44	69·13	88·55	110·61	0·906	1·110	1·422	1·775
1·607	54·5	121	56·56	69·23	88·71	110·76	0·909	1·114	1·426	1·781
1·610	54·7	122	56·79	69·56	89·10	111·30	0·914	1·120	1·435	1·792
1·615	55·0	123	57·15	70·00	89·66	112·00	0·923	1·131	1·449	1·810
1·620	55·2	124	57·49	70·42	90·20	112·68	0·931	1·141	1·462	1·825
1·625	55·5	125	57·84	70·85	90·74	113·35	0·940	1·151	1·473	1·842
1·630	55·8	126	58·18	71·27	91·29	114·02	0·948	1·162	1·489	1·859
1·635	56·0	127	58·53	71·70	91·83	114·71	0·957	1·172	1·502	1·875
1·640	56·3	128	58·88	72·12	92·38	115·40	0·966	1·182	1·516	1·892
1·643	56·5	129	59·10	72·40	92·77	115·78	0·972	1·187	1·525	1·903
1·645	56·6	129	59·22	72·55	92·92	116·06	0·975	1·193	1·529	1·909
1·650	56·9	130	59·57	72·96	93·45	116·72	0·983	1·204	1·543	1·926
1·653	57·0	131	59·75	73·20	93·80	117·06	0·988	1·209	1·550	1·932
1·655	57·1	131	59·92	73·40	94·02	117·44	0·992	1·215	1·557	1·944
1·660	57·4	132	60·26	73·81	94·54	118·11	1·000	1·225	1·570	1·960
1·662	57·5	132	60·38	73·97	94·78	118·29	1·003	1·227	1·575	1·966
1·665	57·7	133	60·61	74·24	95·08	118·77	1·009	1·230	1·584	1·977
1·670	57·9	134	60·95	74·66	95·62	119·36	1·017	1·246	1·598	1·995
1·672	58·0	134	61·06	74·80	95·85	119·62	1·020	1·250	1·602	2·001
1·675	58·2	135	61·29	75·08	96·16	120·11	1·027	1·259	1·611	2·012
1·680	58·4	136	61·63	75·50	96·69	120·50	1·035	1·268	1·625	2·029
1·682	58·5	136	61·73	75·62	96·90	120·93	1·038	1·271	1·629	2·035
1·685	58·7	137	61·93	75·94	97·21	121·38	1·043	1·278	1·638	2·046
1·690	58·9	138	62·29	76·38	97·77	122·08	1·053	1·289	1·652	2·064
1·692	59·0	138	62·41	76·46	97·98	122·27	1·056	1·293	1·657	2·070
1·695	59·2	139	62·64	76·76	98·32	122·77	1·062	1·301	1·667	2·082
1·700	59·5	140	63·00	77·17	98·89	123·47	1·071	1·312	1·681	2·100
1·705	59·7	141	63·35	77·60	99·44	124·16	1·080	1·323	1·696	2·117
1·710	60·0	142	63·70	78·04	100·00	124·86	1·089	1·334	1·710	2·136
1·715	60·2	143	64·07	78·48	100·56	125·57	1·099	1·346	1·725	2·154
1·720	60·4	144	64·43	78·92	101·13	126·27	1·108	1·357	1·739	2·172
1·723	60·5	145	64·61	79·05	101·42	126·58	1·113	1·363	1·746	2·182
1·725	60·6	145	64·78	79·36	101·69	126·98	1·118	1·369	1·754	2·191
1·730	60·9	146	65·14	79·80	102·25	127·68	1·127	1·381	1·769	2·209
1·733	61·0	147	65·32	80·02	102·54	127·97	1·131	1·387	1·776	2·219
1·735	61·1	147	65·50	80·24	102·82	128·38	1·136	1·392	1·784	2·228
1·740	61·4	148	65·86	80·68	103·38	129·09	1·146	1·404	1·799	2·247

Spez. Gew. bei $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$ (luftl. R.)	Grad Baumé	Grad Twaddell	100 Gewichtsteile entsprechen bei chemisch reiner Säure				1 Liter enthält 1 Kilogramm bei chemisch reiner Säure			
			Proz. SO ₃	Proz. H ₂ SO ₄	Proz. 60 grad. Säure	Proz. 50 grad. Säure	SO ₃	H ₂ SO ₄	60 grad. Säure	50 grad. Säure
1743	61·5	149	66·04	80·90	103·66	129·38	1·149	1·408	1·806	2·256
1745	61·6	149	66·22	81·12	103·95	129·79	1·156	1·416	1·814	2·265
1750	61·8	150	66·58	81·56	104·52	130·49	1·165	1·427	1·829	2·284
1753	62·0	151	66·82	81·86	104·89	130·91	1·172	1·435	1·840	2·297
1755	62·1	151	66·94	82·00	105·08	131·20	1·175	1·439	1·845	2·303
1760	62·3	152	67·30	82·44	105·64	131·90	1·185	1·451	1·859	2·321
1765	62·5	153	67·76	83·01	106·31	132·80	1·196	1·465	1·877	2·344
1770	62·8	154	68·17	83·51	106·91	133·61	1·207	1·478	1·894	2·365
1775	63·0	155	68·60	84·02	107·62	134·43	1·218	1·491	1·911	2·386
1780	63·2	156	68·98	84·50	108·27	135·20	1·228	1·504	1·928	2·407
1785	63·5	157	69·47	85·10	109·05	136·16	1·240	1·519	1·947	2·432
1790	63·7	158	69·96	85·70	109·82	137·14	1·252	1·534	1·965	2·455
1795	64·0	159	70·45	86·30	110·58	138·08	1·265	1·549	1·983	2·479
1800	64·2	160	70·96	86·92	111·32	139·06	1·277	1·565	2·003	2·503
1805	64·4	161	71·50	87·60	112·25	140·16	1·291	1·581	2·026	2·530
1810	64·6	162	72·08	88·30	113·15	141·28	1·305	1·598	2·048	2·558
1815	64·8	163	72·96	89·16	114·21	142·65	1·322	1·618	2·074	2·589
1820	65·0	164	73·51	90·05	115·33	144·08	1·338	1·639	2·099	2·622
1821	·	·	73·63	90·20	115·59	144·32	1·341	1·643	2·104	2·628
1822	65·1	·	73·80	90·40	115·84	144·64	1·345	1·647	2·110	2·635
1823	·	·	73·96	90·60	116·10	144·96	1·348	1·651	2·116	2·643
1824	65·2	·	74·12	90·80	116·35	145·28	1·352	1·656	2·122	2·650
1825	·	165	74·29	91·00	116·61	145·60	1·356	1·661	2·128	2·657
1826	65·3	·	74·49	91·25	116·93	146·00	1·360	1·666	2·135	2·666
1827	·	·	74·69	91·50	117·25	146·40	1·364	1·671	2·142	2·675
1828	65·4	·	74·86	91·70	117·51	146·72	1·368	1·676	2·148	2·682
1829	·	·	75·03	91·90	117·76	147·04	1·372	1·681	2·154	2·689
1830	·	166	75·19	92·10	118·02	147·36	1·376	1·685	2·159	2·696
1831	65·5	·	75·46	92·43	118·41	147·88	1·382	1·692	2·169	2·708
1832	·	·	75·69	92·70	118·73	148·32	1·386	1·698	2·176	2·717
1833	65·6	·	75·89	92·97	119·07	148·73	1·391	1·704	2·184	2·727
1834	·	·	76·12	93·25	119·43	149·18	1·396	1·710	2·191	2·736
1835	65·7	167	76·38	93·56	119·84	149·70	1·402	1·717	2·200	2·747
1836	·	·	76·57	93·90	120·19	150·08	1·406	1·722	2·207	2·755
1837	·	·	76·90	94·25	120·71	150·72	1·412	1·730	2·217	2·769
1838	65·8	·	77·23	94·60	121·22	151·36	1·419	1·739	2·228	2·782
1839	·	·	77·55	95·00	121·74	152·00	1·426	1·748	2·239	2·795
1840	65·9	168	78·04	95·60	122·51	152·96	1·436	1·759	2·254	2·814
18405	·	·	78·33	95·95	122·96	153·52	1·441	1·765	2·262	2·825
18410	·	·	78·69	96·38	123·45	154·20	1·448	1·774	2·273	2·838
18415	·	·	79·47	97·35	124·69	155·74	1·463	1·792	2·296	2·867
18410	·	·	80·16	98·20	125·84	157·12	1·476	1·808	2·317	2·893
18405	·	·	80·43	98·52	126·18	157·62	1·481	1·814	2·325	2·903
18400	·	·	80·59	98·72	126·44	157·94	1·483	1·816	2·327	2·906
18395	·	·	80·63	98·77	126·50	158·00	1·484	1·817	2·328	2·907
18390	·	·	80·93	99·12	126·99	158·60	1·488	1·823	2·336	2·917
18385	·	·	81·08	99·31	127·35	158·90	1·490	1·826	2·339	2·921
1847	·	·	81·63	100·00	128·14	159·92	1·508	1·847	2·367	2·954

Tabelle über den Einfluß der Temperatur auf die Dichte der Schwefelsäure.

a Dichte bei $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$; t Änderung durch die Temperatur bei der Temperatur t.

a	t _{0°}	t _{10°}	t _{20°}	t _{30°}	t _{40°}	t _{50°}	t _{60°}
1·840	+0·015	+0·005	-0·005	-0·015	-0·025	-0·034	-0·044
1·820	16	5	5	16	26	37	47
1·800	17	5	5	16	27	37	47
1·780	17	5	5	16	27	37	47
1·760	16	5	5	16	26	36	47
1·740	16	5	5	15	25	35	45
1·720	15	5	5	15	25	35	44
1·700	15	5	5	14	24	33	43
1·680	15	5	5	14	24	33	42
1·660	14	5	5	14	23	32	41
1·640	14	5	4	14	23	32	40
1·620	14	4	4	14	22	31	40
1·600	14	4	4	13	22	31	39
1·580	14	4	4	13	22	30	39
1·560	13	4	4	13	21	30	38
1·540	13	4	4	13	21	30	38
1·520	13	4	4	13	21	29	37
1·500	13	4	4	12	21	29	37
1·480	13	4	4	12	20	28	36
1·460	12	4	4	12	20	28	36
1·440	12	4	4	12	20	28	35
1·420	12	4	4	12	19	27	35
1·400	12	4	4	12	19	27	34
1·380	12	4	4	11	19	27	34
1·360	11	4	4	11	19	26	34
1·340	11	4	4	11	19	26	33
1·320	11	3	4	11	18	26	33
1·300	11	3	3	11	18	26	33
1·280	11	3	3	11	18	25	33
1·260	11	3	3	11	18	25	32
1·240	11	3	3	10	18	24	32
1·220	10	3	3	10	17	24	31
1·200	10	3	3	10	17	23	30
1·180	10	3	3	10	16	23	29
1·160	9	3	3	9	15	22	28
1·140	8	3	3	8	14	20	27
1·120	8	2	2	8	14	19	25
1·100	7	2	2	7	13	18	24
1·080	6	2	2	7	12	17	23
1·060	5	2	2	6	10	16	21
1·040	3	1	1	5	9	14	20
1·020	2	1	1	4	8	13	18
1·010	2	1	1	4	7	12	17

Natürlich muß man bei Temperaturen unter 15° die Werte der Spalte t von den beobachteten abziehen; bei Temperaturen über 15° muß man sie zuzählen, um den Wert bei 15° zu ermitteln. Auf eine von P. Fuchs (Zeitschr. f. angew. Chem. 11, 950; 1898) berechnete Tabelle kann hier nur hingewiesen werden.

Die folgende, in der chemischen Fabrik Griesheim ermittelte Tabelle wird manchem Praktiker willkommen sein:

2. Reduktion der Grädigkeit von Schwefelsäure zwischen 65 und 66° Baumé auf 15° C.

(Ermittelt in der chemischen Fabrik Griesheim.)

Man sucht die gefundenen Zehntelgrade in der ersten Vertikalpalte und die beobachtete Temperatur in der ersten Horizontalzelle. Diejenige Zahl, welche senkrecht unter der beobachteten Temperatur und auf einer Linie mit der beobachteten Grädigkeit steht, zeigt die Grädigkeit bei 15° an.

° B	10° C	11° C	12° C	13° C	14° C	15° C	16° C	17° C	18° C	19° C	20° C	21° C	22° C	23° C	24° C	25° C	26° C	27° C	28° C	29° C	30° C
65-00	64-84	64-88	64-92	64-96	65-00	65-04	65-08	65-12	65-16	65-20	65-24	65-28	65-32	65-36	65-40	65-44	65-48	65-52	65-56	65-60	
65-10	64-94	65-02	65-10	65-18	65-26	65-34	65-42	65-50	65-58	66-06	66-14	66-22	66-30	66-38	66-46	66-54	67-02	67-10	67-18	67-26	67-34
65-20	65-04	65-12	65-20	65-28	65-36	65-44	65-52	66-00	66-08	66-16	66-24	66-32	66-40	66-48	66-56	67-04	67-12	67-20	67-28	67-36	67-44
65-30	65-14	65-22	65-30	65-38	65-46	65-54	66-02	66-10	66-18	66-26	66-34	66-42	66-50	66-58	67-06	67-14	67-22	67-30	67-38	67-46	67-54
65-40	65-20	65-28	65-36	65-44	65-52	66-00	66-08	66-16	66-24	66-32	66-40	66-48	66-56	67-04	67-12	67-20	67-28	67-36	67-44	67-52	68-00
65-50	65-30	65-38	65-46	65-54	66-02	66-10	66-18	66-26	66-34	66-42	66-50	66-58	67-06	67-14	67-22	67-30	67-38	67-46	67-54	68-02	68-10
65-60	65-40	65-48	65-56	66-04	66-12	66-20	66-28	66-36	66-44	66-52	67-00	67-08	67-16	67-24	67-32	67-40	67-48	67-56	68-04	68-12	68-20
65-70	65-50	65-58	66-06	66-14	66-22	66-30	66-38	66-46	66-54	67-02	67-10	67-18	67-26	67-34	67-42	67-50	67-58	68-06	68-14	68-22	68-30
65-80	65-60	65-68	65-76	65-84	65-92	66-00	66-08	66-16	66-24	66-32	66-40	66-48	66-56	67-04	67-12	67-20	67-28	67-36	67-44	67-52	68-00
65-90	65-70	65-78	65-86	65-94	66-02	66-10	66-18	66-26	66-34	66-42	66-50	66-58	67-06	67-14	67-22	67-30	67-38	67-46	67-54	68-02	68-10
66-00	65-80	65-88	65-96	66-04	66-12	66-20	66-28	66-36	66-44	66-52	67-00	67-08	67-16	67-24	67-32	67-40	67-48	67-56	68-04	68-12	68-20

3. Siedepunkte von Schwefelsäuren. (Lunge, Ber. II, 370; 1878.)

Proz. SO ₄ H ₂	Spez. Gew.	Baumé	Siede- punkt	Proz. SO ₄ H ₂	Spez. Gew.	Baumé	Siede- punkt	Proz. SO ₄ H ₂	Spez. Gew.	Baumé	Siede- punkt	Proz. SO ₄ H ₂	Spez. Gew.	Baumé	Siede- punkt
5	1-031	4-2	101°	45	1-352	37-6	118-5°	70	1-615	55-0	170°	86	1-701	63-8	238-5°
10	1-066	9-2	102	50	1-399	41-1	124	72	1-639	56-3	174-5	88	1-807	64-4	231-5
15	1-107	13-9	103-5	53	1-428	43-3	128-5	74	1-661	57-4	180-5	90	1-818	65-0	222-5
20	1-147	18-5	105	56	1-459	45-4	133	76	1-688	58-8	189	91	1-824	65-3	268
25	1-184	22-4	106-5	60	1-503	48-3	141-5	78	1-710	60-0	199	92	1-830	65-45	274-5
30	1-224	26-4	108	62-5	1-530	50-0	147	80	1-733	61-0	207	93	1-834	65-65	281-5
35	1-265	30-2	110	65	1-557	51-6	153-5	82	1-758	62-2	218-5	94	1-837	65-8	288-5
40	1-307	33-9	114	67-5	1-585	53-3	161	84	1-773	63-0	227	95	1-840	65-9	295

Monohydrat (100%) siedet nach Marignac bei 338°.

4. Schmelzpunkte*) der Schwefelsäure und des Oleums von 0—100% SO₃ nach R. Knietsch (Ber. 34, 4100; 1901).

(Schwefelsäure)				(Oleum)	
Gehalt an SO ₃	Schm.-Punkt °Cels.	Gehalt an SO ₃	Schm.-Punkt °Cels.	%iges Oleum SO ₃ frei	Schmelz-Punkt °Cels.
1% SO ₃	— 0·6 ⁰	69% SO ₃	+ 7·0 ⁰	0% SO ₃ frei	+ 10·0 ⁰
2 „ „	— 1·0 ⁰	70 „ „	+ 4·0 ⁰	5 „ „ „	+ 3·5 ⁰
3 „ „	— 1·7 ⁰	71 „ „	— 1·0 ⁰	10 „ „ „	— 4·8 ⁰
4 „ „	— 2·0 ⁰	72 „ „	— 2·0 ⁰	15 „ „ „	— 11·2 ⁰
5 „ „	— 2·7 ⁰	73 „ „	— 16·2 ⁰	20 „ „ „	— 11·0 ⁰
6 „ „	— 3·6 ⁰	74 „ „	— 25·0 ⁰	25 „ „ „	— 0·6 ⁰
7 „ „	— 4·4 ⁰	75 „ „	— 34·0 ⁰	30 „ „ „	+ 15·2 ⁰
8 „ „	— 5·3 ⁰	76 } sog.	— 32·0 ⁰	35 „ „ „	+ 26·0 ⁰
9 „ „	— 6·0 ⁰	77 } 66 ⁰	— 33·0 ⁰	40 „ „ „	+ 33·8 ⁰
10 „ „	— 6·7 ⁰	78 } Bé	— 16·5 ⁰	45 „ „ „	+ 34·8 ⁰
11 „ „	— 7·2 ⁰	79 „ „	— 5·2 ⁰	50 „ „ „	+ 28·5 ⁰
12 „ „	— 7·9 ⁰	80 „ „	+ 3·0 ⁰	55 „ „ „	+ 18·4 ⁰
13 „ „	— 8·2 ⁰	81 „ „	+ 7·0 ⁰	60 „ „ „	+ 0·7 ⁰
14 „ „	— 9·0 ⁰	82 „ „	+ 8·2 ⁰	65 „ „ „	+ 0·8 ⁰
15 „ „	— 9·3 ⁰	83 „ „	— 0·8 ⁰	70 „ „ „	+ 9·0 ⁰
16 „ „	— 9·8 ⁰	84 „ „	— 9·2 ⁰	75 „ „ „	+ 17·2 ⁰
17 „ „	— 11·4 ⁰	85 „ „	— 11·0 ⁰	80 „ „ „	+ 22·0 ⁰ **)
18 „ „	— 13·2 ⁰	86 „ „	— 2·2 ⁰	85 „ „ „	+ 33·0 ⁰ (27 ⁰)
19 „ „	— 15·2 ⁰	87 „ „	+ 13·5 ⁰	90 „ „ „	+ 34·0 ⁰ (25 ⁰)
20 „ „	— 17·1 ⁰	88 „ „	+ 26·0 ⁰	95 „ „ „	+ 36·0 ⁰ (26 ⁰)
21 „ „	— 22·5 ⁰	89 „ „	+ 34·2 ⁰	100 „ „ „	+ 40·0 ⁰ (15 ⁰)
22 „ „	— 31·0 ⁰	90 „ „	+ 34·2 ⁰		
23 „ „	— 40·1 ⁰	91 „ „	+ 25·8 ⁰		
„ „ „	} unter	92 „ „	+ 14·2 ⁰		
„ „ „		93 „ „	+ 0·8 ⁰		
61 „ „	— 40·0 ⁰	94 „ „	+ 4·5 ⁰		
62 „ „	— 20·0 ⁰	95 „ „	+ 14·8 ⁰		
63 } 60 ⁰	— 11·5 ⁰	96 „ „	+ 20·3 ⁰		
64 } Bé	— 4·8 ⁰	97 „ „	+ 29·2 ⁰		
65 „ „	— 4·2 ⁰	98 „ „	+ 33·8 ⁰		
66 „ „	+ 1·2 ⁰	99 „ „	+ 36·0 ⁰		
67 } 62 ⁰	+ 8·0 ⁰	100 „ „	+ 40·0 ⁰		
68 } Bé	+ 8·0 ⁰				

*) Unter Schmelzpunkt wird hierbei der Temperaturgrad verstanden, auf den das Quecksilber des in die erstarrende Flüssigkeit eingesenkten Thermometers emporsteigt, um dann konstant zu bleiben. — Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß große Oleummengen, z. B. solche in Transportfässern, sich häufig von obiger Tabelle verschieden verhalten,

weil beim Transport oder Lagern das Oleum sich oft entmischt, indem sich Kristalle anderer Konzentration ausscheiden, die dann natürlich auch einen entsprechend anderen Schmelzpunkt zeigen.

**) Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Schmelzpunkte des noch nicht polymerisierten, frisch hergestellten Oleums.

5. Spezifisches Gewicht der konzentrierten und rauchenden Schwefelsäure bei 15°, 35° und 45° nach R. K n i e t s c h.

H ₂ SO ₄ Proz.	Gesamt SO ₂ Proz.	SO ₂ frei Proz.	Spez. Gew. bei 15°	Spez. Gew. bei 35°	Spez. Gew. bei 45°
95.98	78.35	—	1.8418	—	—
96.68	78.92	—	1.8429	—	—
96.99	79.18	—	1.8431	—	—
97.66	79.72	—	1.8434 Max.	—	—
98.65	80.53	—	1.8403	—	—
99.40	81.14	—	1.8388 Min.	—	—
99.76	81.44	—	1.8418	—	—
100	81.63	0.0	1.8500	1.8186	1.822
	83.46	10.0	1.888	1.857	1.858
	85.30	20.0	1.920	1.892	1.887
	87.14	30.0	1.957	1.928	1.920
	88.97	40.0	1.979	1.958	1.945
	90.81	50.0	2.009	1.973	1.964 Max.
	92.65	60.0	2.020 Max.	1.974	1.959
	94.48	70.0	2.018	1.956	1.942
	96.32	80.0	2.008	1.925	1.890
	98.16	90.0	1.990	1.889	1.864
	100.00	100.0	1.984	1.837	1.814

6. Tabelle über Gehalt der rauchenden Schwefelsäure
an Trioxyd.
(Gnehm.)

Durch Titrieren gefunden	Das Oleum enthält %		Durch Titrieren gefunden	Das Oleum enthält %		Durch Titrieren gefunden	Das Oleum enthält %	
	SO ₄ H ₂	SO ₃		SO ₃	SO ₄ H ₂		SO ₃	SO ₄ H ₂
81·6326	100	0	87·8775	66	34	93·9387	33	67
81·8163	99	1	88·0612	65	35	94·1224	32	68
82·0000	98	2	88·2448	64	36	94·3061	31	69
82·1836	97	3	88·4285	63	37	94·4897	30	70
82·3674	96	4	88·6122	62	38	94·6734	29	71
82·5510	95	5	88·7959	61	39	94·8571	28	72
82·7346	94	6	88·9795	60	40	95·0408	27	73
82·9183	93	7	89·1632	59	41	95·2244	26	74
83·1020	92	8	89·3469	58	42	95·4081	25	75
83·2857	91	9	89·5306	57	43	95·5918	24	76
83·4693	90	10	89·7142	56	44	95·7755	23	77
83·6530	89	11	89·8979	55	45	95·9591	22	78
83·8367	88	12	90·0816	54	46	96·1428	21	79
84·0204	87	13	90·2653	53	47	96·3265	20	80
84·2040	86	14	90·4489	52	48	96·5102	19	81
84·3877	85	15	90·6326	51	49	96·6938	18	82
84·5714	84	16	90·8163	50	50	96·8775	17	83
84·7551	83	17	91·0000	49	51	97·0612	16	84
84·9387	82	18	91·1836	48	52	97·2448	15	85
85·1224	81	19	91·3673	47	53	97·4285	14	86
85·3061	80	20	91·5510	46	54	97·6122	13	87
85·4897	79	21	91·7346	45	55	97·7959	12	88
85·6734	78	22	91·9183	44	56	97·9795	11	89
85·8571	77	23	92·1020	43	57	98·1632	10	90
86·0408	76	24	92·2857	42	58	98·3469	9	91
86·2244	75	25	92·4693	41	59	98·5306	8	92
86·4081	74	26	92·6530	40	60	98·7142	7	93
86·5918	73	27	92·8367	39	61	98·8979	6	94
86·7755	72	28	93·0204	38	62	99·0816	5	95
86·9591	71	29	93·2040	37	63	99·2653	4	96
87·1428	70	30	93·3877	36	64	99·4489	3	97
87·3265	69	31	93·5714	35	65	99·6326	2	98
87·5102	68	32	93·7551	34	66	99·8163	1	99
87·6938	67	33						

7. Spezifische Gewichte von rauchenden Schwefelsäuren des Handels

(nach Messel, Journ. Soc. Chem. Ind. 4, 573; 1885).

Beschaffenheit	Proz. SO ₂	Spezif. Gewichte	
		bei 26·6°	bei 15·5°
Flüssig	8·3	1·842	1·852
„	30·0	1·930	1·940
Kristallin-salpeterähnl. Masse	40·0	1·956	1·970
„	44·5	1·961	1·975
„	46·2	1·963	1·977
—	59·4	1·980	1·994
Flüssig	60·8	1·992	2·006
„	65·0	1·992	2·006
„	69·4	2·002	2·016
Kristallinisch	72·8	1·984	1·988
„	80·0	1·959	1·973
„	82·0	1·953	1·967

8. Die quantitative Bestimmung von freier Schwefelsäure

geschieht durch Titrieren einer abgewogenen Menge mit Normalnatronlauge. Die Resultate werden stets in Gewichtsprozenten von Schwefelsäuremonohydrat, H₂SO₄, ausgedrückt.

Man wägt etwa 2—3 g der Säure in einer Hahnpipette, Fig. 9, S. 172 ab; nach dem Wägen der gefüllten und außen gereinigten Pipette läßt man ihren Inhalt in ziemlich viel Wasser einlaufen und wägt die Pipette ohne Auswaschen zurück. Für den nächsten Versuch braucht man nicht zu waschen und zu trocknen, wenn man die Säure mehrmals einsaugt und wieder ausbläst. Dieses Verfahren eignet sich ganz gut nicht nur für gewöhnliche Schwefelsäure, sondern auch für schwach rauchende Mischsäure aus Schwefelsäure und Salpetersäure; über rauchende Schwefelsäure (Oleum) vgl. S. 171.

Die Normallauge ist auf Normalsalzsäure (0·03647 g HCl pro ccm) gestellt, die ihrerseits auf reines Natriumcarbonat gestellt ist; Bereitung und Prüfung der Normalflüssigkeiten im Anhang.

Als Indikator dient Methylorange, welches nur in der Kälte verwendet werden darf, und zwar in so geringer Menge, daß nur eben eine deutliche Färbung stattfindet. Salpetrige Säure zerstört diesen Farbstoff; doch enthält gewöhnliche Fabriks- oder Handels-Schwefelsäure nie so viel davon, daß es störend

einwirken könnte, und selbst Nitrose oder rauchende Salpetersäure kann man mit Methylorange titrieren, wenn man den Indikator erst kurz vor der Neutralisation zusetzt bzw. erneuert, oder aber wenn man mit Normallauge übersättigt, dann erst Methylorange zusetzt und zurücktitriert. Die salpetrige Säure verhält sich gegen Methylorange wie die starken Mineralsäuren in bezug auf die Sättigung von Normallauge, d. h. die Neutralität tritt ein, wenn sich die Verbindung NaNO_2 gebildet hat.

9. Untersuchung der Schwefelsäure auf Nebenbestandteile.

a) Auf salpetrige Säure. Man titriert mit Halbnormal-Kaliumpermanganatlösung (Bereitung im Anhang). Dabei vermeidet man Verluste durch Entweichen von Stickoxyden, wenn man nach folgender Vorschrift arbeitet (Ber. 10, 1705; 1877*). Man bringt die nitrose Schwefelsäure in eine Glashahn-Bürette und läßt sie unter Umschütteln in eine abgemessene, mit viel warmem ($30-40^\circ$) Wasser verdünnte Menge Permanganat einfließen, bis die Farbe eben verschwunden ist. Bei dieser Operation tritt öfters eine Ausscheidung von Mangandioxyd ein, welche die Erkennung des Endpunktes ungenau macht. Dies läßt sich vermeiden, wenn die Temperatur nicht über 40° gehalten wird und wenn die Permanganatlösung hinreichend (etwa auf 200 ccm) verdünnt ist. Je nachdem man eine starke Nitrose oder eine nur wenig N_2O_3 enthaltende Schwefelsäure zu untersuchen hat, nimmt man mehr oder weniger Permanganat, indem man immer berücksichtigt, daß jedes Kubikzentimeter desselben 0.0095025 g N_2O_3 anzeigt. Bei Kammersäuren u. dgl. nimmt man daher höchstens 5 ccm, bei guten Nitrosen bis 50 ccm Permanganat. Die Menge des Permanganats heiße x , die der darauf verbrauchten Nitrose y . Man erfährt die Menge von N_2O_3 in g pro Liter der Säure durch die Formel $\frac{9.5025x}{y}$.

Statt 9.5025 setzt man für NO_3H : 15.75; für Salpetersäure von 36° B. (bei 15° C) 29.83; für Salpetersäure von 40° B.: 25.44; für NaNO_3 : 21.253.

*) Auch für die Untersuchung von Natriumnitrit gilt dieselbe Vorschrift, nur muß dann das Permanganat so stark angesäuert werden, daß das Natriumnitrit beim Einfließen seiner Lösung in das Permanganat sofort zersetzt wird.

Für die Analyse von Nitrosen und Nitriten kann auch das Volhardsche Verfahren (Raschig, Zeitschr. f. ang. Chem. 18, 1286; 1905) angewendet werden, indem die Lösungen zu angesäuertem, überschüssigem, halbnormalen Permanganat hinzugefügt werden, nach 2 Minuten zur abgekühlten Lösung Kaliumjodid zugesetzt und nach 5 Minuten das gebildete Jod mit Thiosulfatlösung zurücktitriert wird.

Folgende Tabelle erspart die Rechnung für alle Fälle, in denen man 50 ccm Halbnormal-Permanganat anwendet. Es finden sich darin in der Spalte *y* die verbrauchten Kubikzentimeter der Nitrose, in der Spalte *a* der Gehalt in g pro Liter, in *b* der Gehalt in Gewichtsprozenten bei Annahme einer Nitrose von 60° B. Bei anderem spez. Gewicht erfährt man die Gewichtsprocente, indem man die Zahlen der Spalte *a* durch 10 × dem spez. Gewicht der Säure dividiert.

Tabelle für Bestimmung der salpetrigen Säure in Nitrosen

bei Anwendung von 50 ccm Halbnormal-Permanganatlösung, ausgedrückt in HNO₃, NaNO₃, Salpetersäure von 36° und von 40° Baumé bei 15° C. Die Gewichts-Prozente beziehen sich auf Schwefelsäure von 60° B. als Einheit.

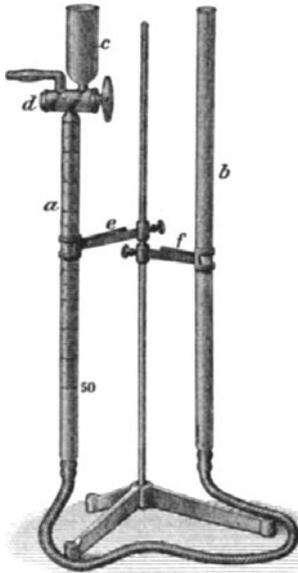
Verbr. Säure <i>y</i> ccm	HNO ₃		NaNO ₃		Salpetersäure 36° Baumé		Salpetersäure 40° Baumé	
	a g pro Liter	b Gew.- Proz.	a g pro Liter	b Gew.- Proz.	a g pro Liter	b Gew.- Proz.	a g pro Liter	b Gew.- Proz.
10	78.75	4.61	106.29	6.22	149.14	8.72	127.18	7.44
11	71.59	4.19	96.63	5.65	135.60	7.93	115.62	6.76
12	65.63	3.84	88.58	5.18	124.30	7.27	105.99	6.20
13	60.58	3.54	81.76	4.78	114.73	6.71	97.84	5.72
14	56.25	3.29	75.92	4.44	106.53	6.23	90.84	5.31
15	52.50	3.07	70.86	4.14	99.43	5.81	84.79	4.96
16	49.22	2.88	66.43	3.88	93.22	5.45	79.49	4.65
17	46.32	2.71	62.52	3.65	87.73	5.13	74.81	4.37
18	43.75	2.56	59.05	3.45	82.86	4.85	70.66	4.13
19	41.45	2.42	55.95	3.27	78.50	4.59	66.94	3.91
20	39.38	2.30	53.15	3.11	74.58	4.36	63.60	3.72
21	37.50	2.19	50.61	2.96	71.02	4.15	60.56	3.54
22	35.80	2.09	48.32	2.83	67.80	3.96	57.82	3.38
23	34.24	2.00	46.21	2.70	64.85	3.79	55.30	3.23
24	32.81	1.92	44.28	2.59	62.14	3.63	52.99	3.10
25	31.50	1.84	42.52	2.49	59.66	3.49	50.87	2.97
26	30.29	1.77	40.88	2.39	57.37	3.35	48.92	2.86
27	29.17	1.71	39.37	2.30	55.25	3.25	47.11	2.75
28	28.13	1.65	37.97	2.22	53.28	3.12	45.43	2.66
29	27.16	1.59	36.66	2.14	51.44	3.01	43.86	2.56
30	26.25	1.54	35.43	2.07	49.71	2.91	42.39	2.48
31	25.40	1.49	34.28	2.00	48.11	2.81	41.02	2.40
32	24.61	1.44	33.22	1.94	46.61	2.73	39.74	2.32
33	23.86	1.40	32.20	1.88	45.19	2.64	38.53	2.25
34	23.16	1.35	31.26	1.83	43.86	2.56	37.40	2.19

Verbr. Säure y ccm	HNO ₃		NaNO ₃		Salpetersäure 36° Baumé		Salpetersäure 40° Baumé	
	a g pro Liter	b Gew.- Proz.	a g pro Liter	b Gew.- Proz.	a g pro Liter	b Gew.- Proz.	a g pro Liter	b Gew.- Proz.
35	22.50	1.32	30.37	1.78	42.61	2.49	36.34	2.13
36	21.88	1.28	29.53	1.73	41.44	2.42	35.34	2.07
37	21.28	1.24	28.72	1.68	40.30	2.36	34.37	2.01
38	20.72	1.21	27.97	1.64	39.29	2.30	33.46	1.96
39	20.19	1.18	27.25	1.59	38.24	2.24	32.61	1.91
40	19.69	1.15	26.53	1.55	37.29	2.18	31.80	1.86
41	19.21	1.12	25.83	1.51	36.38	2.13	31.02	1.81
42	18.75	1.10	25.31	1.48	35.51	2.08	30.28	1.77
43	18.27	1.07	24.66	1.44	34.60	2.02	29.51	1.73
44	17.90	1.05	24.16	1.41	33.90	1.98	28.91	1.69
45	17.76	1.02	23.57	1.38	33.07	1.93	28.20	1.65
46	17.12	1.00	23.11	1.35	32.42	1.90	27.65	1.62
47	16.72	0.978	22.57	1.32	31.67	1.86	27.00	1.58
48	16.41	0.960	22.15	1.30	31.08	1.82	26.50	1.55
49	16.04	0.938	21.65	1.27	30.38	1.78	25.90	1.51
50	15.75	0.921	21.26	1.24	29.83	1.74	25.44	1.49
55	14.32	0.837	19.33	1.13	27.12	1.59	23.13	1.35
60	13.13	0.768	17.72	1.04	24.87	1.45	21.20	1.24
65	12.12	0.709	16.36	0.957	22.95	1.34	19.57	1.14
70	11.25	0.658	15.18	0.888	21.31	1.25	18.17	1.06
75	10.50	0.614	14.17	0.829	19.89	1.16	16.96	0.991
80	9.85	0.576	13.29	0.777	18.65	1.09	15.91	0.930
85	9.26	0.542	12.50	0.731	17.54	1.03	14.95	0.874
90	8.73	0.511	11.78	0.689	16.53	0.967	14.10	0.825
95	8.29	0.485	11.19	0.654	15.70	0.918	13.39	0.783
100	7.88	0.461	10.64	0.622	14.92	0.873	12.73	0.744

b) Stickstoffverbindungen insgesamt. Man kann annehmen, daß die Schwefelsäure, abgesehen von höchst geringen Mengen von Stickoxyd (welches neben Salpetersäure darin überhaupt nicht vorkommen kann) nur N₂O₃ (als Nitrosylschwefelsäure SO₂·OH·ONO) und HNO₃ enthält. Untersalpetersäure wird bei Berührung mit Schwefelsäure sofort in jene beiden Verbindungen gespalten. Die S. 161 bei a) gegebene Bestimmung durch Permanganat zeigt nur N₂O₃ an. Alle Stickstoffsäuren zusammen werden aber angezeigt, wenn man die Nitrose mit Quecksilber schüttelt, wobei jene sämtlich in Stickoxyd übergehen, dessen Menge gasvolumetrisch bestimmt wird. Hierzu dient das Nitrometer von Lunge (Fig. 6). Man füllt dessen eingeteilten Schenkel *a* mit Quecksilber durch Heben des anderen offenen Schenkels (Niveauröhres) *b*, stellt den oberen Hahn so,

daß keine seiner Bohrungen in Tätigkeit tritt, läßt aus einer in Hundertstel geteilten 5 ccm-Pipette die Nitrose in den Glasbecher *c* einfließen (bei sehr starken Nitrosen nimmt man nur 0,5 ccm, bei schwächeren 2—5 ccm), senkt das Niveaurohr *b* hinreichend, öffnet den Hahn vorsichtig, so daß die Nitrose

Fig. 6.



eingesaugt wird, aber keine Luft mitkommt, gießt 2—3 ccm reine, von Stickstoffsäuren absolut freie ca. 90prozentige Schwefelsäure in den Becher, saugt diese in das Nitrometer und wiederholt dasselbe mit 1—2 ccm Schwefelsäure. Dann bringt man die Gasentwicklung in Gang, indem man das Rohr *a* aus der Klammer nimmt, mehrmals fast horizontal hält und plötzlich aufrichtet, so daß sich Quecksilber und Säure gut mischen; dann schüttelt man 1—2 Minuten, bis sich kein Gas mehr entwickelt. Man stellt nun beide Schenkel so, daß das Quecksilber im Niveaurohr *b* um so viel höher als im Meßrohr *a* steht, als nötig ist, um die Säureschicht in *a* zu kompensieren. Man kann etwa 1 mm Hg auf 6½ mm Säure in *a* rechnen. Die genaue Einstellung kann man erst vornehmen, wenn das Gas die Temperatur der Umgebung

angenommen und der Schaum sich gesetzt hat. Man liest dann das Gasvolumen ab, ebenso die Temperatur eines dicht daneben hängenden Thermometers und den Barometerstand. Um sich zu überzeugen, daß man keinen merkbaren Fehler in der Einstellung gemacht habe, öffnet man den Hahn unter dem Glasbecher, wobei das Niveau in *a* sich nicht verändern soll. Steigt es, so war zu viel Druck gewesen und man müßte die frühere Ablesung etwas vergrößern; fällt es, so müßte man etwas abziehen, also stets im umgekehrten Sinne der Niveau-Änderung. Am besten gibt man vor Öffnung des Hahnes in den Becher ein wenig Säure, welche bei zu geringem Drucke in das Rohr *a* eingesaugt, bei zu großem Drucke gehoben werden würde; bei geschickter Manipulation (rechtzeitigem Schließen des Hahnes) kann man den Versuch dann noch leicht korrigieren, ohne daß Luft ein- oder Gas austritt.

Nach Beendigung desselben senkt man erst das Meßrohr *a*, damit beim Öffnen des Hahnes keine Luft eindringt, stellt dann den Hahn so, daß er nach außen kommuniziert und drückt durch Heben des Niveaurohres *b* das Gas und sämtliche Säure hinaus, so daß letztere in ein untergehaltenes Gläschen abfließt; den letzten Rest saugt man durch etwas Fließpapier ab. Das Nitrometer ist dann für den nächsten Versuch bereit.

Man muß stets untersuchen, ob der Hahn gasdicht schließt, was ohne Einfetten (am besten mit Vaseline) häufig nicht der Fall sein wird. Es darf kein Fett in die Bohrung hinein und mit der Säure in Berührung kommen; sonst bildet sich ein Schaum, der sich sehr langsam setzt. (Ähnliches tritt auch bei Verdünnung mit Wasser durch Ausscheidung von Quecksilbersulfat ein, wird aber kaum je bei Nitrose, und selbst bei der Analyse von Salpeter nur dann vorkommen, wenn die dafür bei dieser gegebenen Vorschriften vernachlässigt werden.)

Wenn die Säure neben N_2O_3 noch merkliche Mengen von SO_2 enthält (der Geruch ist hierfür ein hinreichend feines Reagens), so setzt man derselben im Becher des Nitrometers einige mg gepulvertes Kaliumpermanganat zu; ein größerer Überschuß davon stört den Prozeß sehr. NO ist in ganz konzentrierten Schwefelsäuren merklich löslich (3·5 Volumprozent in 96prozentiger Schwefelsäure); solche Säuren müssen also bei der Behandlung im Nitrometer auf 90—85 % H_2SO_4 verdünnt werden. Gewöhnliche Gay-Lussac-Nitrosen entsprechen dieser Bedingung ohnehin.

Abgelesene ccm NO	a Absolutes Gewicht mg	b Gewichtsproz. bei Anwen- dung von 1 ccm 60 grädiger Säure im Nitrometer
Stickstoff N	0·6256	0·0366
Stickoxyd NO	1·3403	0·0784
Salpetrigsäureanhydrid N_2O_3	1·6974	0·0993
Salpetersäure HNO_3	2·8143	0·1646
do. 36° B.	5·3333	0·3119
do. 40° B.	4·5474	0·2659
Natriumnitrat $NaNO_3$	3·7963	0·2220
Kaliumnitrat KNO_3	4·5176	0·2642
Natriumnitrit $NaNO_2$	3·0842	0·1804
Kaliumnitrit KNO_2	3·8032	0·2224

(Logarithmen und Multipla der obigen Zahlen gibt Tab. 5, S. 16.)

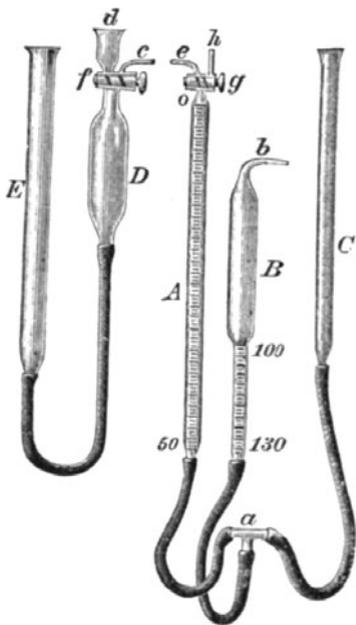
100 T. Salpetersäure 36° B. entsprechen 71·18 T. reinem NaNO_3 oder 74·15 T. 96proz. Chilisalpeter.

Das gefundene Volum NO reduziert man nach den Tabellen S. 36 u. 42 ff. auf 0° und 760 mm und berechnet es auf die Stickstoffverbindungen nach vorstehender Tabelle, worin die Spalte *a* Milligramme, die Spalte *b* Gewichtsprozent bei Anwendung von 1 ccm Säure von 60° Baumé bedeutet.

Nitrometer und Gasvolumeter soll man natürlich nur von einer zuverlässigen Apparatenhandlung beziehen und dabei insbesondere Richtigkeit der Teilung und guten Schluß der Hähne verlangen.

Dem einfachen Nitrometer vorzuziehen ist das Gasvolumeter (Lunge, Ber. 23, 440; 1890; Zeitschr. f. angew. Chem. 3, 139; 1890), welches zugleich für eine Menge von anderen analytischen Operationen dient

Fig. 7.



und die Beobachtung der Temperatur und des Barometerstandes bei Gasmessungen, sowie alle damit verbundenen Rechnungen vollkommen entbehrlich macht. Das vollständige Gasvolumeter, Fig. 7, besteht aus 5 Röhren; *A* bis *E*, von denen *A*, *B* und *C* an einer und *E* und *D* an einer anderen Stange desselben schweren Stativs mit Klammern gehalten werden und zwar *A* und *B* von einer Doppelklammer, in welcher sie beide für sich oder aber gemeinschaftlich bewegt werden können. *A*, *B* und *C* sind durch sehr dickes Kautschukrohr mittels des Dreiwegröhrchens *a* miteinander verbunden *A* ist ein in $\frac{1}{10}$ ccm eingeteiltes, 50 ccm rassendes Gasmeßrohr. Für andere Zwecke besitzt dieses Rohr oben eine kugelförmige Erweiterung und ist darunter von 100—150 ccm geteilt;

für alle Zwecke gleichzeitig eignet sich ein Rohr, das in der Mitte eine Kugel besitzt und darüber in 0—40, darunter in 100—140 ccm geteilt ist. Ein Doppelbohrungshahn *g* gestattet die Verbindung von *A* entweder mit dem geraden

Röhrchen *h* oder dem rechtwinklig gekrümmten Röhrchen *e*. *B* ist das Reduktionsrohr; es ist unter dem erweiterten Teile, welcher fast 100 ccm faßt, von 100—125 ccm in $\frac{1}{10}$ ccm eingestellt und enthält genau so viel Luft, daß sie bei 0° und 760 mm im trockenen Zustande 100 ccm einnehmen würde. Um dies zu erreichen, beobachtet man ein für allemal die Temperatur *t* und den Barometerstand *b* (wobei man für 0° bis 12° 1 mm, zwischen 13 und 19° 2 mm, zwischen 20 und 25° 3 mm für die Ausdehnung des Quecksilbers abzieht); dann zeigt der Ausdruck $V = \frac{100(273+t)760}{273b}$, welchen Raum 100 ccm

trockene Luft von 0° und 760 mm Druck unter den eben beobachteten Tagesverhältnissen einnehmen würden. Man führt nun einen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure in *B* ein, gießt Quecksilber in das Niveauröhr *C*, bis es in *B* auf dem das Volum *V* anzeigenden Teilstrich steht, schiebt über die natürlich noch offene Kapillare *b* ein Pappschild, um das Gefäß *B* vor Erwärmung zu behüten und schmilzt *b* zu, worauf man es am besten durch einen Kautschuküberzug vor Abbrechen schützt. Das Instrument ist nun ein für allemal eingestellt und zum Gebrauch fertig.

Besser als die durch Zuschmelzen zu schließende Kapillare und am meisten zu empfehlen ist der Göckelsche Glashahn mit Quecksilberringdichtung (zu beziehen von Dr. H. Göckel, Berlin NW., Luisenstraße 6).

Man könnte nun in *A* die gewöhnlichen nitrometrischen Operationen vornehmen (zu welchem Zwecke *h* mit einem Becher wie *d* versehen sein müßte); es ist aber weitaus vorzuziehen, nur die Gasmessung selbst in *A* vorzunehmen, die Reaktionen aber außerhalb, in diesem Falle in dem (nicht graduierten) Schüttelgefäß *D* auszuführen, welches sein eigenes Niveauröhr *E* besitzt. *D*, welches etwa 150 ccm faßt, um auch für Salpeteranalyse dienen zu können, ist mit dem Dreiweghahn *f*, dem Becher *d* und dem Seitenröhrchen *c* des alten Nitrometers versehen. Man gießt Quecksilber ein, hebt *E*, bis *D* ganz mit Quecksilber gefüllt ist und dieses eben aus *c* herauslaufen will, schließt *f*, verschließt das Ende von *c* durch eine Kautschukappe, führt die Nitrose (resp. Salpeterlösung) in *d* ein, saugt sie unter Vermeidung des Eintrittes von Luft nach *D* ein, spült mit reiner Säure nach und schüttelt, bis alle Stickstoffsäuren in NO übergeführt sind. Nun bringt man *D* und *A* einander gegenüber, nachdem auch *A* durch Heben von *C* vollständig, bis zum Ende des Röhrchens *e*, mit Quecksilber gefüllt worden ist; *c* und *e* werden durch ein Stückchen Kautschukrohr verbunden, aber so, daß Glas auf Glas stößt und keine Luft dazwischen bleibt (dies geht leicht, wenn das Kautschukröhrchen gleich auf *e* aufgesteckt war und das Queck-

silber bis an sein Ende steht). Nun hebt man *E*, senkt *C* und öffnet vorsichtig die Hähne *f* und *g*; in dem Augenblicke, wo der Druck in *E* alles Gas nach *A* übergetrieben hat und die Säure aus *D* durch *c* und *e* bis an den Hahn *g* gelangt ist, schließt man diesen, sowie auch *f* und nimmt *D* und *A* wieder auseinander. Nun hebt man *C*, bis das Quecksilber in *B* genau auf 100 steht und bewegt nun *A* und *B* mittels ihrer Doppelklammer gemeinschaftlich auf oder nieder, bis das Quecksilber in *A* und *B* genau auf demselben Niveau steht, während es in *B* immer auf 100 bleiben muß. Da nun das Gas in *B* so weit komprimiert ist, daß es dasselbe Volumen einnimmt, als ob es auf 0° und 760 mm gebracht wäre, das Gas in *A* aber genau ebenso komprimiert ist, so zeigt die Ablesung in *A* das Gas gleich auf Normalbedingungen reduziert an. Dies setzt voraus, daß die Temperatur in *A* und *B* genau gleich ist, was durch das Quecksilber sehr schnell vermittelt wird; bei größeren Mengen von NO wartet man 10 Minuten, ehe man die letzte Einstellung macht, was in allen Fällen genügt.

Man kann für diesen Zweck auch ein Gasvolumeter benutzen, dessen Reduktionsrohr für feuchte Gase eingestellt ist, muß aber dann vor der Überführung des Gases nach *A* ein Tröpfchen Wasser durch *h* nach *A* hineinsaugen und darauf sehen, daß keine Schwefelsäure in *A* eintritt (was auch sonst zu vermeiden ist). Diese Möglichkeit fällt natürlich fort, wenn die Reaktion im Meßrohr *A* selbst, statt in einem besonderen Schüttelgefäße *D*, vorgenommen wird. Man kann aber allgemein auch mit einem feuchten Reduktionsrohre trockene Gase messen, wenn man die Temperatur beobachtet, die derselben entsprechende Wasserdampfension in Millimetern = *f* aus Tabelle 28 Seite 53 entnimmt und nun das Quecksilber im Gasmeßrohre um *f* Millimeter höher als in dem (auf 100 ccm eingestellten) Reduktionsrohre einstellt. Dies ist besonders einfach, wenn (wie gewöhnlich) die Gasmeßröhren so angefertigt werden, daß 1 ccm des verengten Teiles fast genau = 1 cm Länge des Rohres ist, so daß 0.1 ccm = 1 mm Höhe. Man stellt also das Quecksilber mittels des Niveauröhres *C* im Reduktionsrohre *B* auf 100, und im Gasmeßrohre *A* um *f* mm höher und liest die Zahl in *A* ab. Will man umgekehrt ein trockenes (d. h. einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure enthaltendes) Reduktionsrohr auch für feuchte Gase, z. B. bei der Untersuchung von Braunstein, Chlorkalk, Kaliumpermanganatlösung anwenden, so muß man das Quecksilber im Meßrohr um *f* mm tiefer als im Reduktionsrohre einstellen.

Die Einstellung des Quecksilbers in *A* und *B* auf dasselbe Niveau wird durch das von Lunge in Ber. 24, 3948; 1891 beschriebene Einstellungslineal mit Libelle sehr erleichtert; bei einiger Übung geht sie auch sehr gut ohne ein solches vonstatten.

c) Verhältnis der drei Stickstoffsäuren zueinander. Um aus den Ergebnissen der Permanganattitrierung und der Bestimmung des Gesamtstickstoffs als NO im Nitrometer das gegenseitige Verhältnis von N_2O_3 , N_2O_4 und NO_3H in einem durch Schwefelsäure absorbierten Gemisch aller drei Stickstoffsäuren zu bestimmen, kann man folgende Formeln anwenden:

a = ccm NO, im Nitrometer gefunden.

b = ccm O, berechnet aus der Permanganattitrierung
(1 ccm O = 1.4292 mg, also 1 ccm halbnormales Permanganat = 0.004 g = 2.7975 ccm Sauerstoff).

x = vol. NO entspr. dem vorhandenen N_2O_3 .

y = vol. NO „ „ „ N_2O_4 .

z = vol. NO „ „ „ HNO_3 .

Wenn $4b > a$, so setzt man:

$$x = 4b - a; y = 2(a - 2b) \text{ oder } = a - x.$$

Wenn $4b < a$, so setzt man:

$$y = 4b; z = a - 4b.$$

d) Die qualitative Prüfung auf Spuren von Stickstoffsäuren geschieht am besten durch Diphenylamin, welches sowohl auf Salpetersäure wie auf salpetrige Säure reagiert. Man löst es in etwa der 10fachen Menge reiner Schwefelsäure, die man, mangels einer ganz reinen, durch Kochen mit ganz wenig Ammonsulfat von Stickstoffsäuren befreien kann und mit etwa $\frac{1}{10}$ Volum Wasser versetzt; die Lösung kann man sofort anwenden oder beliebig aufbewahren. Um konzentrierte Schwefelsäure auf Stickstoffsäuren zu prüfen, gießt man etwa 2 ccm davon in ein Spitzgläschen und läßt ca. 1 ccm Diphenylaminlösung so zufließen, daß sich die Schichten nur allmählich mischen; bei verdünnteren Säuren oder anderen leichteren Flüssigkeiten verfährt man umgekehrt, da hier die Diphenylaminlösung schwerer ist. Die kleinsten Spuren von Stickstoffsäuren geben sich durch Auftreten einer prachtvoll blauen Färbung in der Berührungsschicht beider Flüssigkeiten kund.

Die kleinsten Mengen von salpetriger Säure findet man auch in Gegenwart von Salpetersäure durch das von Hvosy und Lunge abgeänderte Reagens von Grieß, C. T. U. I, 443. Quantitativ kann man solche Spuren von salpetriger Säure nach dem kolorimetrischen Verfahren von Lunge und Lwoff bestimmen, Zeitschr. f. angew. Chem. 7, 348; 1894 oder C. T. U. I, 461; deren Verfahren für Bestimmung von Salpetersäure ebenda, p. 463.

Bei Gegenwart von Selen, welches dieselbe Reaktion mit Diphenylamin gibt, erkennt man etwas größere Mengen von Stickstoffsäuren durch Entfärben von Indigolösung, die geringsten Spuren durch Rotfärbung einer Lösung von Brucinsulfat.

e) Das Selen selbst erkennt man in der Schwefelsäure durch Zusatz von konzentrierter Ferrosulfatlösung, welche damit einen braunroten Niederschlag gibt, der nicht mit der durch NO verursachten bloßen Färbung verwechselt werden kann. Littmann (Zeitschr. f. angew. Chem. 19, 1089; 1906) empfiehlt die Fällung des roten, metallischen Selen mit Jodkalium (C. T. U. I, 445).

f) Untersuchung der Schwefelsäure auf Blei. Man verdünnt die Säure, wenn konzentriert, mit dem gleichen Volum Wasser und dem doppelten Volum Alkohol, läßt einige Zeit stehen, filtriert einen etwa entstandenen Niederschlag von PbSO_4 ab, wobei das Filter möglichst vom Niederschlag befreit und nicht im Platintiegel verbrannt werden darf. 1 g PbSO_4 = 0.6831 g ($\log = 0.83449 - 1$) Pb.

g) Untersuchung auf Eisen. Man kocht die Säure, wenn sie stickstofffrei ist, mit einem Tropfen Salpetersäure, um das Ferrosalz in Ferrisalz zu verwandeln, verdünnt ein wenig, läßt erkalten und setzt Rhodankaliumlösung zu. Rote Färbung zeigt Eisen an; wenn diese nicht gar zu gering ist, kann man das Eisen quantitativ bestimmen, indem man eine andere Probe mit ein wenig reinem (eisenfreiem) Zink erwärmt, davon abgießt, das Zink abwäscht, abkühlen läßt und mit Permanganatlösung auf rosa titriert. Man wird hierzu am besten eine durch zehnfaches Verdünnen der Halbnormallösung (s. im Anhang) dargestellte nehmen, welche pro Kubikzentimeter 0.002792 g Fe anzeigt. Auch wendet man am besten ziemlich viel Schwefelsäure, z. B. 50 ccm an, da diese meist nur sehr wenig Eisen enthält und setzt dann einen größeren Überschuß von Rhodanlösung zu. Spuren von Eisen, welche sich durch Permanganattitrierung nicht bestimmen lassen, kann man auf kolorimetrischem Wege bestimmen (Lunge, Zeitschr. f. angew. Chem. 9, 3; 1896; C. T. U. I, 466).

h) Arsen. Qualitativ nachzuweisen nach der Probe von Marsh oder von Reinsch, vgl. C. T. U. I, 445. Zur quantitativen Bestimmung bringt man nach der von Herrmann (Privatmitteilung) modifizierten Vorschrift von Blattner und Brasseur (Chem. Ztg. 28, 211; 1904) durch Verdünnen mit Wasser oder Zusatz konz. Säure auf 45° B. Zu 25 ccm dieser Lösung gibt man 25 ccm reine HCl von 20—22° Bé und nach und nach 5 ccm einer 30proz. Kaliumjodidlösung. Nach einer Minute filtriert man durch Verbandwatte, wäscht einmal mit 5 ccm konz. HCl, der 10 ccm der Kaliumjodidlösung zugefügt sind, löst mit Wasser in einem Erlenmeyerkolben, nimmt vorhandenes freies Jod nach Zusatz von Stärkelösung mit einer sehr verdünnten Thiosulfatlösung genau fort, übersättigt leicht mit Bicarbonat und titriert mit $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung. 1 ccm

$\frac{1}{10}$ N-Jodlösung = 0.003748 g (log = 0.57380 — 3) As = 0.004948 g (log = 0.69443 — 3) As₂O₃. Vgl. auch C. T. U. I, 468.

i) Chloride. Man kocht 10 ccm der Säure in einem Kölbchen, leitet die Dämpfe an die Oberfläche von etwas in einem Kölbchen befindlichen Wasser, welches die HCl absorbiert und bestimmt letzteres acidimetrisch oder nach Neutralisation durch Soda mit $\frac{1}{10}$ N-Silbernitrat nach S. 174.

10. Analyse von rauchender Schwefelsäure oder Anhydrid (Oleum)*).

Das Oleum wird häufig abgewogen in gewogenen, dünnwandigen Kugelhöhren von ca. 2 cm Durchmesser, die nach beiden Seiten in kapillare Röhren auslaufen. Man saugt 3—5 g des eben geschmolzenen, vollkommen homogenen Oleums in eine solche Kugelhöhre, welche davon nicht ganz zur Hälfte gefüllt sein soll. Das Ansaugen geschieht am bequemsten mit Hilfe einer gewöhnlichen enghalsigen Flasche, welche mit einem Kautschukstopfen verschlossen ist, durch den ein dichtschließender Glashahn geht, über dessen freies Ende ein Kautschukschlauch gezogen ist. Man stellt in der Flasche durch Absaugen mit dem Munde ein partielles Vakuum her,

schließt den Hahn, schiebt den Kautschukschlauch über eines der kapillaren Enden der Wiegekugel und läßt nun durch Öffnen des Hahnes beliebig viel Oleum in letztere treten. Nach dem Reinigen schmilzt man eines der kapillaren Enden zu (Verdampfen von SO₃ oder Anziehung von Feuchtigkeit durch das andere Kapillarröhrchen findet während des Abwägens nicht in merklichem Maße statt) und wägt am besten auf einem Platintiegelchen, das zwei Einschnitte hat, in denen die Enden der Kugelhöhre lagern; bei zufälligem Zerschneiden der Kugel ergießt sich dann die

Säure in den Tiegel, statt auf die Wage. Hierauf wird das Kugelrohr mit dem offenen Ende nach unten in einen kleinen Erlenmeyerschen Kolben gesteckt, dessen Hals durch die Kugel gerade verschlossen wird und in dem genügend Wasser vorhanden ist, damit die Spitze des Rohres ziemlich tief eintaucht (Fig. 8). Ein Verlust durch Verdampfen von SO₃ beim Zusammentreten des Oleums mit

Fig. 8.



*) Der erste Teil zusammengestellt nach Mitteilungen der Herren Dr. Winckler (Höchst) und Clar (Oberhausen).

Wasser ist hierdurch ausgeschlossen. Man bricht nun die obere Spitze ab, spült nach völligem Auslaufen des Oleums die Röhre durch Auftropfen von Wasser in das obere Kapillarrohr nach und spült schließlich die ganze Kugelröhre durch Ansaugen von Wasser gut aus. Die Flüssigkeit wird auf 500 ccm gebracht und je 50 ccm zur Titrierung verwendet.

Fig. 9.



Diese erfolgt mit $\frac{1}{5}$ -Normal-Natronlauge (1 ccm = 0.008007 g ($\log = 0.90347 - 3$) SO_3) und Methylorange als Indikator. Von der gefundenen Acidität wird die von SO_3 herührende und durch Titrieren einer anderen Probe mit Jodlösung ermittelte abgezogen.

Weit bequemer nicht nur für diesen Zweck, sondern überhaupt in allen Fällen, wo Flüssigkeiten abgewogen werden sollen, welche mit der Luft nicht in Berührung kommen dürfen (rauchende Säuren aller Art, Ammoniak etc.) ist die Kugelhahnpipette von Lunge und Rey, Fig. 9*). Die Hähne *a* und *c* müssen auch ohne Einfetten dicht schließen. Man schließt *c*, öffnet *a*, saugt mittels eines Kautschukschlauches bei *d* und schließt während des Saugens *a*, so daß in *b* eine Luftverdünnung entsteht. Nun taucht man *e* in die Säure ein und öffnet *c*, aber nicht *a*, worauf die Säure in der Pipette aufsteigt; sie darf jedoch nicht bis *c* steigen. Die Dämpfe werden in *b* zurückgehalten. Man schließt *c*, reinigt *e* auswendig, steckt die Pipette in das Schutzrohr *f* und wägt. (Bei stark rauchender Salpetersäure u. dgl. kann während des Wägens ein Tröpfchen aus *e* austreten. In solchen Fällen ist es besser, bei dem Leeren etwas Wasser in *f* mitzuwägen, um das später Austretende aufzunehmen. Bei diesem vorhergehenden Wägen darf aber die Pipette noch nicht in *f* eingeführt sein, um nicht ihre Spitze zu benetzen.) Dann nimmt man sie aus *f* heraus und steckt *e* in ein ziemlich weites, gebogenes, oben trockenes Glasrohr, das in seinem unteren Ende in Wasser taucht. Man läßt durch Öffnen von *c* den Inhalt langsam auslaufen, spritzt das Glasrohr innen und außen sorgfältig ab und titriert. Wenn man nur 0.5—1 g Säure abgewogen hat, titriert man lieber direkt; die Resultate fallen so genauer als beim Verdünnen auf größeres

*) Eine andere, leichtere Form von Säurepipetten ist von Berl (Chem, Ztg, 34, 428; 1910) beschrieben worden.

Volum und Herauspipettieren eines Bruchteils aus. Bei größeren Mengen verdünnt man auf ein bestimmtes Volum und pipettiert einen Teil zur Analyse heraus.

Bei stärkstem (über 70prozentigem) Oleum kann man dieses nicht direkt in Wasser einlaufen lassen, ohne Verlust zu erleiden. Man wägt solches Oleum in Glaskügelchen wie oben ab, schmilzt beide Enden zu, bringt das Kügelchen in eine ziemlich viel Wasser enthaltende Flasche, verschließt diese mit einem dicht schließenden Glasstopfen, zertrümmert das Kügelchen durch Schütteln der Flasche, läßt etwas stehen und titriert. Auf gleiche Weise kann auch schwächeres Oleum vortheilhaft zur Analyse gebracht werden.

Festes Oleum (Pyroschwefelsäure) muß vor dem Ansaugen der Probe durch mäßiges Erwärmen verflüssigt werden und bleibt dann lange genug flüssig, um es auch nach dem Wägen noch auslaufen lassen zu können. Eigentliches Schwefelsäureanhydrid oder dem nahe kommende Produkte können jedoch nicht in dieser Art behandelt werden, weil sie dabei zu massenhafte Dämpfe ausstoßen würden. Hier verfährt man nach Stroof wie folgt. Einige Stücke des Anhydrids werden in einer Flasche mit Glasstopfen abgewogen und hier mit so viel genau analysiertem Monohydrat gemischt, daß ein bei gewöhnlicher Temperatur flüssig bleibendes Oleum von etwa 70 Proz. SO_3 entsteht. Die Lösung wird durch Erwärmen auf $30-40^\circ$ bei lose aufgesetztem Stopfen befördert. Die Analyse des Gemisches wird wie oben bewerkstelligt.

Die acidimetrische Bestimmung gibt natürlich nur den Gesamtsäuregehalt an, von dem zunächst der auf Schwefeldioxyd fallende abgezogen werden muß. Dieses wird durch $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung in bekannter Weise bestimmt und für jedes verbrauchte ccm Jodlösung 0.05 ccm Normalnatron (oder 0.1 ccm $\frac{1}{2}$ N-Natron etc.) in Abzug gebracht, falls man die Acidität mit Methylorange bestimmt hatte, da dieses bei SO_2 schon nach Entstehung der Verbindung NaHSO_3 umschlägt. Wenn also die verbrauchten ccm Normalnatron = n , die von derselben Menge Oleum verbrauchten ccm $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung = m , so ist die Schwefelsäure-Acidität = $(n - 0.05 m) \cdot 0.040035 \text{ SO}_3$.

Zu der so gefundenen Prozentzahl von SO_3 addiert man die nach der Formel $0.0032035 m$ berechneten Procente von SO_2 und nimmt den Rest = H_2O an*). Durch Multiplikation des Wassers mit 4.445 erfahren wir die demselben entsprechende

*) Dies ist allerdings, wie alle Differenzbestimmungen, ungenau; wenigstens sollte auch der feste Rückstand noch bestimmt und ebenfalls abgezogen werden, da sonst die freie SO_2 um seinen 4.445 fachen Betrag zu hoch gefunden wird.

Menge SO_3 und erfahren die Menge des freien SO_3 durch Abzug der ersteren von der wie oben ermittelten Schwefelsäure-Acidität.

Bei genauen Oleumanalysen muß die Bestimmung des festen Rückstandes durch vorsichtiges Abrauchen des Oleums erfolgen und dieser bei Berechnung der Titrationsresultate berücksichtigt werden (s. Fußnote auf voriger Seite).

Zur Herstellung von schwächerem Oleum aus stärkerem Oleum und Schwefelsäure dient die Formel 12 (S. 26), wobei die Berechnung mit Hilfe des aus Tabelle S. 150 und 159 entnehmbaren Gesamt- SO_3 erfolgt.

III. Sulfat- und Salzsäure-Fabrikation.

A. Steinsalz und Kochsalz.

1. Wasser. 5 g des Salzes werden im bedeckten Platintiegel (um Verlust beim Verknistern zu verhindern) erst ganz allmählich erhitzt und dann einige Minuten in schwachem Glühen erhalten. Bei wasserreicheren Salzen, und wenn man eine größere Anzahl Proben auf einmal zu machen hat, ist es besser, die 5 g Proben in flachbodigen $\frac{1}{4}$ l Erlenmeyer-Kolben mit aufgesetztem Trichter abzuwägen, eine Anzahl derselben auf einem Sandbade 3—4 Stunden bei $140\text{--}150^\circ$ zu erhitzen (ohne Trichter) und nach Wiederaufsetzen der Trichter (welche einen Exsikkator ersparen) erkalten zu lassen, um sie dann zurückzuwägen. Man kann dann noch den kleinen Rest des chemisch gebundenen Wassers durch direktes Erhitzen auf einem Drahtnetze entfernen, doch ist dies meist unnötig.

2. Unlösliches. 5 g werden aufgelöst, das Unlösliche abfiltriert, ausgewaschen, getrocknet und geglüht.

3. Chloride. Man wägt 5.846 g des feuchten Salzes ab, löst zu 500 ccm auf, entnimmt 25 ccm der Lösung mit einer Pipette und titriert mit Zehntelnormal-Silbernitratlösung (s. Anhang) unter Zusatz von so viel Lösung von einfach chromsaurem Kali, daß die Flüssigkeit deutlich gelb gefärbt ist. Die Silbernitratlösung wird aus einer 50 ccm-Bürette zugesetzt, bis der Niederschlag auch nach Umschütteln deutlich, aber schwach, rosa gefärbt erscheint. Statt des Kaliumchromats kann man als noch empfindlicheren Indikator Natriumarseniat anwenden, wobei der beim Chromat vorgeschriebene Abzug von 0.2 ccm nicht gemacht werden darf. Wenn man von der verbrauchten Anzahl Kubikzentimeter 0.2 für die zur Färbung verwendete Menge Silbernitratlösung abzieht und den Rest mit 2 multipliziert, erhält man direkt den Prozentgehalt des Salzes an NaCl.

4. Kalk. Man löst 5 g des Salzes, nötigenfalls mit Hilfe von etwas Salzsäure, auf. Bei unreinem Steinsalz muß man längere Zeit mit verdünnter Salzsäure erwärmen, um sicher allen Gips zu lösen und dann von etwa vorhandenem Ton abzufiltrieren; bei nicht tonigem Salze soll sich alles bis etwa auf Sandkörnchen u. dgl. lösen. Aus der klaren Lösung fällt man den Kalk mit Ammoniak und oxalsaurem Ammoniak, läßt 12 Stunden stehen, filtriert den Niederschlag ab, wäscht und trocknet ihn und verwandelt ihn in CaO durch 20—30 Minuten langes Glühen über dem Gebläse oder weit bequemer in einem elektrisch geheizten Ofen (zu beziehen von W. C. Heraeus, Hanau). 1 T. CaO entspricht 2·4281 ($\log = 0·38526$) CaSO₄ und wird als solches in Rechnung gestellt.

5. Sulfate. Man löst 10 g unter Zusatz von Salzsäure in lauwarmem Wasser, verdünnt auf 1 l, filtriert durch ein trockenes Faltenfilter und fällt 250 ccm (= 2·5 g Salz) mit Baryumchlorid; vgl. S. 136. Man berechnet meist das Sulfat als CaSO₄.

6. Magnesiumchlorid kann man nach T. und S. Wiernik (Zeitschr. f. angew. Chem. 6, 43; 1893) direkt bestimmen durch Trocknen, Ausziehen mit absolutem Alkohol, Entfernung des Alkohols aus dem Filtrat, welches nur MgCl₂ enthält, und Titration mit Silbernitrat.

B. Sulfat.

Für die Betriebskontrolle genügen die Bestimmungen 1 und 2; die übrigen dienen für Verkaufs-Sulfat.

1. Freie Säure. Man löst 20 g Sulfat zu 250 ccm, pipettiert 50 ccm heraus, setzt Methylorange zu und titriert mit Normalnatronlauge bis zur Neutralisation. Jedes Kubikzentimeter der Lauge entspricht 1 Proz. SO₃. Man berechnet die ganze Acidität auf SO₃, also auch HCl, sowie NaHSO₄ und sauer reagierende Eisen- und Tonerdesalze. Wenn man bei größeren Mengen von Eisen- und Tonerdesalzen deren Einfluß auf diese Bestimmung vermeiden will, so braucht man gar keinen besonderen Indikator, sondern setzt Normalnatron zu, bis die ersten Flocken eines bleibenden Niederschlages erscheinen, welche nunmehr die Sättigung der freien Säure und des Bisulfates anzeigen.

2. Natriumchlorid. Von der für Nr. 1 angefertigten Lösung pipettiert man nochmals 50 ccm heraus, setzt die in 1 verbrauchte Menge Normalnatronlauge zu, um genau zu neutralisieren, sodann ein wenig Kaliumchromatlösung oder Natriumarseniatlösung und titriert mit Zehntelnormal-Silberlösung wie in A 3 (S. 174). Jedes Kubikzentimeter dieser Lösung

(nach Abzug von 0.2 ccm im ganzen bei Anwendung von Kaliumchromat) entspricht 0.1462 Proz. NaCl. Oder man bedient sich hierbei einer Lösung, welche im Liter 2.906 g AgNO₃ enthält und pro Kubikzentimeter 0.001 g NaCl anzeigt; von dieser entspricht im vorliegenden Falle jedes Kubikzentimeter 0.025 Proz. NaCl.

3. Eisen. Man löst 10 g Sulfat in Wasser, reduziert die Ferrisalze durch etwas Schwefelsäure und Zink zu Oxydul und titriert mit Permanganat. Näheres S. 139 u. 170.

4. In Wasser Unlösliches, wenn vorhanden, wird wie gewöhnlich bestimmt.

5. Kalk. Man löst 10 g in Wasser, wenn nötig mit Zusatz von etwas Salzsäure, setzt Salmiak und Ammoniak zu, fällt mit oxalsaurem Ammon, glüht und wägt als CaO (näheres S. 175) eventuell mit Abzug von Fe₂O₃.

6. Magnesia wird im Filtrat von 5 durch Zusatz von phosphorsaurem Ammon gefällt; man läßt 24 Stunden stehen, filtriert, wäscht mit schwacher Ammoniakflüssigkeit, trocknet, glüht und bestimmt als Magnesiumpyrophosphat. 1 T. desselben ist = 0.3621 T. (log = 0.55879 — 1) MgO. Genauerer über die Trennung von CaO und MgO s. C. T. U. I, 492.

7. Tonerde. Man fällt die Lösung mit vollständig kohlenstoffreiem Ammoniak, filtriert, glüht den Niederschlag, wägt ihn und zieht das Gewicht des nach 3 gefundenen Eisenoxyds ab; der Rest = Al₂O₃.

8. Natriumsulfat. Man löst 1 g Sulfat auf, fällt Kalk (zusammen mit Eisen) wie in 5, filtriert ab, dampft das Filtrat zur Trocknis ein, mit Zusatz weniger Tropfen reiner Schwefelsäure, glüht dann noch einmal nach Zusatz eines Stückchens von Ammoncarbonat und wägt. Von dem gefundenen Gewichte zieht man ab 1. das nach Nr. 2 gefundene Natriumchlorid, berechnet auf Natriumsulfat (1.000 NaCl = 1.2151 (log = 0.08462) Na₂SO₄, oder jedes in Nr. 2 verbrauchte Kubikzentimeter $\frac{1}{10}$ -Normal-Silberlösung = 0.001776 g (log = 0.24956 — 3) Na₂SO₄); 2. die nach Nr. 6 gefundene Magnesia, berechnet auf MgSO₄ (1.000 MgO = 2.9859 (log = 0.47507) MgSO₄). Der Rest entspricht dem in 1 g Sulfat wirklich vorhandenen Na₂SO₄.

C. Austrittgase aus der Salzsäure-Kondensation oder im Kamin.

In England ist es gesetzlich vorgeschrieben, daß 95 Proz. aller HCl kondensiert werden müssen, und daß die in die äußere Luft entweichenden Gase nicht über $\frac{1}{5}$ Grain HCl pro Kubikfuß (= 0.457 g pro cbm) enthalten dürfen; die Gesamtacidität aller Gase darf das Äquivalent von 4 Grains SO₂

pro Kubikfuß (= 9·15 g pro cbm) nicht überschreiten. Das Gas soll auf 60° F (= 15·5° C) und 30 Zoll (fast genau 760 mm) Quecksilberdruck reduziert sein.

Zur Prüfung des Kamingases auf HCl verwendet man einen Fletcherschen Kautschuk-Blasbalg-Aspirator, welcher $\frac{1}{10}$ Kubikfuß fassen soll, jedoch jedenfalls geeicht werden muß, indem man das aus ihm ausgepreßte Gas in ein mit Wasser gefülltes und unter Wasser umgestürztes Glasgefäß treten läßt und dann mißt, wieviel das Volum beträgt. Man entnimmt dann eine größere Anzahl von Balgfüllungen, indem man das Gas aus einem ziemlich weit in den Kamin hineinreichenden, 12 mm weiten Glas- resp. Porzellan- oder Platinrohre ansaugt, welches, sowie auch der Blasbalg, vorher mit destilliertem Wasser ausgespült wird. Man bringt 100—200 ccm destilliertes Wasser in den Blasbalg, saugt die entsprechende Zahl von Füllungen hindurch, läßt zuletzt etwas Wasser zum Ausspülen des Glasrohres in dieses treten, bringt den Inhalt des Blasbalges in eine Porzellanschale, filtriert nötigenfalls vom Ruß ab, oxydiert etwa vorhandene SO₂ durch Kaliumpermanganat, entfernt den Überschuß des letzteren durch eine Spur Ferrosulfat, neutralisiert mit reinem Natriumkarbonat, setzt ein wenig Kaliumchromat zu und titriert mit $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{100}$ Normal-Silbernitrat (S. 174). Jedes ccm $\frac{1}{10}$ N-Silbernitrat = 0·003647 g (log = 0·56194—3) HCl. Die englischen Alkali-Inspektoren verwenden zur Absorption ein Gemisch von Wasser mit Wasserstoffsperoxyd, um die SO₂ zu oxydieren, titrieren dann zuerst die Gesamtsäure mit Sodalösung und Methylorange, setzen dann etwas Calciumcarbonat und einige Tropfen Ferrosulfatlösung zu, trennen die Lösung vom Niederschlage und titrieren in der ersteren das Chlorjon wie oben (C. T. U. I, 495).

Man kann natürlich auch andere Arten von Aspiratoren anwenden, zwischen welche und das in den Kamin führende Rohr man am besten die S. 147 erwähnte Absorptionsflasche der englischen Fabrikinspektoren schaltet, die mit einer bestimmten Menge reinen Wassers gefüllt ist und nach jedem Versuche sehr gut ausgespült wird.

D. Prüfung der Gase beim Hargreaves-Verfahren.

- a) Gesamt-Acidität nach Lunge, S. 146.
- b) Schwefeldioxyd nach Reich, S. 144.
- c) Chlorwasserstoff wird in der für a) genommenen Probe wie oben auf dieser Seite bestimmt.

Wenn man b) und c) von a) abzieht, erfährt man den Betrag von SO₃.

E. Salzsäure.

I. Spezifische Gewichte von reiner Salzsäure bei 15°C, reduziert auf luftleeren Raum (Lunge und Marchlewski).

NB. Diese Tabelle bezieht sich nur auf chemisch reine Säure, nicht auf Säure des Handels; vgl. S. 149.

Volum- Gew. bei 15° ° (luftl.f.)	Grad Baumé	Densimeter	100 Gewichtsteile entsprechen bei chemisch reiner Säure						1 Liter enthält Kilogramm Säure von					
			Prozent						reines HCl	18° B.	19° B.	20° B.	21° B.	22° B.
			reines HCl	18gräd. Säure	19gräd. Säure	20gräd. Säure	21gräd. Säure	22gräd. Säure						
I·000	0·0	0	0·16	0·57	0·53	0·49	0·47	0·45	0·0016	0·0057	0·0053	0·0049	0·0047	0·0045
I·005	0·7	0·5	1·15	4·08	3·84	3·58	3·42	3·25	0·012	0·041	0·039	0·036	0·034	0·033
I·010	1·4	1	2·14	7·60	7·14	6·66	6·36	6·04	0·022	0·077	0·072	0·067	0·064	0·061
I·015	2·1	1·5	3·12	11·08	10·41	9·71	9·27	8·81	0·032	0·113	0·106	0·099	0·094	0·089
I·020	2·7	2	4·13	14·67	13·79	12·86	12·27	11·67	0·042	0·150	0·141	0·131	0·125	0·119
I·025	3·4	2·5	5·15	18·30	17·19	16·04	15·30	14·55	0·053	0·188	0·176	0·164	0·157	0·149
I·030	4·1	3	6·15	21·85	20·53	19·16	18·27	17·38	0·064	0·225	0·212	0·197	0·188	0·179
I·035	4·7	3·5	7·15	25·40	23·87	22·27	21·25	20·20	0·074	0·263	0·247	0·231	0·220	0·209
I·040	5·4	4	8·16	28·99	27·24	25·42	24·25	23·06	0·085	0·302	0·283	0·264	0·252	0·240
I·045	6·0	4·5	9·16	32·55	30·58	28·53	27·22	25·88	0·096	0·340	0·320	0·298	0·284	0·270
I·050	6·7	5	10·17	36·14	33·95	31·68	30·22	28·74	0·107	0·380	0·357	0·333	0·317	0·302
I·055	7·4	5·5	11·18	39·73	37·33	34·82	33·22	31·59	0·118	0·419	0·394	0·367	0·351	0·333
I·060	8·0	6	12·19	43·32	40·70	37·97	36·23	34·44	0·129	0·459	0·431	0·403	0·384	0·365
I·065	8·7	6·5	13·19	46·87	44·04	41·09	39·20	37·27	0·141	0·499	0·469	0·438	0·418	0·397
I·070	9·4	7	14·17	50·35	47·31	44·14	42·11	40·04	0·152	0·539	0·506	0·472	0·451	0·428
I·075	10·0	7·5	15·16	53·87	50·62	47·22	45·05	42·84	0·163	0·579	0·544	0·508	0·484	0·460
I·080	10·6	8	16·15	57·39	53·92	50·31	47·99	45·63	0·174	0·620	0·582	0·543	0·518	0·493
I·085	11·2	8·5	17·13	60·87	57·19	53·36	50·90	48·40	0·186	0·660	0·621	0·579	0·552	0·523

I·090	11·9	9	18·11	64·35	60·47	56·41	53·82	51·17	0·197	0·701	0·659	0·615	0·587	0·558
I·095	12·4	9·5	19·06	67·73	63·64	59·37	56·64	53·86	0·209	0·742	0·697	0·650	0·620	0·590
I·100	13·0	10	20·01	71·11	66·81	62·33	59·46	56·54	0·220	0·782	0·735	0·686	0·654	0·622
I·105	13·6	10·5	20·97	74·52	70·01	65·32	62·32	59·26	0·232	0·823	0·774	0·722	0·689	0·655
I·110	14·2	11	21·92	77·89	73·19	68·28	65·14	61·94	0·243	0·865	0·812	0·758	0·723	0·687
I·115	14·9	11·5	22·86	81·23	76·32	71·21	67·93	64·60	0·255	0·906	0·851	0·794	0·757	0·719
I·120	15·4	12	23·82	84·64	79·53	74·20	70·79	67·31	0·267	0·948	0·891	0·831	0·793	0·754
I·125	16·0	12·5	24·78	88·06	82·74	77·19	73·64	70·02	0·278	0·991	0·931	0·868	0·828	0·788
I·130	16·5	13	25·75	91·50	85·97	80·21	76·52	72·76	0·291	1·034	0·972	0·906	0·865	0·822
I·135	17·1	13·5	26·70	94·88	89·15	83·18	79·34	75·45	0·303	1·077	1·011	0·944	0·901	0·856
I·140	17·7	14	27·66	98·29	92·35	86·17	82·20	78·16	0·315	1·121	1·053	0·982	0·937	0·891
I·142·5	18·0		28·14	100·00	93·95	87·66	83·62	79·51	0·322	1·143	1·073	1·002	0·955	0·908
I·145	18·3	14·5	28·61	101·67	95·52	89·13	85·02	80·84	0·328	1·164	1·094	1·021	0·973	0·926
I·150	18·8	15	29·57	105·08	98·73	92·11	87·87	83·55	0·340	1·208	1·135	1·059	1·011	0·961
I·152	19·0		29·95	106·43	100·00	93·30	89·01	84·63	0·345	1·226	1·152	1·075	1·025	0·975
I·155	19·3	15·5	30·55	108·58	102·00	95·17	90·79	86·32	0·353	1·254	1·178	1·099	1·049	0·997
I·160	19·8	16	31·52	112·01	105·24	98·19	93·67	89·07	0·366	1·299	1·221	1·139	1·087	1·033
I·163	20·0		32·10	114·07	107·17	100·00	95·39	90·70	0·373	1·326	1·246	1·163	1·109	1·054
I·165	20·3	16·5	32·49	115·46	108·48	101·21	96·55	91·81	0·379	1·345	1·264	1·179	1·125	1·070
I·170	20·9	17	33·46	118·91	111·71	104·24	99·43	94·55	0·392	1·391	1·307	1·220	1·163	1·106
I·171	21·0		33·65	119·58	112·35	104·82	100·00	95·09	0·394	1·400	1·316	1·227	1·171	1·113
I·175	21·4	17·5	34·42	122·32	114·92	107·22	102·28	97·26	0·404	1·437	1·350	1·260	1·202	1·143
I·180	22·0	18	35·39	125·76	118·16	110·24	105·17	100·00	0·418	1·484	1·394	1·301	1·241	1·180
I·185	22·5	18·5	36·31	129·03	121·23	113·11	107·90	102·60	0·430	1·529	1·437	1·340	1·279	1·216
I·190	23·0	19	37·23	132·30	124·30	115·98	110·63	105·20	0·443	1·574	1·479	1·380	1·317	1·252
I·195	23·5	19·5	38·16	135·61	127·41	118·87	113·40	107·83	0·456	1·621	1·523	1·421	1·355	1·289
I·200	24·0	20	39·11	138·98	130·58	121·84	116·22	110·51	0·469	1·667	1·567	1·462	1·395	1·326

N*

2. Einfluß der Temperatur auf das spezifische Gewicht der Salzsäure.

a Dichte bei $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$; Δ Änderung durch die Temperatur bei der Temperatur t .

a	Δ 0°	Δ 10°	Δ 20°	Δ 30°	Δ 40°	Δ 50°	Δ 60°
1·160	+0·008	+0·003	-0·003	-0·008	-0·013	-0·018	-0·022
1·150	8	3	3	8	13	18	22
1·140	8	3	3	8	13	17	22
1·130	8	3	3	8	13	18	23
1·120	8	3	3	8	12	17	21
1·110	8	3	3	7	11	16	20
1·100	8	3	3	8	12	16	21
1·090	8	3	3	8	13	17	21
1·080	8	3	3	7	12	16	20
1·070	8	3	2	7	11	15	21
1·060	8	3	2	7	12	16	20
1·050	8	3	2	7	12	17	21
1·040	8	3	3	8	13	18	22
1·030	8	3	3	8	13	18	22
1·020	8	3	3	8	13	18	22
1·010	8	3	3	8	13	18	22

3. Analyse der Salzsäure.

a) Bestimmung des Chlorwasserstoffs. 10 ccm der Säure, deren spezifisches Gewicht bekannt sein muß, werden mit einer genauen Pipette abgemessen, mit destilliertem Wasser auf 200 ccm verdünnt und davon wieder 10 ccm abgemessen; oder aber statt dessen etwa 1 g in der Kugelhahnpipette Fig. 9, S. 172, abgewogen, in Wasser einlaufen gelassen und vollständig zum Titrieren verwendet. Man versetzt die Probe mit chlorfreier Soda, bis die Reaktion neutral oder schwach alkalisch geworden ist. Man wird diesen Punkt schnell und ohne wesentlichen Verlust durch Tüpfeln treffen können, wenn man nach dem spezifischen Gewicht der Säure deren Gehalt aus der Tabelle S. 178 ermittelt und die entsprechende Menge Natriumcarbonatlösung aus einer Bürette zusetzt. Dann versetzt man mit ein wenig Lösung von neutralem chromsaurem Kali und titriert mit Zehntelnormal-Silberlösung bis zur schwachen Rötung (S. 174). Von der verbrauchten Lösung zieht man 0·2 ccm ab; der Rest, multipliziert mit 72·94 ($\log = 1·86297$) und dividiert durch das spezifische Gewicht der Salz-

säure, gibt deren Prozentgehalt an HCl. Bei Anwesenheit von Metallchloriden, welche jedoch nur ausnahmsweise in merklicher Menge vorkommen, würde Obiges unrichtige Resultate geben. Man bestimmt dann die Gesamtsäure wie S. 160 für Schwefelsäure beschrieben, bestimmt die Schwefelsäure nach b) und zieht sie von der Gesamtsäure ab. Man kann dieses Verfahren natürlich von vornherein auch bei Abwesenheit metallischer Chloride einschlagen.

b) Bestimmung der Schwefelsäure. Man neutralisiert die Salzsäure beinahe, aber nicht ganz, mit schwefelsäurefreier Soda und fällt die Schwefelsäure mit Baryumchlorid nach S. 136. (Wenn man gar nicht oder mit NH_3 abstumpft, bekommt man zu niedrige Resultate, weil dann Baryumsulfat in Lösung bleibt). Jeder Gewichtsteil BaSO_4 entspricht 0.3430 g ($\log = 0.53529 - 1$) SO_3 .

c) Freies Chlor. Man schüttelt die Säure in einer verschlossenen Flasche, nach Verdrängung der Luft aus dem darüber stehenden Raum durch Kohlendioxyd, mit einem Span völlig blanken Kupfers. Bei Gegenwart von Chlor wird Kupfer aufgenommen und kann durch Ferrocyankalium etc. nachgewiesen werden. Für gewöhnlich genügt schon Erwärmen der Salzsäure und Einhalten eines Streifens von Jodkalium-Stärkepapier in die Dämpfe; eine sofortige Bläuung zeigt freies Chlor an.

d) Bestimmung des Eisens. Man reduziert dieses zu Chlorür durch kurze Digestion mit einem Stäbchen eisenfreiem Zink, spült dieses ab, verdünnt stark mit Wasser, setzt etwas eisenfreie Manganchlorür- oder Mangansulfatlösung zu und titriert mit Zwanzigstel-Normal-Permanganatlösung (s. Anhang), von welcher jedes Kubikzentimeter 0.002792 g ($\log = 0.44592 - 3$) Fe anzeigt. Bei Gegenwart von schwefliger Säure muß diese zuerst zu Schwefelsäure oxydiert werden, ehe man das Eisen wie oben reduziert und titriert. Spuren von Eisen bestimmt man kolorimetrisch nach C. T. U. I, 465.

e) Schweflige Säure. Man oxydiert sie durch Permanganat, Jod oder Wasserstoffsperoxyd zu Schwefelsäure, bestimmt diese zusammen mit der schon früher vorhandenen durch Fällung mit Baryumchlorid und zieht die schon ursprünglich vorhandene, nach b) gefundene Menge ab.

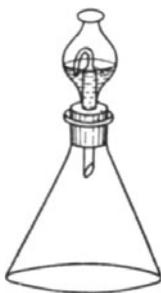
f) Arsen. 50 ccm der Salzsäure von $20-22^0$ Bé — schwächere Säure wird mit Schwefelsäure von 45^0 Bé auf diese Stärke eingestellt — werden mit 5 ccm 30proz. Kaliumjodidlösung versetzt; nach einer Minute wird über Verbandwatte filtriert und weiter genau wie S. 170 angegeben, verfahren. Genaueres in C. T. U. I, 501.

IV. Chlorkalkfabrikation etc.

A. Natürlicher Braunstein.

1. Bestimmung des Mangandioxyds. Man wägt 1,0866 g des feinst gepulverten und längere Zeit bei 100° getrockneten Braunsteins ab, bringt ihn in den mit Contat-Göckelschem Ventil versehenen Auflösungskolben, Fig. 10 beschickt die Glaskugel des Ventils etwa zur Hälfte mit einer konzentrierten Lösung von Natriumbicarbonat und gibt in den

Fig. 10.



Kolben selbst drei Pipettenfüllungen zu 25 ccm, also im ganzen 75 ccm einer Lösung von 100 g reinem Eisenvitriol und 100 ccm konzentrierter reiner Schwefelsäure, die mit Wasser zu einem Liter aufgefüllt und an demselben Tage durch eine HalbnormalPermanganatlösung titriert worden ist, wie unter B 1 (S. 183) genauer beschrieben wird. Man verschließt nun den Kolben mittels des Ventilstopfens und erhitzt so lange, bis sich der Braunstein vollständig zersetzt hat und ein nicht mehr dunkel gefärbter Rückstand entstanden ist. Während des Erkalts tritt aus dem Ventil Bicarbonatlösung in den Kolben ein, bis der Druck des freiwerdenden CO_2 gleich dem der Atmosphäre ist.

Die noch in der Glaskugel verbleibende (eventuell nachzufüllende) Bicarbonatlösung verhindert das Eintreten von atmosphärischer Luft in den Kolben. Nach völligem Erkalten verdünnt man den Kolbeninhalt mit ca. 200 ccm luftfreiem Wasser und titriert mit Kaliumpermanganat bis zum Auftreten der ersten Rosafärbung. Die jetzt verbrauchte Menge Permanganat wird von der den 75 ccm Eisenlösung entsprechenden abgezogen; von dem Reste entspricht jedes ccm 0,02173 g oder 2 Prozent MnO_2 . An Stelle der sich rasch verändernden Ferrosulfatlösung kann die Anwendung von Natriumoxalat nach Sörensen (s. Titerstellung des Permanganats) erfolgen, das nach Zufügung von verdünnter Schwefelsäure mit dem Braunstein bis zu dessen Zersetzung gekocht wird. Der Überschuß der Oxalsäure wird mit Permanganat zurücktitriert.

2. Carbonate bestimmt man entweder dem Gewichte nach durch Austreiben mit verdünnter Schwefelsäure oder Salpetersäure und Auffangen in Natronkalk (S. 138), oder besser und schneller nach Lunge und Rittener auf gasvolumetrischem Wege (S. 198 f.).

3. Bestimmung der zur Zersetzung nötigen Salzsäure. Man löst in einem Kolben mit Rückflußkühler 1 g

Braunstein in 10 ccm starker Fabrik-Salzsäure, deren Gehalt durch Titrieren ermittelt worden ist, anfangs in der Kälte, dann unter Anwendung von Wärme. Die erkaltete Lösung wird mit Normalnatronlauge versetzt, bis rotbraune Flecken von Eisenhydroxyd entstehen, welche sich beim Umschütteln und schwachem Erwärmen nicht mehr auflösen. Die hierzu verbrauchte Natronlauge wird auf die Stärke der zum Lösen des Braunsteins angewendeten Salzsäure berechnet und die so ermittelte Menge der überschüssigen Säure von den zuerst angewendeten 10 ccm abgezogen.

B. Regenerierter Braunstein und Laugen des Weldon-Verfahrens.

1. Bestimmung des MnO_2 im Weldon-Schlamm. Man bestimmt den Wert einer sauren Eisensulfatlösung (100 g kristallisiertes Eisenvitriol + 100 ccm konz. reine Schwefelsäure in 1 Liter) gegenüber einer Halbnormal-Permanganatlösung (Bereitung im Anhang), indem man 25 ccm der ersteren mit 100—200 ccm kaltem Wasser verdünnt und das Permanganat aus einer Glashahnbürette zusetzt, bis beim Umschwenken die Rosafarbe nicht mehr augenblicklich verschwindet, sondern mindestens $\frac{1}{2}$ Minute stehen bleibt (spätere Entfärbung wird nicht beachtet). Diese Probe muß einmal an jedem Beobachtungstage vorgenommen werden; die dafür verbrauchten Kubikzentimeter Permanganat heißen x .

Man pipettiert nun wiederum 25 ccm der Eisensulfatlösung in ein Becherglas, entnimmt mittels einer Pipette 10 ccm des Manganschlammes, welcher unmittelbar vorher in der Flasche gut umgeschüttelt worden ist (Umrühren genügt nicht), spritzt die Pipette außen ab, läßt jetzt erst ihren Inhalt in das Becherglas zu der Eisensulfatlösung laufen und wäscht den inwendig hängen gebliebenen Schlamm mit der Spritzflasche nach. Nachdem sich beim Umschwenken alles gelöst hat, wird mit ca. 100 ccm Wasser verdünnt und mit Permanganat austitriert; die verbrauchten Kubikzentimeter des letzteren heißen y . Man findet nun die Menge des MnO_2 in Grammen pro Liter des Schlammes durch die Formel: $2 \cdot 173 (x - y)$.

2. Gesamt-Mangangehalt des Schlammes, ausgedrückt als (theoretisch mögliches) MnO_2 in Grammen pro Liter des Schlammes. Man entnimmt 10 ccm des letzteren mit derselben Vorsicht wie in Nr. 1, kocht mit starker Salzsäure bis zur Verjagung des Chlors, stumpft den Überschuß der Säure mit gepulvertem Marmor oder gefällttem Calciumcarbonat ab, setzt konzentrierte filtrierte Chlorkalklösung zu, kocht einige

Minuten, bis die Farbe des Ganzen stark rot wird und dabei noch überschüssiger Chlorkalk zu riechen ist, und zerstört die rote Farbe wieder durch tropfenweisen Zusatz von Alkohol. Sämtliches Mangan ist jetzt im Zustande von MnO_2 , welches man abfiltriert und auswäscht; man versäume nicht, zu prüfen, ob das Filtrat sich mit Chlorkalklösung noch bräunt, also noch Mangan enthält, was natürlich nicht der Fall sein soll. Das Auswaschen wird fortgesetzt, bis das Waschwasser mit Jodkalium-Stärkepapier keine Reaktion mehr gibt. Das Filter mit dem Niederschlag wird in 25 ccm der sauren Eisensulfatlösung (vgl. Nr. 1) geworfen; wenn sich nicht alles MnO_2 löst, setzt man weitere 25 ccm der Eisenlösung zu, verdünnt mit 100 ccm Wasser und titriert mit Permanganat zurück: Berechnung wie in Nr. 1.

3. Bestimmung der „Basis“, d. i. der Monoxyde etc. des Schlammes, welche HCl beanspruchen, aber kein Chlor abgeben. Man verdünnt 25 ccm (bei sehr hoher Basis 50 ccm) Normal-Oxalsäurelösung (63.03 g kristallisierte Oxalsäure in 1 Liter) auf ca. 100 ccm, erwärmt auf 60–80°, setzt 10 ccm Manganschlamm aus einer Pipette unter Beobachtung der unter Nr. 1 gegebenen Vorschriften zu und schüttelt, bis der Niederschlag rein weiß, nicht mehr gelblich erscheint, was bei obiger Temperatur sehr bald eintritt. Man verdünnt nun auf 202 ccm (die 2 ccm entsprechen dem Volum des Niederschlages und werden in einem 200 ccm-Kolben durch einen Feilstrich bezeichnet), gießt durch ein trockenes Filter und titriert 100 ccm des Filtrats mit Natronlauge zurück. (Als Indikator ist Phenolphthalein zu verwenden; Methyl-Orange ist für Oxalsäure nicht anwendbar.) Die verbrauchten Kubikzentimeter Normalnatronlauge heißen z . Die Oxalsäure dient 1. zur Zersetzung des MnO_2 in MnO und CO_2 , 2. zur Sättigung des neu entstehenden MnO , 3. zur Sättigung der ursprünglich vorhandenen Monoxyde etc. inkl. MnO , d. i. der „Basis“. 4. Der unverbrauchte Rest ist eben = $2z$. Der Posten 1 ist gleich dem Posten 2, und beide zusammen gleich der Größe $x - y$ von der MnO_2 -Bestimmung in Nr. 1 (a. v. S.), weil die Oxalsäure normal, das Permanganat aber nur halbnormal ist. Der Posten 3 entspricht der ursprünglich angewendeten Menge Oxalsäure, also 25 resp. 50 ccm, abzüglich $x - y$ und $2z$, also ist diese Größe $w = 25$ (resp. 50) — $(x + 2z) + y$. Unter „Basis“ versteht man nun das Verhältnis des Postens 3, ausgedrückt durch w , zu dem Posten 1, ausgedrückt durch $\frac{x - y}{2}$ (weil das Natron normal, das Permanganat halbnormal ist); sie ist also

$$= \frac{2w}{x - y},$$

oder bei Anwendung von 25 ccm Oxalsäure

$$= \frac{50 - 2x - 4z + 2y}{x - y} = \left(\frac{50 - 4z}{x - y} \right) - 2$$

oder bei Anwendung von 50 ccm Oxalsäure

$$= \left(\frac{100 - 4z}{x - y} \right) - 2.$$

C. Kalkstein.

1. Unlösliches. 1 g wird mit Salzsäure behandelt, der Rückstand ausgewaschen, getrocknet und geglüht. Bei Vorhandensein erheblicher Mengen von organischer Substanz wägt man das bei 100° getrocknete Filter und glüht erst dann; die Differenz = der organischen Substanz.

2. Kalk. Man löst 1 g in 25 ccm Normalsalzsäure und titriert mit Normalnatronlauge zurück; die von dieser verbrauchten Kubikzentimeter werden von 25 abgezogen. Der Rest, multipliziert mit 2·8, gibt den Prozentgehalt von CaO, oder multipliziert mit 5 den Prozentgehalt von CaCO₃. (NB. Hierbei ist MgO mit als CaO gerechnet; bei den meisten in der Soda- und Chlorkalkfabrikation vorkommenden Kalksteinen ist dies wegen deren geringen Magnesiagehaltes zulässig; anderenfalls muß man die nach Nr. 3 gefundene Menge MgO resp. MgCO₃ in Abzug bringen.)

3. Magnesia wird meist nur bei dem für Braunstein-Regenerierung dienenden Kalkstein bestimmt. Man löst 2 g des Kalksteins in Salzsäure, fällt den Kalk mit NH₃ und oxalsaurem Ammon und bestimmt die Magnesia im Filtrat durch Füllen mit phosphorsaurem Natron, vgl. S. 176.

4. Eisen wird meist nur bei dem für Chlorkalkfabrikation dienenden Kalkstein bestimmt. Man löst 2 g in Salzsäure auf, reduziert die Lösung mit Zink, verdünnt, setzt etwas eisenfreie Manganlösung zu und titriert mit Permanganat, vgl. S. 170.

D. a) Gebrannter Kalk.

1. Bestimmung des freien CaO. Man wägt 100 g eines möglichst gut gezogenen Durchschnittsmusters des Ätzkalks ab, löscht sorgfältig, bringt den Brei in einen Halbliterkolben, füllt zur Marke auf, pipettiert unter Umschütteln 100 ccm heraus, läßt diese in einen Halbliterkolben fließen, füllt auf und nimmt von dem gut gemischten Inhalte 25 ccm (= 1 g Ätzkalk) zur Untersuchung. Man setzt hierzu ein wenig einer alkoholischen Lösung von Phenolphthalein und titriert mit Normalsalzsäure ganz langsam und unter gutem Umschütteln bis die Rosafarbe verschwunden ist, was eintritt, wenn aller freier Kalk gesättigt, aber CaCO₃ noch nicht angegriffen ist. Jedes ccm der Normalsalzsäure = 0·02804 g (log = 0·44770—2) CaO.

2. Bestimmung der Kohlensäure. Man titriert CaO und CaCO₃ zusammen durch Auflösen in Normalsalzsäure und Zurücktitrieren mit Normalnatron wie oben bei C. 1; durch Abziehen der nach Nr. 1 bestimmten Menge von CaO erhält man die Menge des CaCO₃. Für ganz genaue Bestimmungen treibt man die CO₂ durch Salzsäure aus, absorbiert sie durch Natronkalk und bestimmt ihr Gewicht nach S. 138 oder ihr Volum nach Lunge und Rittener S. 198.

b) Gelöschter Kalk.

1. Wasser. Man wägt aus einem verschlossenen Wägeröhrchen ca. 1 g ab und erhitzt im Platintiegel allmählich, zuletzt bis zur starken Rotglut (vgl. S. 174), läßt im Exsikkator erkalten und wägt zurück; der Gewichtsverlust ist = Wasser + Kohlendioxyd.

2. Carbonate werden wie oben (a Nr. 2) bestimmt.

3. Gehalt der Kalkmilch an Ätzkalk bei verschiedenem spezifischen Gewichte nach Blattner (Dingl. Journ. 250, 464; 1883). Bei dünner Kalkmilch liest man schnell ab, damit der Kalk sich nicht absetzt. Bei dicker Kalkmilch, für welche man keinen zu engen Zylinder anwenden darf, steckt man das Aräometer leicht hinein und dreht den Zylinder langsam auf dem Tische herum, so daß er schwache Erschütterungen erleidet, bis die Spindel nicht mehr weiter einsinkt. Die Tabelle gilt für 15°.

Grad Baumé	Gewicht von 1 Liter g	CaO im Liter g	Grad Baumé	Gewicht von 1 Liter g	CaO im Liter g
1	1007	7.5	16	1125	159
2	1014	16.5	17	1134	170
3	1022	26	18	1142	181
4	1029	36	19	1152	193
5	1037	46	20	1162	206
6	1045	56	21	1171	218
7	1052	65	22	1180	229
8	1060	75	23	1190	242
9	1067	84	24	1200	255
10	1075	94	25	1210	268
11	1083	104	26	1220	281
12	1091	115	27	1231	295
13	1100	126	28	1241	309
14	1108	137	29	1252	324
15	1116	148	30	1263	329

Für höhere Gehalte vgl. man Lunge-Köhler, Steinkohlenteer und Ammoniak. 5 Aufl. II, 233.

E. Chlorkalk.

1. Bleichendes Chlor. Penots Methode. Man wägt 7.092 g des gut gemischten Chlorkalkmusters ab, zerreibt dies in einem Porzellanmörser, dessen Schnauze unten etwas eingefettet ist, mit wenig Wasser zu einem völlig gleichmäßigen, zarten Brei, verdünnt mit mehr Wasser, spült das Ganze in einen Literkolben, verdünnt bis zur Marke und pipettiert für jede Probe nach gutem Umschütteln des Kolbens 50 ccm = 0.3546 g Chlorkalk in ein Becherglas. Hierzu läßt man unter fortwährendem Umschwenken alkalische Zehntelnormal-Arsenlösung (enthaltend 4.948 g As_2O_3 im Liter, Bereitung im Anhang) laufen, bis man nicht mehr sehr weit von der zu erwartenden Grädigkeit entfernt ist. Dann bringt man ein Tröpfchen des Gemisches auf ein Stück Filtrierpapier, das mit einer etwas Jodkalium enthaltenden Stärkelösung angefeuchtet ist. Je nach der Tiefe der entstehenden blauen Farbe (bei ganz großem Überschuß an Chlor wird der Fleck braun) setzt man wieder mehr oder weniger Arsenlösung zu und wiederholt das Tüpfeln, bis das Reagenzpapier nur noch kaum merklich oder gar nicht gebläut wird. Jedes ccm der Arsenlösung zeigt 1 Proz. bleichendes Chlor an.

2. Carbonate in Chlorkalk oder Bleichlaugen. Eine größere Menge Chlorkalk (2 g oder mehr, je nach dem Carbonatgehalt) werden in einem Zersetzungskölbchen mit kohlenstoffsaurem Ammoniak versetzt und das durch Kochen mit Salzsäure freigemachte Kohlendioxyd nach der Methode von Lunge und Rittener (Zeitschr. f. angew. Chem. 19, 1849; 1906) (S. 198) bestimmt. An Stelle des Ammoniaks kann Mercksches Wasserstoffsperoxyd Verwendung finden, dessen Überschuß man vor dem Kochen mit Säure durch Erwärmen mit etwas Platinmohr zersetzt. 1 ccm Kohlendioxyd (bei 0° und 760 mm) entspricht 0.001977 g ($\log = 0.29597 - 3$) CO_2 resp. 0.0044968 g ($\log = 0.65290 - 3$) CaCO_3 .

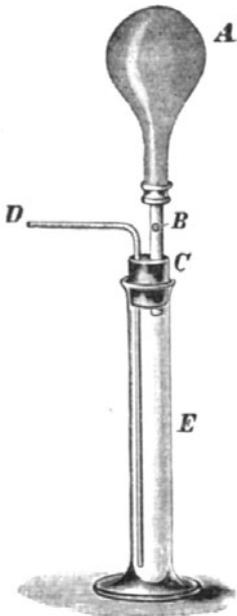
3. Probeziehen von Chlorkalk im Anhang.

4. Vergleichung des Prozentgehaltes an bleichendem Chlor mit den französischen (Gay-Lussacschen) Graden.

Die französischen Grade bedeuten die Anzahl der Liter Chlor von 0° und 760 mm Druck, welche 1 kg des Chlorkalks entwickeln kann (berechnet unter Zugrundelegung des experimentell gefundenen Litergewichtes des Chlors, s. S. 14).

Franz. Grade	Proz. Chlor						
63	20·28	81	26·07	99	31·87	117	37·66
64	20·60	82	26·40	100	32·19	118	37·99
65	20·92	83	26·72	101	32·51	119	38·31
66	21·25	84	27·04	102	32·83	120	38·63
67	21·57	85	27·36	103	33·16	121	38·95
68	21·89	86	27·68	104	33·48	122	39·27
69	22·21	87	28·01	105	33·80	123	39·59
70	22·53	88	28·33	106	34·12	124	39·92
71	22·86	89	28·65	107	34·44	125	40·24
72	23·18	90	28·97	108	34·77	126	40·56
73	23·50	91	29·29	109	35·09	127	40·88
74	23·82	92	29·62	110	35·41	128	41·20
75	24·14	93	29·94	111	35·73	129	41·53
76	24·47	94	30·26	112	36·05	130	41·85
77	24·79	95	30·58	113	36·38	131	42·17
78	25·11	96	30·90	114	36·70	132	42·49
79	25·43	97	31·23	115	37·02		
80	25·75	98	31·55	116	37·34		

Fig. 11.



5. Prüfung der Kammerluft auf Chlorgehalt vor Öffnung der Kammer. In England ist es gesetzliche Vorschrift, daß der Gehalt des Gases vor Öffnung der Kammer die Grenze von 5 Grains pro Kubikfuß = 11·5 g pro cbm nicht überschreiten dürfe. Wo in anderen Ländern analoge Vorschriften bestehen, bleibt das Verfahren zur Kontrolle davon natürlich das gleiche. Dies wird ermittelt mit Hilfe des in Fig. 11 gezeigten Apparates. *A* ist eine Kautschukspritze von ca. 100 ccm Inhalt, *B* ein in deren Mundstück gebohrtes Loch, *D* ein fast auf den Boden des Zylinders *E* führendes Glasrohr, dessen unteres Ende so weit verengt ist, daß nur eine feine Nähnadel durchgeht. In *E* kommen 26 ccm einer Lösung, von der 10 Birnenfüllungen $2\frac{1}{2}$ Grains (also 5 Füllungen 5 Grains) Chlor im Kubikfuß anzeigen, bereitet aus 0·3485 g arseniger Säure, aufgelöst in Ätznatron und mit Schwefelsäure neutralisiert, 25 g Jodkalium, 5 g gefälltes Calciumcarbonat, 6—10 Tropfen Ammoniak, alles auf ein Liter verdünnt. Zu

den 26 ccm setzt man noch ein wenig Stärkelösung, führt dann das äußere Ende von *D* in die Chlorkalkkammer 0.6 m über deren Boden ein, drückt *A* zusammen und verschließt das Loch *B* mit dem Finger, worauf man den Druck auf *A* aufhebt. Indem sich der Kautschuk ausdehnt, wird die Kammerluft durch *D* in die Flüssigkeit in *E* gesaugt. Man merkt die Zahl der Birnenfüllungen an, die nötig ist, um die Flüssigkeit durch Ausscheidung von Jod zu färben, die also mindestens 5 betragen muß.

F. Deacon-Verfahren.

Man saugt 5 l des aus dem Zersetzer (Decomposer) kommenden Gases ab, wobei der Apparat so dicht wie möglich an den Zersetzer herangebracht wird und absorbiert HCl und Cl in 250 ccm Natronlauge vom spezifischen Gewicht 1.075, welche auf 2—3 Flaschen verteilt ist. Die Zeit der Absaugung sollte mit der zur Durchsetzung einer Beschickung in der Sulfatpfanne erforderlichen stimmen. Man vereinigt den Inhalt aller Flaschen und verdünnt auf 500 ccm.

1. Hiervon pipettiert man 100 ccm in den Ventilkolben, Fig. 10, S. 182, setzt eine nach S. 183 bereitete und mit Permanganat verglichene saure Ferrosulfatlösung hinzu und bringt zum Kochen. Nach dem Abkühlen verdünnt man mit 200 ccm Wasser und titriert mit Halbnormal-Permanganat, wovon man *y* ccm braucht; *x* heiße die für die 25 ccm der Eisenlösung erforderliche Menge Permanganat.

2. Zu 10 ccm der obigen alkalischen Lösung setzt man ein wenig Lösung von SO₂ und säuert mit verdünnter Schwefelsäure an, wobei der Geruch nach SO₂ deutlich hervortreten soll. Man erhitzt zum Kochen, läßt abkühlen, zerstört nötigenfalls noch vorhandenes SO₂ durch einige Tropfen Permanganat, neutralisiert mit reiner Soda, verdünnt mit Wasser, setzt etwas neutrales Kaliumchromat zu und titriert mit $\frac{1}{10}$ -Normalsilbernitratlösung auf rot, wozu man *z* ccm braucht. Dann zeigt der Ausdruck

$\frac{50x-y}{z}$ die prozentige Zersetzung der Salzsäure und $44.94 + \frac{x-y}{8}$

die Zahl der Volume Luft auf 1 Volum HCl. Wenn statt 5 l Gas ein anderes Volum *n* abgesaugt worden ist, so verändert

sich die Konstante 44,94 in: $\frac{1.639n}{50 \times 0.003647}$, wobei angenommen ist, daß im übrigen genau wie oben verfahren wird und daß 1 l HCl bei 0° C und 760 mm 1.639 g wiegt.

Die Bestimmung des Verhältnisses von Chlorwasserstoff zu Chlor kann auch nach der Methode von Ferchland (s. unter

„Elektrolytisches Chlorgas“⁴⁾ erfolgen, wobei der Chlorwasserstoff nach Absorption des Chlors mittels Quecksilber durch Kalilauge ermittelt wird, s. a. C. T. U. I, 385.

3. Kohlendioxyd. Man leitet 20 l des durch Wasser von HCl befreiten Gases in ammoniakalische Baryumchloridlösung, erhitzt zuletzt, filtriert das $BaCO_3$ ab und bestimmt dieses durch direktes Glühen oder nach Umwandlung in $BaSO_4$; wobei $1 \text{ g } BaSO_4 = 0.1885 \text{ g } (log = 0.27527 - 1) CO_2$. Vgl. auch C. T. U. I, 582 und unten bei elektrolytischem Chlorgas.

4. Wasserdampf. Man leitet das Gas durch ein gewogenes, mit konz. Schwefelsäure befeuchtetes Bimsteinrohr und verdrängt vor dem Zurückwägen die anderen Gase durch Durchsaugen von Luft.

G. Elektrolytisches Chlorgas.

Das mittels Graphitanoden erzeugte elektrolytische Chlorgas kann bis zu 12 % Kohlendioxyd enthalten. Die Bestimmung des CO_2 erfolgt nach dem von Ferchland (Elektrochem. Ztschr. 13, 114; 1906) angegebenen, aber von uns zweckmäßiger gestalteten Verfahren wie folgt:

Eine trockene Buntbürette, deren Gesamtinhalt (v) von Hahn zu Hahn genau bekannt ist, wird durch längeres Durchleiten des zu untersuchenden Gases mit diesem gefüllt, wobei der Anschluß an die Chlorleitung zweckmäßig am unteren Hahn erfolgt, so daß das schwerere Gas die leichtere Luft rasch verdrängt. Die unter Atmosphärendruck mit dem technischen Chlorgas gefüllte Bürette wird nun in eine Klammer senkrecht eingespannt und an den unteren, einfach durchbohrten Hahn ein mit Quecksilber gefülltes Niveaurrohr mittels eines starkwandigen Schlauches angeschlossen. Der Schlauch ist ganz mit Quecksilber gefüllt, so daß keine Luft in die Bürette eindringen kann. Nach Anbringung von Eisendrahtligaturen wird der untere Glashahn der Bürette geöffnet. Nun steigt Quecksilber in die Bürette ein und absorbiert anfänglich das Chlor ziemlich rasch, bis es sich mit einer zusammenhängenden Haut überzieht, die die weitere Absorption erschwert. Man schließt nun den unteren Hahn und bewirkt durch Schütteln der Bürette die vollständige Absorption des Chlors. Die Wand der Bürette bedeckt sich dabei mit einem undurchsichtigen Spiegel und auf dem Quecksilber schwimmt ein pulveriger Körper, bestehend aus Kalomel mit eingeschlossenem Quecksilber. Ist nach kurzem Schütteln die Absorption des Chlors beendet, so öffnet man den unteren Hahn, stellt in Bürette und Niveaurrohr das Quecksilber annähernd gleich und läßt zum Temperatúrausgleich 10—15 Minuten stehen. Nach Ablauf dieser Zeit bringt man in den oberen Becher 1 ccm gesättigte Kochsalzlösung und saugt diese durch Er-

zeugung von Minderdruck in die Bürette. Hierdurch sinkt der pulverige Körper, der sonst die genaue Ablesung unmöglich macht, zu Boden und es entsteht ein genau ablesbarer Meniskus. Man stellt nun auf Atmosphärendruck ein, wie beim Nitrometer S. 164 beschrieben, und liest das Gasvolumen ab (a). Hierauf gießt man in den Becher etwas konz. Kalilauge (1 : 2) ein, läßt sie in die Bürette eintreten, bewirkt durch Schütteln Absorption des Kohlendioxyds und liest nach Einstellung auf Atmosphärendruck ab (b). Dann ergibt die Formel $\frac{(b-a) \cdot 100}{v}$ die Procente Kohlendioxyd im untersuchten Chlorgase. Eine Korrektur für Feuchtigkeitstension ist bei der Anwendung so konzentrierter Lösungen nicht erforderlich.

H. Kaliumchlorat.

1. Die Laugen aus den Absorptionsgefäßen enthalten Calciumchlorat und Chlorcalcium; man berechnet diese aber zweckmäßig gleich als Kaliumsalze.

a) Chlorsaures Salz wird bestimmt, um die Arbeit zu kontrollieren und den Zusatz von KCl zu berechnen. Man mißt 2 ccm mit einer genauen Pipette ab, bringt dies in den Ventilkolben, Fig. 10, S. 182, setzt etwas heißes Wasser und einen Tropfen Alkohol zu, kocht (ohne Ventil) bis aller Chlorgeruch und die rosarote Farbe verschwunden ist, läßt abkühlen, setzt 25 ccm der auf S. 183 beschriebenen sauren Ferrosulfatlösung zu (welche a ccm Halbnormal-Permanganat erfordert), schließt den Kolben mit dem Ventilstopfen und kocht 10 Minuten. Nach der Abkühlung titriert man mit Halbnormal-Permanganat, wovon man b ccm bis zur beginnenden Rötung brauche. Die Lauge enthält dann Chlorat = $5 \cdot 107 (a-b)$ g KClO_3 im Liter und braucht theoretisch $3 \cdot 106 (a-b)$ g reines KCl pro Liter.

b) Chlorid (das CaCl_2 berechnet auf KCl). Man behandelt 1 ccm der Lauge wie oben zur Zerstörung von freiem Chlor und Verschwinden der roten Farbe, läßt abkühlen, setzt etwas K_2CrO_4 zu und titriert mit $\frac{1}{10}$ N-Silberlösung wie auf S. 174; jedes ccm der letzteren zeigt eine mit 7.456 g KCl äquivalente Menge Chlorid pro Liter an.

2. Käufliches chlorsaures Kali wird nur auf Chlorid (berechnet als KCl) untersucht. Da dessen Menge sehr gering ist, so nimmt man 50 g des Salzes, verdünnt mit absolut chlorfreiem Wasser und titriert das Ganze mit $\frac{1}{10}$ N-Silberlösung (wie in 1 b). Jedes ccm der letzteren zeigt 0.007456 g ($\log = 0.87251-3$) KCl = 0.015 Proz. KCl an.

I. Bleichlaugen

s. Elektrolytische Laugen, s. V. D, S. 207.

K. Druck und Volumgewicht des flüssigen Chlors.

Nach R. Knietsch, Ann. d. Chemie, 259, 100.

Temp.	Druck.	Spez. Gew.	Mittlerer Ausdehnungskoeffizient	
— 88°	37·5 mm/Hg	—		
— 85°	45·0 " "	—		
— 80°	62·5 " "	1·6602	} 0·001409	
— 75°	88·0 " "	1·6490		
— 70°	118 " "	1·6382		
— 65°	159 " "	1·6273		
— 60°	210 " "	1·6167		
— 55°	275 " "	1·6055		
— 50°	350 " "	1·5945		
— 45°	445 " "	1·5830		
— 40°	560 " "	1·5720		
— 35°	705 " "	1·5589		
— 33·6°	760 " "	1·5575	} 0·001793	
— 30°	1·20 Atm.	1·5485		
— 25°	1·50 " "	1·5358		
— 20°	1·84 " "	1·5230		
— 15°	2·23 " "	1·5100		
— 10°	2·63 " "	1·4965		
— 5°	3·14 " "	1·4830		
± 0°	3·66 " "	1·4690		
+ 5°	4·25 " "	1·4548		} 0·001978
+ 10°	4·95 " "	1·4405		
+ 15°	5·75 " "	1·4273	} 0·002030	
+ 20°	6·62 " "	1·4118		
+ 25°	7·63 " "	1·3984	} 0·002190	
+ 30°	8·75 " "	1·3815		
+ 35°	9·95 " "	1·3683	} 0·002260	
+ 40°	11·50 " "	1·3510		
50°	14·70 " "	1·3170	} 0·002690	
60°	18·60 " "	1·2830		
70°	23·00 " "	1·2430	} 0·003460	
80°	28·40 " "	1·2000		
90°	34·50 " "			
100°	41·70 " "			
110°	50·80 " "			
120°	60·40 " "			
130°	71·60 " "			
146°	93·50 " "	kritischer	Punkt.	

V. Sodafabrikation.

A. Leblancsoda.

I. Rohstoffe.

1. Sulfat vgl. S. 175.
2. Kalkstein zum Schmelzen.
 - a) Unlösliches wie S. 185.
 - b) Kalk (+MgO) wie S. 185.
 - c) Magnesia (nur bei den daran reichen Kalksteinen) wie S. 185.
3. Reduktionskohle.
 - a) Feuchtigkeit wie S. 120.
 - b) Koksrückstand wie S. 120.
 - c) Asche wie S. 121.

Bei neuen Kohlsorten ist nicht nur der Gesamtgehalt an Asche festzustellen, sondern in derselben auch Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd nach den Regeln der Silikatanalyse zu bestimmen.
 - d) Schwefel wie S. 121.
 - e) Stickstoff wird durch Glühen mit Natronkalk und Auffangen in titrierter Schwefelsäure, oder nach Kjeldahl bzw. nach den Regeln der organischen Elementaranalyse bestimmt.

II. Rohsoda. Man digeriert 50 g eines gut gemahlenden Durchschnittsmusters mit 480 ccm destilliertem Wasser von 45°, welches vorher durch längeres Kochen von CO₂ und O befreit und in einer verkorkten Flasche erkaltet war. Hierdurch werden 500 ccm Flüssigkeit entstehen. Man schüttelt sofort gut durch und wiederholt dies öfters während zwei Stunden. Die folgenden Bestimmungen werden teils mit dem aufgeschüttelten trüben Gemisch, teils mit dem klaren Anteile desselben gemacht; doch müssen die ersteren unbedingt zuerst angestellt werden.

I. Bestimmungen mit dem trüben Gemisch. Jedemal vor Entnahme einer neuen Probe schüttelt man das Gefäß gut um, entnimmt sofort die Probe mit einer Pipette, ehe sich der Rückstand absetzen kann, spült die Pipette außen ab, entleert ihren Inhalt in ein Becherglas und spült das innen Anhaftende in dasselbe Glas nach. Man braucht dazu eine 5 ccm Pipette mit kurzer und etwas weiter Spitze, um Verstopfung derselben zu vermeiden.

1. Freier Kalk (oder sein Äquivalent an NaOH). Man setzt zu 5 ccm des Gemisches einen Überschuß von Baryumchloridlösung, dann einen Tropfen Phenolphthaleinlösung und titriert mit $\frac{1}{5}$ N-Salzsäure bis zum Verschwinden der Rotfärbung (vgl. S. 185). Jedes ccm der Säure = 0.005607 g ($\log = 0.74873 - 3$) CaO.

2. Gesamt-Kalk. Zu 5 ccm des Gemisches setzt man in einem Kolben einige ccm konz. Salzsäure und kocht bis zur Austreibung sämtlicher Gase. Nach einigem Abkühlen versetzt man mit Methylorange und neutralisiert genau mit Soda, also bis zum Verschwinden der Rotfärbung. Nun fügt man 30 ccm einer $\frac{1}{5}$ N-Natriumcarbonatlösung zu, schlägt durch Kochen allen Kalk als CaCO_3 nieder (gleichzeitig auch Eisenoxyd, Tonerde und Magnesia, welche man jedoch vernachlässigen kann) spült alles in einen 200 ccm-Kolben, füllt zur Marke auf, entnimmt 100 ccm der klaren Flüssigkeit und titriert mit $\frac{1}{5}$ N-Salzsäure zurück. Die verbrauchte Menge sei = n. Der Gesamtkalk ist dann = $(30 - 2n) \cdot 0.005607$ CaO, oder als CaCO_3 berechnet = $(30 - 2n) \cdot 0.010007$ CaCO_3 .

(NB. Diese Proben geben freilich keine genauen Resultate, und können nur zur Orientierung dienen, schon darum, weil man unmöglich ein wirkliches Durchschnittsmuster von Rohsoda erhalten kann. Dies gilt aber von allen mit Rohsoda gemachten Bestimmungen.)

II. Bestimmungen in der klaren Lösung. Nachdem sämtliche unter I erwähnte Bestimmungen gemacht worden sind, läßt man das Gemisch in wohlverschlossenem Gefäß absetzen und pipettiert die Proben für die folgenden Bestimmungen aus der obenstehenden, klaren Flüssigkeit heraus.

1. 10 ccm (= 1 g Rohsoda) werden mit Salzsäure und Methylorange kalt titriert. Hierdurch erfährt man den alkalimetrischen Gesamtgehalt an Na_2CO_3 , NaOH und Na_2S . Wenn man die in Nr. 2 und 3 gefundenen Mengen hiervon abzieht, bekommt man die Menge des Natriumcarbonats, nämlich 0.05300 g ($\log = 0.72428 - 2$) für jedes Kubikzentimeter der Normalsäure. (Die durch kleine Mengen von Al_2O_3 und SiO_2 verursachte Ungenauigkeit kann vernachlässigt werden.)

2. Ätznatron wird bestimmt, indem man 10 ccm der Lauge mit überschüssigem Baryumchlorid versetzt (hierzu wird 5 ccm einer 10prozentigen Lösung von BaCl_2 , 2 aq stets mehr als genügen) verdünnt und nach Zusatz von Phenolphthalein mit Normalsalzsäure langsam und unter gutem Umschütteln bis zum Verschwinden der Farbe austitriert. Jedes Kubikzentimeter der Säure zeigt 0.04001 g ($\log = 0.60217 - 2$) NaOH in 1 g, d. i. der wirklich angewendeten Menge Rohsoda. Hierbei wird auch das Natriumsulfid mit als Ätznatron bestimmt.

3. Natriumsulfid. Man verdünnt 10 ccm der Lösung mit durch Auskochen von Sauerstoff befreitem Wasser auf ca. 200 ccm, säuert mit Essigsäure an und titriert schnell mit Jodlösung unter Benutzung von Stärke als Indikator. Wenn man Zehntel-Normal-Jodlösung (12.692 g J im Liter) anwendet, entspricht jedes Kubikzentimeter derselben 0.003904 g ($\log = 0.59151 - 3$) Na_2S ; man kann aber auch eine Lösung von 3.251 g J im Liter anwenden, von der jedes Kubikzentimeter 0.001 g Na_2S anzeigt. Bei Anwendung der Zehntelnormallösung kann man die verbrauchten Kubikzentimeter, durch 10 dividiert, sofort auf die in Nr. 1 verbrauchte Säuremenge beziehen. Andere niedere Schwefelungsstufen als Na_2S braucht man in frischer Rohsoda nicht zu berücksichtigen.

4. Natriumchlorid. Man neutralisiert 10 ccm der Lösung möglichst genau mit Salpetersäure, am bequemsten indem man von einer Normalsalpetersäure (63.02 g NO_3H im Liter) gerade so viel Kubikzentimeter zusetzt, als in Nr. 1 verbraucht worden waren, erhitzt zum Kochen, bis aller H_2S ausgetrieben ist, filtriert von dem etwa ausgeschiedenen Schwefel ab, setzt etwas neutrales Kaliumchromat oder Natriumarseniat zu und titriert mit Silberlösung nach S. 174. Jedes Kubikzentimeter der Zehntelnormal-Silberlösung zeigt 0.005846 g ($\log = 0.76686 - 3$) NaCl ; oder von einer im Liter 2.9061 g AgNO_3 enthaltenen Lösung zeigt 1 ccm 0.001 g NaCl .

5. Natriumsulfat. Man säuert 10 ccm mit nicht zu viel überschüssiger Salzsäure an, bringt zum Kochen, versetzt mit Baryumchlorid, filtriert, wäscht und glüht den Niederschlag von BaSO_4 . Bei der geringen Menge desselben kann man ihn gleich auf dem Filter mit heißem Wasser auswaschen, das Filter feucht in den Platintiegel bringen und glühen. Jeder Gewichtsteil BaSO_4 entspricht 0.6086 Teilen ($\log = 0.78433 - 1$) Na_2SO_4 .

6. Ein Durchschnittsmuster der sämtlichen Schmelzen wird durch Zusammengießen einer bestimmten Menge von der Lösung jeder Probe gebildet; dieses wird durch Einleiten von Kohlendioxyd carbonatiert, filtriert, die klare Lösung abgedampft und im Trockenrückstande wieder Na_2CO_3 , Na_2SO_4 und NaCl bestimmt.

III. Sodarückstand. Von diesem ist ein möglichst genaues Durchschnittsmuster zu ziehen, welches, vor Luft geschützt, aufbewahrt wird und von welchem recht schnell 50 g in feuchtem Zustande abgewogen werden. (Beim Trocknen an der Luft verändert sich die Zusammensetzung bedeutend durch Oxydation.) Man kann ohne erheblichen Fehler annehmen, daß feuchter Sodarückstand 40 Prozent Wasser enthält, wovon man sich natürlich durch besondere Bestimmung näher überzeugen kann. Die Resultate werden auf feuchte Substanz bezogen.

Obige 50 g werden mit 490 ccm Wasser von 40° digeriert, was 500 ccm Flüssigkeit gibt.

1. Nutzbares Natron (Na_2CO_3 oder Na_2S). In 100 ccm der Flüssigkeit leitet man einen Strom gut gewaschenes Kohlendioxyd, erhitzt zum Kochen, ergänzt das Volum wieder auf 100 ccm, gießt durch ein trockenes Filter und titriert 50 ccm des Filtrats mit $\frac{1}{10}$ N-Salzsäure, wovon jedes ccm 0.0031 g ($\log = 0.49136 - 3$) Na_2O oder in diesem Falle 0.062 Prozent Na_2O in dem feuchten Rückstande anzeigt.

2. Gesamt-Natron (einschließlich der unlöslichen Natronsalze). Man erhitzt 17.71 g Sodarückstand in einer Porzellan- oder Eisenschale mit Schwefelsäure von 50° B., bis er vollständig aufgeschlossen und in einen steifen Brei verwandelt ist, dampft diesen ab, erhitzt bis zur Vertreibung aller freien Schwefelsäure, setzt heißes Wasser zu, kratzt den Schaleninhalt mit einem Holzspatel aus und bringt ihn in einen 250 ccm-Zylinder. Hier setzt man zur Neutralisierung eines etwaigen Rückstandes von Säure und zur Fällung von Magnesia etwas reine Kalkmilch zu (erhalten aus gewöhnlichem Kalkhydrat durch Abgießen der ersten, alkalihaltigen Wässer), füllt bis zur Marke, läßt absitzen, pipettiert 50 ccm der klaren Lösung ab, setzt 10 ccm gesättigtes Barytwasser zu, gießt die Mischung durch ein trockenes Filter, nimmt 50 ccm des Filtrates, fällt allen Baryt durch Einleiten von CO_2 und Kochen, filtriert und titriert das Filtrat mit Normalsalzsäure. Jedes Kubikzentimeter derselben zeigt bei obiger Menge (mit Einrechnung von deren Volum) 1 Prozent Na_2O im Sodarückstande.

3. Gesamt- und oxydierbarer Schwefel. Man kocht 2 g des Rückstandes mit Salzsäure, filtriert, wäscht mit verdünnter Salzsäure aus, neutralisiert das Filtrat mit Soda nicht ganz vollständig, fällt mit Baryumchlorid, filtriert, wäscht und glüht das Baryumsulfat; hieraus berechnet man den als SO_3 vorhandenen Schwefel (a).

Eine andere Probe von 2 g des Rückstandes wird mit überschüssiger starker Chlorkalklösung und Salzsäure versetzt, um allen S zu Schwefelsäure zu oxydieren; man muß überschüssiges Chlor stark riechen. Dann filtriert man und bestimmt die SO_3 im Filtrat durch Baryumchlorid; dies gibt den Gesamtschwefel (b). Die Differenz $b - a$ bedeutet den oxydierbaren, also das theoretische Maximum des wiedergewinnbaren Schwefels im Sodarückstande.

IV. *Rohsodalauge* wird in noch warmem Zustande untersucht, bezw. an einem ca. 40° warmen Orte aufbewahrt, um Kristallisation zu verhindern. Man nimmt nur kleine Proben

2—5 ccm) mit genauen Pipetten heraus, was die Operation sehr beschleunigt.

1. Natriumcarbonat. Man titriert 2 ccm mit Normal-salzsäure; bei Anwendung von Methylorange setzt man zur Abkühlung vorher etwas kaltes Wasser zu. Von der gefundenen Zahl zieht man die sub Nr. 2 und $\frac{1}{10}$ der sub Nr. 3 gefundenen Zahl ab.

2. Ätznatron wird bestimmt wie S. 194.

3. Natriumsulfid wird bestimmt mit Zehntel-Jodlösung wie S. 195. Der durch andere niedere Schwefelungsstufen verursachte Fehler ist unbedeutend und für die Praxis kaum in Anschlag zu bringen; jedenfalls muß man diese Bestimmung machen, um die Zahl Nr. 1 richtigstellen zu können.

4. Natriumsulfat wie S. 195.

5. Gesamt-Schwefel. Man oxydiert die Lauge mit Chlorkalklösung und Salzsäure, wie oben sub III 3 S. 196, und fällt mit Baryumchlorid.

6. Natriumchlorid wie S. 195.

7. Ferrocyanatrium. Man entnimmt 20 ccm der Lauge, oder bei geringem Cyangehalt auch mehr, macht mit Salzsäure sauer und fügt aus einer Bürette starke Chlorkalklösung unter gutem Umschwenken zu. Von Zeit zu Zeit bringt man einen Tropfen der Mischung auf einem weißen Teller zu einem Tropfen verdünnter, von Chlorür freier, Eisenchloridlösung. Wenn dabei kein Berlinerblau entsteht, sondern das Gemisch beider Tropfen braun wird, so ist alles oxydiert und dabei auch alles Ferrocyan in Ferricyan umgesetzt. Ein Tropfen Chlorkalklösung im Überschuß schadet nichts; wenn man aber zu viel Überschuß davon hat oder durch das Tüpfeln zu viel Flüssigkeit verloren zu haben glaubt, so nimmt man eine neue Probe, wobei man den Chlorkalkzusatz aus der Bürette leicht von vornherein fast genau treffen und durch wenige Tüpfelproben beendigen kann. Dieses Verfahren gibt weit bessere Resultate und ist auch schneller, als Zusatz von Chlorkalklösung im Überschuß und Austreiben des Chlors durch Erwärmen, wobei leicht Zersetzung des Ferricyanatriums eintritt.

Zu der oxydierten Flüssigkeit setzt man aus einer Bürette Zehntelnormal-Kupferlösung (enthaltend 3.1785 g Cu oder 12.486 g kristallisierten Kupfervitriol im Liter), wodurch gelbes $\text{Cu}_2\text{Fe}_2\text{Cy}_{12}$ gefällt wird. Von Zeit zu Zeit probiert man, indem man einen Tropfen der trüben Flüssigkeit auf einem Porzellanteller mit einem Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung zusammenbringt. So lange noch eine blaue Färbung eintritt,

durch Einwirkung des FeSO_4 auf noch vorhandenes Na_3FeCy_6 , setzt man mehr Kupferlösung zu, bis die Probe auf dem Teller nicht mehr blau oder grau, sondern deutlich rötlich wird. Alsdann ist kein Na_3FeCy_6 mehr vorhanden und das FeSO_4 auf dem Teller reduziert daher jetzt das gelbe Ferricyan-
kupfer zu rotem Ferrocyan-
kupfer. Die erste merkliche Rötung muß als Endreaktion betrachtet werden, obwohl sie nach kurzem wieder verschwindet. Jedes Kubikzentimeter der Kupferlösung sollte 0.01013 g ($\log = 0.00561 - 2$) Na_3FeCy_6 anzeigen; dies ist jedoch nicht der Fall (Chem. Ind. 5, 79; 1882), sondern man verbraucht zu wenig Kupferlösung, muß also jedes Kubikzentimeter derselben $= 0.0123 \text{ g}$ ($\log = 0.08991 - 2$) Na_3FeCy_6 setzen, oder noch besser, den Wirkungswert der Kupferlösung gegenüber reinem Ferrocyan-
kalium durch Versuche festsetzen.

8. Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd (nach Parnell, Chem. Ind. 3, 242; 1880). Man übersättigt 100 ccm Lauge mit Salzsäure, kocht, setzt eine beträchtliche Menge Salmiaklösung hinzu, übersättigt mit Ammoniak und kocht, bis der Ammoniakgeruch vollständig verschwunden ist. Der Niederschlag setzt sich leicht ab und kann gut filtriert und ausgewaschen werden. Beim Auswaschen mit heißem Wasser wird er intensiv blau (durch Bildung von Berlinerblau?); beim Glühen hinterbleiben SiO_2 , Al_2O_3 und Fe_2O_3 .

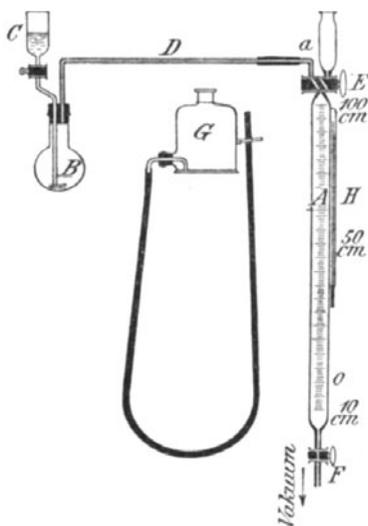
9. Eine größere Probe der Lauge wird durch Einleiten von CO_2 carbonatiert, filtriert, zur Trocknis verdampft und der Rückstand auf Alkalinität, Na_2SO_4 und NaCl untersucht.

V. *Carbonatierte Laugen* werden wie die Rohsodalaugen (bei IV) untersucht; außerdem bestimmt man darin das Bicarbonat. Dies kann annähernd und genügend genau für alle praktischen Zwecke in folgender Weise geschehen. Man titriert 10 ccm der Lauge (ohne Verdünnung) nach Zusatz von Phenolphthalein in der Kälte mit N-Salzsäure bis zur Entfärbung. Die Temperatur soll nahe an 0° sein. Hierbei verbrauche man a ccm Normalsalzsäure. Dann setzt man einen Tropfen Methylorange zu und titriert weiter mit Normalsäure bis zum Farbumschlag, wobei man b ccm der Säure verbraucht, $b - a$ zeigt dann das Bicarbonat, $2a$ das als Na_2CO_3 vorhandene Natron, $a + b$ das Gesamtnatron, woraus das Verhältnis von Bicarbonat zu Carbonat sich leicht berechnen läßt. Eine andere Methode zur Bestimmung des NaHCO_3 findet man bei „Bicarbonat“, S. 204.

Am genauesten und zugleich am schnellsten wird CO_2 sowohl in den größten wie in den kleinsten Mengen durch die Methode von Lunge und Rittener (Zeitschr. f. angew. Chem. 19, 1851; 1906) bestimmt, Fig. 12. Das Kölbchen B, von

30 ccm Inhalt, besitzt einen Trichterhahn *C* und eine lange Kapillare *D*, die mit der Seitenkapillare des Doppelbohrungshahnes *E* der Gasbürette *A* in Verbindung steht. *D* soll nicht über die Unterfläche des Kautschukstopfens in *B* herausstehen. In *B* führt man so viel Substanz (fest oder in Lösung) ein, daß sie nicht über 80 ccm CO_2 abgeben kann, ferner eine Spirale von 15 cm dünnstem Aluminiumdraht. Dann schließt man *B* und verbindet *D* mit dem Hahne *E* der Bürette *A*. Diese

Fig. 12.



ist eine gewöhnliche Bunteburette, geht also unter dem Hahne *E* von 100 ccm bis 0, dann wieder bis —10 und hat darunter noch einige Kubikzentimeter ungeteilten Raum bis zum unteren Hahn *F*. Eine Niveauflasche *G* ist in bekannter Weise mit *F* zu verbinden; sie enthält als Sperrflüssigkeit eine gesättigte Kochsalzlösung. Zunächst stellt man aber diese Verbindung nicht her, sondern verbindet *F* mit einer Wasserstrahlluftpumpe, die man 2—3 Minuten gehen läßt, um den Apparatenkomplex *B-D-A* zu evakuieren. Man schließt nun *F* und verbindet die Kapillare unter diesem Hahne mit der Flasche *G*. Durch vorsichtiges Öffnen von *F* läßt

man jetzt ein wenig von der Sperrflüssigkeit aus *G* durch *F* durchtreten, bis eben oberhalb des Hahnes *F*, also noch in den darüber befindlichen Kapillarraum von *A*. Dies geschieht, um des Dichthaltens des Hahnes *F* sicher zu sein.

Will man nun eine Lösung untersuchen, die sich noch nicht im Kölbchen *B* befindet, so gießt man sie in den Trichter *C*, läßt sie durch vorsichtiges Öffnen des Hahnes in *B* eintreten, spült zwei- oder dreimal mit einigen Kubikzentimetern Wasser nach und läßt schließlich genügend Salzsäure eintreten, um das Carbonat zu zersetzen und das Aluminium aufzulösen. Hat man in *B* eine feste Substanz oder schon von vornherein eine Lösung, so wird auf dem eben beschriebenen Wege natürlich nur die Säure eingelassen. Jedenfalls geschieht das Einfließen der Säure nur Tropfen für Tropfen, um eine heftige Gasentwicklung zu vermeiden. Beim Nachlassen derselben

erwärmt man *B* bis alles Aluminium aufgelöst ist, und bringt dann die Lösung zum Kochen, bis bei *E* sich Wassertropfen kondensieren. Nun schließt man *E* und läßt durch *C* Wasser eintreten, welches das Kölbchen *B* und die Kapillare *D* vollständig anfüllen wird. Sollten in dieser noch einige Gasbläschen zurückbleiben, so bringt man diese durch vorsichtiges Öffnen von *E* nach *A* hinüber. Jetzt nimmt man die Kapillare *D* von *E* ab und wartet bis das Gas in *A* die äußere Lufttemperatur angenommen hat, wozu 20—25 Minuten meist genügen werden. Hierauf liest man das mit Kautschukringen angeschlossene, neben dem freien Gasraume befindliche Thermometer *H* ab, ebenso das Barometer, öffnet langsam den Hahn *F*, bis die Flüssigkeit in *G* und *A* das gleiche Niveau angenommen hat, schließt *F* und liest das Gasvolumen in der Bürette ab, am besten mit der Göckelschen Visierblende.

Nun läßt man durch den Trichter und Hahn *E* eine Lösung von Ätznatron (1 Teil auf 2 Wasser) einfließen, ohne sich um den bei Verwendung von gewöhnlichem Kochsalz dadurch in *A* entstehenden Niederschlag von CaCO_3 zu kümmern. Man schließt *E*, schüttelt die Bürette zur Erleichterung der Absorption des Kohlendioxyds, stellt das Niveau durch die Flasche *G* ein, liest ab, läßt mehr Natronlauge eintreten und überzeugt sich, ob keine weitere Kontraktion des Gasvolumens mehr stattfindet.

Der Unterschied zwischen der ursprünglichen Ableseung (**a**) und der nach Absorption des CO_2 geschehenen (**b**) entspricht dem Volumen des CO_2 , das man in bekannter Weise auf 0° und 760 mm reduziert. Man muß natürlich dabei Rücksicht darauf nehmen, daß die Tension einer gesättigten Kochsalzlösung nicht so groß ist, wie die des Wassers; man kann sie für die gewöhnlichen Temperaturen = 80 % von der des reinen Wassers (Tab. 28, S. 53) annehmen, wird also z. B. für 18° statt 15 mm nur 12 mm setzen.

Wenn man die auf Normalzustand reduzierten Gasvolumina mit a_1 und b_1 und das angewendete Gewicht (Volum) der Substanz mit n bezeichnet, so folgt deren Prozentgehalt an

$$\text{CO}_2 \text{ in Gramm} = \frac{0.19768 (a_1 - b_1)}{n}$$

Statt die CO_2 , wie beschrieben, in der Bürette *A* selbst durch Natronlauge zu absorbieren, kann man auch das Gas durch Hebung von *G* in eine bei a anzuschließende Hempel'sche oder Drehschmidtsche Absorptionspipette die mit Natronlauge beschickt ist, hinübertreiben, nach erfolgter Absorption der CO_2 durch Senkung von *G* den Gasrest wieder vollständig

nach *A* zurücksaugen, nach Abschließung von *E* die Niveaus in *A* und *G* gleichstellen und das jetzt durch Absorption der CO_2 reduzierte Gasvolum in *A* ablesen (also wie bei der ursprünglichen Methode von Lunge und Marchlewski).

VI. Sodamutterlaugen. Untersuchung wie bei den uncarbonatierten Laugen, S. 196. Doch kommt hier auch die Aufgabe vor, Sulfid, Sulfat, Sulfit und Thiosulfat nebeneinander zu bestimmen. Am bequemsten ist die von Lunge und Smith ausgearbeitete Methode (Chem. Ind. **6**, 301; 1883); für andere Methoden vgl. C. T. U. I, 518.

a) Sulfat wird bestimmt durch Verdrängung der Luft im Fällungskolben mit CO_2 (zur Verhütung von Oxydationen), Erhitzen, Ansäuern mit HCl und Fällung mit Baryumchlorid.

b) In einer zweiten Probe bestimmt man den Verbrauch von $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung nach Verdünnung mit luftfreiem Wasser und Ansäuerung mit Essigsäure.

c) Eine dritte, viermal so große Probe wird mit Zinkacetat oder Cadmiumcarbonat versetzt, um das Sulfid zu entfernen, auf ein bestimmtes Maß gebracht, absetzen lassen und je ein Viertel der klaren Flüssigkeit zu folgenden Bestimmungen gebraucht:

1. Es wird wieder der Verbrauch von $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung bestimmt = M.
2. Ein anderes Viertel der Lösung wird (ohne Ansäuern!) mit Permanganatlösung vom Wirkungswerte W^*) in großem Überschuß versetzt, am besten so, daß die Lösung in das Permanganat hineinläuft, dann wird saure Ferrosulfatlösung von bekanntem Permanganatwerte zugesetzt und mit Permanganat zurücktitriert. Die verbrauchte Menge des Permanganats, abzüglich der dem Eisensulfat entsprechenden, heiße N.

Nennen wir dann den Thiosulfat-Schwefel S, den Sulfit-schwefel s, so ist:

$$S = \frac{1}{7} (8 \text{ WN} - 0.0064 \text{ M})$$

$$s = 2 \text{ WN} - 2 \text{ S.}$$

*) W bedeutet die aus der Gleichung: $3 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 8 \text{ KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} = 3 \text{ Na}_2\text{SO}_4 + 3 \text{ K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{ MnO}_2 + 2 \text{ KOH}$ sich ergebende Menge von Permanganat, die man berechnen oder durch Titrierung von reinem Thiosulfat wie oben experimentell ermitteln kann.

Durch Abziehen von M vom Resultate der ursprünglichen Jodtitrierung b) erhält man den Betrag des Sulfids.

Ein anderes Verfahren (von Richardson und Aykroyd) s. Journ. Soc. Chem. Ind. 15, 171; 1896.

Anhang: Schmelzsoda der Zellstofffabriken*).

Man löst 50 g in 500 ccm Wasser von 45° (frei von CO₂ und Luft) und verdünnt auf 1000 ccm.

1. Unlösliches wie bei Rohsoda.

2. Alkalinität. 20 ccm = 1 g Substanz titriert man in der Kälte mit Normal-Salzsäure a) unter Zusatz von Phenolphthalein auf farblos b) nach Zusatz von Methylorange weiter auf gelb. Jedes ccm N-HCl = 0.053 g (log = 0.72428—2) Na₂CO₃ oder 0.04001 g (log = 0.60217—2) NaOH.

3. Sulfid + Sulfit. 20 ccm werden mit luftfreiem Wasser auf 200 ccm verdünnt, mit Essigsäure angesäuert und rasch mit 1/10 N-Jodlösung und Stärke auf blau titriert. Das Sulfid folgt aus Nr. 4 abzüglich Nr. 3. 1 ccm 1/10 N-Jodlösung = 0.003904 g (log = 0.59151—3) Na₂S.

4. Sulfit. Man versetzt 100 ccm mit einer Lösung von Zinkacetat, der man so viel Natronlauge zugesetzt hat, daß der anfänglich entstehende Niederschlag sich wieder auflöst. Hierdurch fällt das Sulfid als ZnS. Man verdünnt auf 250 ccm, filtriert durch ein trockenes Filter und titriert das Sulfit in je 50 ccm (= 1 g Substanz) nach Ansäuern mit Essigsäure durch 1/10 N-Jodlösung, wovon 1 ccm = 0.006304 g (log = 0.79962—3) Na₂SO₃.

5. Silikat. 20 ccm werden mit Salzsäure eingedampft und die ausgeschiedene SiO₂ abfiltriert, bei möglichster Vermeidung von Luftzutritt (um Oxydation von Sulfid und Sulfit zu vermeiden). Die SiO₂ wird getrocknet und geglüht; 1 g SiO₂ = 2.028 g (log = 0.30707) Na₂SiO₃.

6. Sulfat wird aus dem Filtrat von Nr. 5 durch Fällung mit Baryumchlorid bestimmt. 1 g BaSO₄ = 0.6086 g (log = 0.78433—1) Na₂SO₄.

Die Berechnung ist durch ein Beispiel im Original erläutert.

*) Lunge und Lohöfer, Zeitschr. f. angew. Chem. 15, 1125; 1901. C. T. U. I, 537.

B. Ammoniak sodafabrikation (C. T. U. I, 530).

I. Rohmaterialien.

1. Steinsalz s. S. 174.
2. Salzsole.
 - a) Spez. Gewicht mit dem Aräometer.
 - b) Chloride (ausgedrückt als NaCl). Man verdünnt 10 ccm auf 1 l und titriert 10 ccm davon nach S. 174.
 - c) Sulfate. Man verdünnt 50 ccm auf 150—200 ccm, setzt ein wenig Salzsäure zu und fällt mit Baryumchlorid nach S. 135.
 - d) Eisenoxyd und Tonerde. Man versetzt 500 ccm mit ein wenig Salpetersäure, erwärmt auf 80°, fällt mit Überschuß von Ammoniak, digeriert $\frac{1}{2}$ Stunde bei 80°, filtriert und wäscht gut aus. Zur Sicherheit kann man den Niederschlag in Salzsäure auflösen und nochmals ausfällen.

Im Filtrate kann man Kalk und Magnesia in bekannter Weise bestimmen (S. 176).
- c) Bicarbonate von Eisenoxydul, Kalk und Magnesia. Man zerstört das Bicarbonat durch längeres Kochen von 500 ccm unter Ersetzung des verdampfenden Wassers, filtriert den entstehenden Niederschlag ab, wäscht aus, löst in Salzsäure, und bestimmt in der Lösung Eisenoxyd (durch Fällen mit NH_3), Kalk und Magnesia in bekannter Weise.
3. Konzentriertes Gaswasser oder schwefelsaures Ammoniak, vgl. Kap. IX.
4. Kalkstein, vgl. S. 185.
5. Gebrannter Kalk, vgl. S. 185.
6. Kohlen bzw. Koks, vgl. S. 120.

II. Fabrikationsanalysen.

1. Ammoniakalische Sole (Vorlagen).
 - a) Natriumchlorid. Man säuert mit Salpetersäure an und bestimmt das NaCl gewichtsanalytisch mit AgNO_3 , oder in der neutralen oder schwach alkalischen Lösung maßanalytisch nach S. 174.
 - b) Freies und gebundenes Ammoniak. 10 ccm werden mit Wasser auf ca. 100 ccm verdünnt und im Destillierkolben so lange gekocht, bis alles freie und kohlen saure Ammoniak ausgetrieben ist; man fängt in Normalschwefelsäure auf und titriert. Nach

Austreibung dieses freien Ammoniaks wird Natronlauge zugesetzt, und das gebundene Ammoniak abdestilliert und ebenfalls in Normalschwefelsäure aufgefangen (vgl. Kap. IX).

2. Bicarbonatgefäße (Carbonatoren).
Freies und gebundenes Ammoniak wie vorige Nummer.
3. Mutterlauge.
 - a) Freies und gebundenes Ammoniak wie oben.
 - b) Unzersetztes Kochsalz. Man verdampft 10 ccm in einem Platinschälchen, glüht bis zur Austreibung alles Salmiaks und wägt.
4. Bicarbonat (rohes).
 - a) Alkalimetrischer Titer nach S. 194.
 - b) Kohlensäure nach S. 198.
 - c) Feuchtigkeit, bestimmt durch Glühen, nach Abzug der nach b) bestimmten Bicarbonat-Kohlensäure.
5. Ammoniakdestillation.
 - a) Freies und gebundenes Ammoniak in der Mutterlauge wie oben Nr. 1b).
 - b) Kalkmilch vgl. S. 186.
 - c) Kalküberschuß in den Destilliergefäßen. Man kocht 100 ccm so lange, bis alles NH_3 entwichen ist, setzt etwas Ammonsulfat zu und kocht nochmals. Das nunmehr frei werdende Ammoniak, welches dem Kalküberschuß entspricht, wird in Normalschwefelsäure aufgefangen und titriert.
6. Kalkofengase.
Bestimmung des Kohlendioxyds, vgl. S. 124.

III. Endprodukte.

1. Calcinierte Soda wie S. 220.
2. Bicarbonat (käufliches) wie oben oder sehr genau durch Erhitzen im Luftbade auf 270° und Auffangen des Gases im Gasvolumeter (Lunge, Zeitschr. f. angew. Chem. **II**, 522; 1897; C. T. U. I, 564).

C. Kaustische Soda.

I. Kaustische Lauge.

- a) Untersuchung auf Natriumcarbonat und Gesamt-Titer wie S. 194.
Zur genauen Bestimmung der Kohlensäure, die aber selten nötig ist, verfährt man nach Lunge und Rittener, S. 198.
- b) Spez. Gewichtstabellen S. 212; doch werden diese bei Rohlaugen nur ein ungefähres Urteil gestatten.

2. Kalkrückstand.

a) Untersuchung auf Ätznatron und Natriumcarbonat. Man dampft (zur Zersetzung der unlöslichen Natronverbindungen) mit Zusatz von Ammoncarbonat zur Trocknis ein, wiederholt dies noch einmal, digeriert mit heißem Wasser, filtriert, wäscht und bestimmt den alkalimetrischen Titer des Filtrats. Das Natron kann ursprünglich teils als NaOH, teils als Na_2CO_3 vorhanden gewesen sein und wird am besten als Na_2O ($0.031 \text{ g} \left[\log = 0.49136 - 2 \right]$ per Kubikzentimeter Normalsäure) ausgedrückt.

b) Untersuchung auf Ätzkalk. Man titriert mit Normalsalzsäure und Phenolphthalein nach S. 185 bei Da. Von dem Resultate muß man noch den in a) gefundenen Betrag abziehen, soweit derselbe NaOH bedeutet; man wird keinen merklichen Fehler begehen, wenn man dafür die Hälfte des Betrages a) ansetzt.

c) Untersuchung auf Calciumcarbonat. Man titriert mit Normalsalzsäure und Methylorange (S. 185 bei C); von der gefundenen Zahl Kubikzentimeter zieht man die den Bestimmungen a) und b) entsprechende Menge ab; der Rest verbleibt für CaCO_3 .

3. Ausgesoggte Salze.

Man löst 50 g in 1 l Wasser und entnimmt einzelne Proben mit der Pipette.

a) Alkalimetrischer Titer wird mit Normalsalzsäure bestimmt.

b) Natriumchlorid. Man übersättigt mit Salpetersäure, kocht bis zur Oxydation der Schwefelverbindungen, neutralisiert mit Soda und verfährt auch im übrigen wie S. 195 Nr. 4 beschrieben.

c) Natriumsulfat. Man übersättigt ein wenig mit Salzsäure, fällt mit Baryumchlorid und wägt das BaSO_4 (S. 136).

d) Natriumsulfit, Natriumthiosulfat etc. Man versetzt mit überschüssiger Chlorkalklösung, dann mit Salzsäure, bis saure Reaktion und Chlorgeruch eintritt (S. 196), fällt mit BaCl_2 und zieht von dem gefundenen BaSO_4 den Posten c) ab. Den Rest berechnet man am besten als „ Na_2SO_4 aus oxydierbaren Schwefelverbindungen“. Vgl. auch S. 202.

4. Bodensatz.

10 g davon werden in Wasser aufgelöst und filtriert. Der ausgewaschene Rückstand gibt nach dem Trocknen und Glühen

a) das Unlösliche. In diesem kann man das Eisen besonders bestimmen durch Auflösen in konz. Salzsäure, Reduzieren mit Zink, Zusatz von Mangansalz und Titrieren mit Permanganat nach S. 139.

b) Der alkalimetrische Titer wird durch Normal-salzsäure bestimmt, unter Anwendung von Phenolphthalein als Indikator, da Methylorange hier wegen der Tonerde nicht verwendbar ist.

c) Natriumcarbonat wird wie bei kaustischer Soda des Handels bestimmt.

5. Kaustische Soda des Handels.

Die einzelnen Stücke des Musters (vgl. über das Ziehen desselben den Anhang) müssen vor dem Abwägen durch Abschaben von der äußeren, schon veränderten Kruste befreit werden. 50 g der so gereinigten Substanz werden zu einem Liter aufgelöst und davon einzelne Proben herauspipettiert.

a) Alkalimetrischer Titer wird mit 50 ccm = $2\frac{1}{2}$ g durch Normal-säure bestimmt (S. 196).

b) Natriumcarbonat wird in diesem Falle durch Austreiben der CO_2 nach S. 198 bestimmt, weil bei deren geringer Menge jede Differenzbestimmung zu merkliche Fehler verursacht. Gerade hier leistet die Bestimmung nach Lunge und Rittener (S.198) sehr gute Dienste. Nicht ganz so zuverlässig, aber wegen der großen Schnelligkeit der Ausführung für den täglichen Gebrauch sehr empfehlenswert ist folgendes Verfahren. Man titriert 50 ccm obiger Lösung zuerst mit Salzsäure und Phenolphthalein, bis die rote Färbung eben verschwunden ist, was eintritt, wenn das vorhandene Na_2CO_3 in NaHCO_3 übergegangen ist; hierzu brauche man n ccm. Dann setzt man Methylorange zu und titriert weiter bis zum Auftreten der Rotfärbung, wobei man im ganzen m ccm Säure verbraucht. 2 m entspricht dann dem vorhandenen Na_2CO_3 ; $n-m$ dem NaOH.

c) Die Tabelle zur Vergleichung der deutschen, englischen und französischen Grade findet sich S. 221 ff.

D. Elektrolytische Alkalilaugen.

1. Hypochlorit. Man titriert nach der Penotschen Methode, IV, E 1, S. 187.

2. Freie unterchlorige Säure. Man bestimmt das bleichende Chlor nach 1., ferner Chlorid, Chlorat und andere Säuren einerseits, die vorhandenen Basen andererseits und

berechnet die überschüssige Acidität als HOCl. Vgl. auch C. T. U. I, 599.

3. Chlorat. Man kann dies nach S. 191 bestimmen; da jedoch bei Bleichlaugen wenig Chlorat neben viel Hypochlorit vorkommt, so ist es vorzuziehen, das Chlorat nach Fresenius wie folgt direkt zu bestimmen (Zeitschr. f. angew. Chem. 8, 501; 1895). Man versetzt die Lösung mit überschüssiger Lösung von neutralem Bleiacetat, wodurch ein allmählich braun werdender Niederschlag entsteht, der eine dem Hypochlorit entsprechende Menge von PbO_2 enthält. Man läßt 8—10 Stunden unter Umschütteln stehen, bis aller Chlorgeruch verschwunden ist, filtriert, wäscht aus, dampft das Filtrat auf kleines Volum ein, fällt Blei und Kalk durch wenig Soda aus und bestimmt im Filtrat die Chlorsäure nach S. 191.

Ferner sei folgendes Verfahren erwähnt. Zur Bestimmung von Gemischen von Chlorat und Hypochlorit, besonders solchen, in denen größere Mengen des letzteren vorkommen (was allerdings nicht bei Chloratlaugen, aber bei Bleichlaugen der Fall ist) ziehen es Ditz und Knöpfelmacher (Zeitschr. f. angew. Chem. 12, 1195, 1215; 1899, s. a. Chem. Ztg. 25, 727; 1911) vor, das Chlorat durch Zersetzung mittels konzentrierter Salzsäure und Kaliumbromid bei gewöhnlicher Temperatur jodometrisch zu bestimmen. Die Substanz wird mit einem genügenden Überschuß von Kaliumbromid in eine Literflasche gebracht, die mit einem hohlen Glasstöpsel mit Tropftrichter und seitlichem Absorptionsgefäß zur Zurückhaltung von Bromdämpfen verschlossen ist, welches letzteres 10 ccm 5 %iger KJ-Lösung enthält. Durch den Tropftrichter wird 50 ccm konz. Salzsäure eingegossen, nach einer Stunde Einwirkung 300 ccm Wasser nachgegossen, darauf 20 ccm KJ-Lösung, stark geschüttelt, der Inhalt des Absorptionsgefäßes in die Flasche gebracht, nachgewaschen und schließlich das ausgeschiedene Jod mit Thiosulfat titriert. — Auf diesem Wege erfährt man die Menge von Chlorat + Hypochlorit. Bei größeren Mengen des letzteren soll man es vorher fortschaffen (wird aber dann besser die Methode von Fresenius oben No. 3 wählen).

4. Chlorid. Man benutzt dazu die Flüssigkeit von 1., in der alles Hypochlorit in Chlorid übergegangen ist, unter Bildung von Natriumarseniat, das für die Silbertitrierung ein noch besserer Indikator als das Kaliumchromat ist, und titriert mit Silbernitrat nach S. 174, wobei kein Abzug für einen zur Färbung verbrauchten Überschuß von Silberlösung zu machen ist. Von der gefundenen Menge Chlorid wird die dem Hypochlorit entsprechende abgezogen.

5. Carbonat. Man zerstört das Hypochlorit durch Kochen mit kohlenstofffreiem Ammoniak, treibt die Kohlensäure durch eine starke Säure aus und bestimmt sie nach S. 198.

6. Basen. Man verwandelt sie durch Abdampfen mit Schwefelsäure in Sulfate und bestimmt sie in der Salzmasse nach bekannten Methoden.

7. Freies Alkali. Man setzt zu der Lösung etwas chemisch-reines neutrales Wasserstoffsperoxyd (von E. Merck in Darmstadt), wobei NaOCl mit H_2O_2 übergeht in NaCl + $H_2O + O_2$. Hierauf wird das NaOH und Na_2CO_3 wie gewöhnlich titriert (S. 196).

8. Die Bestimmung des Kohlendioxyds im elektrolitischen Chlorgase siehe oben S. 190.

E. Tabellen.

1. Spezifische Gewichte von Lösungen von kohlen-saurem Natron bei 15°.

(Umgerechnet nach R. Wegscheiders Formel:)

$$d_t = d_w^t + (0.0103829 - 0.0415527t + 0.07643t^2) P + (0.043689 + 0.001534t - 0.00865t^2) P^2, \text{ Monatsh. f. Chem. } \mathbf{27}, 16; 1905) \\ \text{für steigende Baumégrade.}$$

Spez. Gew.	Baumé	Gewichtsprozent		1 cbm enthält kg	
		Na_2CO_3	Na_2CO_3 10 aq	Na_2CO_3	Na_2CO_3 10 aq
1.007	1	0.63	1.700	6.3	16.9
1.014	2	1.29	3.480	13.1	35.3
1.022	3	2.00	5.396	20.4	55.1
1.029	4	2.83	7.639	29.0	78.6
1.036	5	3.42	9.227	35.4	95.6
1.045	6	4.16	11.224	43.5	117.3
1.052	7	4.93	13.301	51.9	139.9
1.060	8	5.65	15.244	59.9	161.6
1.067	9	6.36	17.159	67.9	183.1
1.075	10	7.08	19.102	76.1	205.3
1.083	11	7.85	21.179	85.0	229.4
1.091	12	8.57	23.122	93.5	252.3
1.100	13	9.31	25.118	102.4	276.3

Spez. Gew.	Baumé	Gewichtsprozent		1 cbm enthält kg	
		Na ₂ CO ₃	Na ₂ CO ₃ 10 aq	Na ₂ CO ₃	Na ₂ CO ₃ 10 aq
1·108	14	10·08	27·196	111·7	301·3
1·116	15	10·85	29·273	121·1	326·7
1·125	16	11·67	31·486	131·3	354·2
1·134	17	12·46	33·617	141·3	381·2
1·142	18	13·25	35·749	151·3	408·3
1·152	19	14·09	38·015	162·3	437·9

2. Gehalt konzentrierter Lösungen von kohlensaurem Natron bei 30° (umgerechnet nach Wegscheider, siehe Tabelle für 15°).

Spez. Gew. bei 30°	Baumé	Gewichtsprozent		1 Liter enthält Gramm	
		Na ₂ CO ₃	Na ₂ CO ₃ 10 aq	Na ₂ CO ₃	Na ₂ CO ₃ 10 aq
1·308	34	27·90	75·27	364·9	984·5
1·297	33	27·00	72·85	350·2	944·9
1·285	32	26·00	70·15	334·1	901·4
1·274	31	25·10	67·72	319·8	862·8
1·263	30	24·10	65·02	304·4	821·2
1·252	29	23·18	62·54	290·2	783·0
1·241	28	22·34	60·27	277·2	748·0
1·231	27	21·45	57·87	264·0	712·4
1·220	26	20·55	55·44	250·7	676·4
1·210	25	19·67	53·07	238·0	642·1
1·200	24	18·83	50·80	226·0	609·6
1·190	23	18·00	48·56	214·2	577·9
1·180	22	17·09	46·11	201·7	544·1
1·171	21	16·25	43·84	190·3	513·4
1·162	20	15·42	41·60	179·2	483·4
1·152	19	14·58	39·34	168·0	453·2
1·142	18	13·77	37·15	157·3	424·3

3. Einfluß der Temperatur auf das spezifische
(Umgerechnet nach der Formel von Weg-

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Sp.Gew.							1·285	1·282	1·280	1·277
Baumé							32·0	31·7	31·5	31·2
Sp.Gew.							1·274	1·271	1·269	1·266
B.							31·0	30·7	30·5	30·3
Sp.Gew.							1·262	1·259	1·257	1·254
B.							29·9	29·6	29·4	29·2
Sp.Gew.							1·251	1·248	1·246	1·243
B.							28·9	28·6	28·5	28·2
Sp.Gew.							1·242	1·239	1·237	1·234
B.							28·1	27·8	27·6	27·3
Sp.Gew.				1·240	1·238	1·235	1·233	1·231	1·229	1·226
B.				27·9	27·7	27·4	27·2	27·0	26·8	26·6
Sp.Gew.				1·230	1·228	1·225	1·223	1·220	1·219	1·216
B.				26·9	26·7	26·5	26·3	26·1	25·9	25·6
Sp.Gew.				1·220	1·218	1·216	1·214	1·211	1·209	1·206
B.				26·0	25·8	25·6	25·4	25·1	24·9	24·6
Sp.Gew.				1·210	1·208	1·206	1·204	1·202	1·199	1·196
B.				25·0	24·8	24·6	24·4	24·2	23·9	23·6
Sp.Gew.				1·200	1·198	1·195	1·193	1·191	1·189	1·186
B.				24·0	38·8	23·5	23·3	23·1	22·9	22·6
Sp.Gew.	1·198	1·195	1·193	1·190	1·188	1·186	1·184	1·182	1·180	1·177
B.	23·8	23·5	23·2	23·0	22·8	22·6	22·4	22·2	22·0	21·7
Sp.Gew.	1·187	1·184	1·182	1·180	1·178	1·176	1·174	1·172	1·170	1·167
B.	22·8	22·4	22·2	22·0	21·8	21·6	21·3	21·1	20·9	20·6
Sp.Gew.	1·177	1·174	1·172	1·170	1·169	1·167	1·165	1·163	1·160	1·158
B.	21·7	21·3	21·1	20·9	20·8	20·6	20·3	20·1	19·8	19·6
Sp.Gew.	1·166	1·164	1·162	1·160	1·158	1·156	1·154	1·152	1·150	1·148
B.	20·4	20·2	20·0	19·8	19·6	19·4	19·2	19·0	18·8	18·6
Sp.Gew.	1·156	1·154	1·152	1·150	1·148	1·146	1·144	1·142	1·140	1·138
B.	19·4	19·2	19·0	18·8	18·6	18·4	18·2	18·0	17·7	17·5
Sp.Gew.	1·146	1·144	1·142	1·140	1·138	1·136	1·134	1·132	1·130	1·128
B.	18·4	18·2	18·0	17·8	17·5	17·3	17·0	16·8	16·5	16·3
Sp.Gew.	1·136	1·134	1·132	1·130	1·129	1·127	1·125	1·123	1·121	1·119
B.	17·3	17·0	16·8	16·5	16·4	16·2	16·0	15·8	15·6	15·3
Sp.Gew.	1·126	1·124	1·122	1·120	1·119	1·117	1·115	1·113	1·111	1·109
B.	16·1	15·9	15·7	15·4	15·3	15·1	14·9	14·6	14·4	14·1
Sp.Gew.	1·116	1·114	1·112	1·110	1·109	1·107	1·105	1·103	1·101	1·099
B.	15·0	14·8	14·5	14·3	14·1	13·8	13·6	13·3	13·1	12·9

Gewicht der Lösungen von kohlen saurem Natron.
scheider, Monatsh. f. Chem. 27, 16; 1905.)

50 ⁰	55 ⁰	60 ⁰	65 ⁰	70 ⁰	75 ⁰	80 ⁰	85 ⁰	90 ⁰	95 ⁰	100 ⁰
1·274	1·271	1·268	1·264	1·261	1·257	1·254	1·250	1·246	1·242	1·239
31·0	30·7	30·5	31·1	29·7	29·4	29·2	28·8	28·5	28·1	27·8
1·263	1·260	1·257	1·253	1·250	1·246	1·243	1·239	1·235	1·231	1·228
30·0	29·7	29·4	29·1	28·8	28·5	28·2	27·8	27·4	27·0	26·7
1·251	1·248	1·245	1·241	1·238	1·235	1·231	1·228	1·224	1·220	1·216
28·9	28·6	28·4	28·0	27·7	27·4	27·0	26·7	26·3	26·0	25·6
1·240	1·237	1·234	1·231	1·227	1·224	1·221	1·217	1·213	1·209	1·206
27·9	27·6	27·3	27·0	26·6	26·3	26·1	25·7	25·3	24·9	24·6
1·230	1·227	1·224	1·221	1·218	1·214	1·211	1·207	1·204	1·200	1·196
26·9	26·6	26·3	26·1	25·8	25·4	25·1	24·7	24·4	24·0	23·6
1·223	1·220	1·217	1·213	1·210	1·207	1·204	1·200	1·196	1·192	1·188
26·4	26·0	25·7	25·3	25·0	24·7	24·4	24·0	23·6	23·2	22·8
1·213	1·210	1·207	1·203	1·200	1·197	1·194	1·190	1·186	1·182	1·179
25·3	25·0	24·7	24·3	24·0	23·7	23·4	23·0	22·6	22·2	21·9
1·203	1·200	1·197	1·193	1·190	1·187	1·184	1·181	1·177	1·173	1·170
24·3	24·0	23·7	23·3	23·0	22·7	22·4	22·1	21·7	21·2	20·9
1·194	1·191	1·188	1·185	1·181	1·178	1·175	1·171	1·168	1·164	1·160
23·4	23·1	22·8	22·5	22·1	21·8	21·4	21·0	20·7	20·2	19·8
1·184	1·181	1·177	1·174	1·171	1·168	1·165	1·161	1·157	1·154	1·150
22·4	22·1	21·7	21·3	21·0	20·7	20·3	19·9	19·5	19·2	18·8
1·174	1·171	1·168	1·165	1·162	1·159	1·156	1·152	1·148	1·145	1·141
21·3	21·0	20·7	20·3	20·0	19·7	19·4	19·0	18·6	18·3	17·9
1·164	1·161	1·158	1·155	1·152	1·149	1·146	1·142	1·138	1·135	1·131
20·2	19·9	19·6	19·3	19·0	18·7	18·4	18·0	17·3	17·0	16·6
1·155	1·152	1·149	1·146	1·143	1·140	1·136	1·133	1·129	1·126	1·122
19·3	19·0	18·7	18·4	18·1	17·6	17·3	16·9	16·3	16·0	15·6
1·145	1·142	1·139	1·136	1·133	1·130	1·126	1·123	1·119	1·116	1·112
18·3	18·0	17·6	17·3	16·9	16·6	16·0	15·8	15·4	15·0	14·6
1·135	1·132	1·129	1·126	1·123	1·120	1·117	1·113	1·110	1·106	1·103
17·2	16·8	16·5	16·1	15·8	15·5	15·1	14·6	14·3	13·8	13·5
1·125	1·122	1·119	1·116	1·113	1·110	1·107	1·103	1·100	1·096	1·093
16·0	15·7	15·3	15·0	14·6	14·3	13·9	13·4	13·0	12·6	12·2
1·116	1·113	1·110	1·108	1·105	1·101	1·098	1·095	1·091	1·088	1·084
15·0	14·6	14·3	14·0	13·6	13·1	12·8	12·4	12·0	11·6	11·1
1·106	1·104	1·101	1·098	1·095	1·092	1·089	1·085	1·082	1·078	1·075
13·7	13·4	13·1	12·8	12·4	12·1	11·7	11·3	10·9	10·4	10·0
1·096	1·094	1·091	1·088	1·085	1·082	1·079	1·076	1·072	1·069	1·065
12·5	12·3	12·0	11·6	11·3	10·9	10·5	10·1	9·7	9·3	8·7

3. Einfluß der Temperatur auf das spezifische
Umgerechnet nach der Formel von Weg_
(Fort-

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Sp.Gew.	1.106	1.104	1.102	1.100	1.099	1.097	1.096	1.094	1.092	1.089
Baumé	13.7	13.4	13.2	13.0	12.9	12.7	12.5	12.3	12.1	11.7
Sp.Gew.	1.096	1.094	1.092	1.090	1.089	1.087	1.086	1.084	1.082	1.079
B.	12.6	12.3	12.1	11.9	11.7	11.5	11.4	11.2	10.9	10.5
Sp.Gew.	1.086	1.084	1.082	1.080	1.079	1.078	1.076	1.074	1.072	1.069
B.	11.4	11.1	10.9	10.6	10.5	10.4	10.1	9.9	9.7	9.3
Sp.Gew.	1.075	1.073	1.071	1.070	1.068	1.067	1.065	1.063	1.061	1.059
B.	10.0	9.8	9.5	9.4	9.2	9.0	8.7	8.4	8.2	7.9
Sp.Gew.	1.064	1.063	1.061	1.060	1.059	1.057	1.056	1.054	1.051	1.049
B.	8.6	8.4	8.2	8.0	7.9	7.6	7.5	7.3	6.9	6.6
Sp.Gew.	1.054	1.053	1.051	1.050	1.049	1.048	1.046	1.044	1.042	1.040
B.	7.3	7.1	6.9	6.7	6.6	6.4	6.2	5.9	5.6	5.4
Sp.Gew.	1.043	1.042	1.041	1.040	1.039	1.038	1.036	1.034	1.032	1.030
B.	5.8	5.6	5.5	5.4	5.3	5.1	4.9	4.6	4.4	4.1
Sp.Gew.	1.033	1.032	1.031	1.030	1.029	1.028	1.026	1.025	1.023	1.021
B.	4.5	4.4	4.3	4.1	4.0	3.8	3.5	3.4	3.2	2.9
Sp.Gew.	1.023	1.022	1.021	1.020	1.019	1.018	1.016	1.015	1.013	1.011
B.	3.2	3.4	2.9	2.8	2.6	2.5	2.3	2.1	1.9	1.6
Sp.Gew.	1.013	1.012	1.011	1.010	1.009	1.008	1.006	1.005	1.003	1.001
B.	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	0.9	0.7	0.4	—

4. Spezifische Gewichte von Ätznatronlösungen
bei 15°.

NB. Diese Tabelle gilt nur für Lösungen von ganz reinem NaOH. Für 0—28 % berechnet nach R. Wegscheiders Formel:

$$d_t = d_w^t + (0.0116027 - 0.0125111t + 0.0010222t^2) P - (0.010817 - 0.0036748t + 0.002034t^2) P^2.$$

(Monatsh. f. Chem. 27, 25; 1905), für Prozentgehalte von 28—33% nach Versuchen von G. Lunge und von 33—39 % nach Versuchen von W. R. Bousfield u. Th. M. Lowry (Phil. Trans. Roy. Soc. 204, 273; 1905 für steigende Baumégrade.

Spezifisches Gewicht	Baumé	Prozent Na ₂ O	Prozent NaOH	1 cbm enthält kg	
				Na ₂ O	NaOH
1.007	1	0.46	0.59	4.6	6.0
1.014	2	0.93	1.20	9.4	12.0
1.022	3	1.43	1.85	14.6	18.9

Gewicht der Lösungen von kohlensaurem Natron.
scheider, Monatsh. f. Chem. 27, 16; 1905.
setzung.

50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
1·087	1·085	1·082	1·079	1·076	1·073	1·070	1·066	1·063	1·059	1·056
11·5	11·3	10·9	10·5	10·1	9·8	9·4	8·9	8·4	7·9	7·5
1·077	1·075	1·072	1·069	1·066	1·063	1·060	1·056	1·053	1·049	1·046
10·2	10·0	9·7	9·3	8·9	8·4	8·0	7·5	7·1	6·6	6·2
1·067	1·065	1·062	1·059	1·056	1·053	1·051	1·047	1·044	1·040	1·037
9·0	8·7	8·3	7·9	7·5	7·1	6·9	6·3	5·9	5·4	5·0
1·057	1·055	1·052	1·049	1·046	1·043	1·040	1·037	1·034	1·030	1·027
7·6	7·4	7·0	6·6	6·2	5·8	5·4	5·0	4·6	4·1	3·7
1·047	1·044	1·042	1·039	1·036	1·033	1·030	1·027	1·023	1·021	1·017
6·3	5·9	5·6	5·3	4·9	4·5	4·1	3·7	3·2	2·9	2·4
1·038	1·036	1·033	1·031	1·028	1·025	1·022	1·019	1·015	1·012	1·008
5·1	4·9	4·5	4·3	3·8	3·4	3·0	2·6	2·1	1·7	1·2
1·028	1·026	1·023	1·021	1·018	1·015	1·012	1·009	1·005	1·002	0·998
3·8	3·5	3·2	2·9	2·5	2·1	1·7	1·3	0·6	0·3	—
1·019	1·017	1·014	1·012	1·009	1·006	1·003	1·000	0·997	0·993	0·990
2·6	2·4	2·1	1·7	1·3	0·9	0·3	—	—	—	—
1·009	1·007	1·004	1·002	0·999	0·996	0·993	0·990	0·987	0·983	0·980
1·3	1·0	0·6	0·3	—	—	—	—	—	—	—
0·999	0·997	0·995	0·992	0·989	0·986	0·983	0·980	0·977	0·974	0·970
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Fortsetzung von Seite 212.

Spezifisches Gewicht	Baumé	Prozent Na ₂ O	Prozent NaOH	1 cbm enthält kg	
				Na ₂ O	NaOH
1·029	4	1·94	2·50	20·0	25·7
1·036	5	2·44	3·15	25·3	32·6
1·045	6	2·94	3·79	30·7	39·6
1·052	7	3·49	4·50	36·7	47·3
1·060	8	4·03	5·20	42·7	55·0
1·067	9	4·54	5·86	48·4	62·5
1·075	10	5·10	6·58	54·8	70·7
1·083	11	5·66	7·30	61·3	79·1
1·091	12	6·25	8·07	68·3	88·0
1·100	13	6·81	8·78	74·9	96·6
1·108	14	7·36	9·50	81·5	105·3
1·116	15	7·98	10·30	89·0	114·9

Fortsetzung von Seite 213.

Spezifisches Gewicht	Baumé	Prozent Na ₂ O	Prozent NaOH	1 cbm enthält kg	
				Na ₂ O	NaOH
I·125	16	8·57	11·06	96·4	124·4
I·134	17	9·22	11·90	104·6	134·9
I·142	18	9·84	12·69	112·5	145·0
I·152	19	10·46	13·50	120·5	155·5
I·162	20	11·12	14·35	129·2	166·7
I·171	21	11·74	15·15	137·5	177·4
I·180	22	12·40	16·00	146·3	188·8
I·190	23	13·11	16·91	156·0	201·2
I·200	24	13·80	17·81	165·6	213·7
I·210	25	14·50	18·71	175·5	226·4
I·220	26	15·23	19·65	185·8	239·7
I·230	27	15·97	20·60	196·6	253·6
I·241	28	16·70	21·55	207·2	267·4
I·252	29	17·43	22·50	218·2	281·7
I·263	30	18·21	23·50	230·0	296·8
I·274	31	18·97	24·48	241·7	311·9
I·285	32	19·77	25·50	254·0	327·7
I·297	33	20·60	26·58	267·2	344·7
I·308	34	21·43	27·65	280·0	361·7
I·320	35	22·35	28·83	295·0	380·6
I·332	36	23·25	30·00	309·7	399·6
I·345	37	24·18	31·20	325·2	419·6
I·357	38	25·19	32·50	341·8	441·0
I·370	39	26·14	33·73	358·1	462·1
I·383	40	27·13	35·00	375·2	484·1
I·397	41	28·18	36·36	393·7	507·9
I·410	42	29·18	37·65	411·4	530·9
I·424	43	30·27	39·06	431·0	556·2
I·438	44	31·37	40·47	451·1	582·0
I·453	45	32·57	42·02	473·2	610·6
I·468	46	33·77	43·58	495·7	639·8
I·483	47	35·00	45·16	519·1	669·7
I·498	48	36·22	46·73	542·6	700·0
I·514	49	37·52	48·41	568·1	732·9
I·530	50	38·83	50·10	594·1	766·5

Ist die Natronlauge CO₂-haltig, so sind bei 20° C zu den in der vorstehenden Tabelle angegebenen spezifischen Gewichten die folgenden Werte zu addieren (Wegscheider).

Prozente NaOH aus dem Gesamttiter	Prozente CO ₂					
	0.5	1	2	3	4	5
1	0.002	—	—	—	—	—
10	3	0.005	0.010	0.016	0.021	0.027
20	3	6	12	19	25	32
28	3	7	14	21	28	35

Diese Tabelle kann ohne erheblichen Fehler auch für Temperaturen zwischen 0° und 30° benutzt werden; für Lösungen unter 12 % NaOH oder unter 0.8 % CO₂ auch bis 100°. Für NaOH- oder CO₂-reichere Laugen dient folgende Interpolationstabelle:

Prozente NaOH aus dem Gesamttiter	Prozente CO ₂			
	0.5	1	3	5
		60° C		
1	0.002	—	—	—
10	2	0.005	0.016	0.027
20	3	6	17	30
28	3	6	19	32
		100° C		
1	0.002	—	—	—
10	2	0.005	0.015	0.027
20	2	5	16	27
28	2	5	16	28

5. Einfluß der Temperatur auf das spe-
Umgerechnet nach der Formel von R. Weg-

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Sp.Gew.	1·367	1·364	1·362	1·360	1·357	1·355	1·353	1·350	1·348	1·345
Baumé	38·8	38·5	38·4	38·2	38·0	37·8	37·7	37·4	37·3	37·0
Sp.Gew.	1·357	1·354	1·352	1·350	1·348	1·345	1·343	1·340	1·337	1·335
B.	38·0	37·8	37·6	37·4	37·3	37·0	36·9	36·6	36·4	36·2
Sp.Gew.	1·347	1·344	1·342	1·340	1·338	1·336	1·333	1·330	1·327	1·325
B.	37·2	36·9	36·8	36·6	36·5	36·3	36·1	35·8	35·6	35·4
Sp.Gew.	1·338	1·335	1·332	1·330	1·328	1·325	1·323	1·320	1·317	1·315
B.	36·5	36·2	36·0	35·8	35·8	35·4	35·3	35·0	34·8	34·6
Sp.Gew.	1·328	1·325	1·322	1·320	1·318	1·315	1·313	1·310	1·307	1·305
B.	35·7	35·4	35·2	35·0	34·8	34·6	34·4	34·2	33·9	33·7
Sp.Gew.	1·316	1·314	1·312	1·310	1·309	1·307	1·305	1·302	1·299	1·296
B.	34·7	34·5	34·3	34·2	34·1	33·9	33·7	33·5	33·2	32·9
Sp.Gew.	1·306	1·304	1·302	1·300	1·298	1·295	1·293	1·290	1·287	1·284
B.	33·8	33·6	33·4	33·3	33·1	32·8	32·7	32·4	32·2	31·9
Sp.Gew.	1·296	1·294	1·292	1·290	1·288	1·285	1·283	1·280	1·277	1·274
B.	32·9	32·8	32·6	32·4	32·3	32·0	31·8	31·5	31·3	31·0
Sp.Gew.	1·286	1·284	1·282	1·280	1·278	1·275	1·273	1·270	1·266	1·263
B.	32·1	31·9	31·7	31·5	31·4	31·1	30·9	30·6	30·3	30·0
Sp.Gew.	1·276	1·274	1·272	1·270	1·268	1·265	1·263	1·260	1·257	1·254
B.	31·2	31·0	30·8	30·6	30·4	30·2	30·0	29·7	29·5	29·2
Sp.Gew.	1·265	1·264	1·262	1·260	1·258	1·256	1·253	1·250	1·247	1·245
B.	30·2	30·1	29·9	29·7	29·5	29·4	29·1	28·8	28·6	28·4
Sp.Gew.	1·256	1·254	1·252	1·250	1·248	1·245	1·243	1·240	1·238	1·236
B.	29·4	29·2	29·0	28·8	28·7	28·4	28·2	27·9	27·7	27·5
Sp.Gew.	1·245	1·244	1·242	1·240	1·238	1·235	1·232	1·230	1·228	1·226
B.	28·4	28·3	28·1	27·9	27·7	27·4	27·1	26·9	26·7	26·5
Sp.Gew.	1·235	1·234	1·232	1·230	1·228	1·225	1·222	1·220	1·218	1·216
B.	27·4	27·3	27·1	26·9	26·7	26·4	26·2	26·0	25·8	25·6
Sp.Gew.	1·225	1·224	1·222	1·220	1·218	1·215	1·213	1·210	1·207	1·205
B.	26·4	26·3	26·2	26·0	25·8	25·5	25·3	25·0	24·7	24·5
Sp.Gew.	1·215	1·214	1·212	1·210	1·208	1·205	1·203	1·200	1·197	1·195
B.	25·5	25·4	25·2	25·0	24·8	24·5	24·3	24·0	23·7	23·5
Sp.Gew.	1·205	1·204	1·202	1·200	1·198	1·195	1·193	1·190	1·187	1·185
B.	24·5	24·4	24·2	24·0	23·8	23·5	23·3	23·0	22·7	22·7
Sp.Gew.	1·195	1·194	1·192	1·190	1·188	1·186	1·184	1·181	1·179	1·176
B.	23·5	23·4	23·2	23·0	22·8	22·6	22·4	22·1	21·9	21·6
Sp.Gew.	1·185	1·184	1·182	1·180	1·178	1·176	1·174	1·171	1·169	1·166
B.	22·5	22·4	22·2	22·0	21·8	21·5	21·3	21·0	20·8	20·4
Sp.Gew.	1·175	1·174	1·172	1·170	1·168	1·166	1·164	1·161	1·159	1·156
B.	21·5	21·3	21·2	20·9	20·6	20·4	20·2	19·9	19·7	19·4

zifische Gewicht von Ätznatronlaugen.
scheider. Monatsh. f. Chem. 27, 25; 1905.

50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
1·342	1·339	1·336	1·333	1·331	1·328	1·326	1·323	1·321	1·318	1·316
36·8	36·5	36·3	36·1	35·9	35·7	35·5	35·3	35·1	34·8	34·7
1·332	1·330	1·327	1·324	1·322	1·319	1·316	1·314	1·311	1·308	1·306
36·0	35·8	35·6	35·4	35·2	34·9	34·7	34·5	34·3	34·0	33·8
1·322	1·320	1·317	1·314	1·312	1·309	1·306	1·304	1·301	1·298	1·296
35·2	35·0	34·8	34·5	34·3	34·1	33·8	33·6	33·4	33·1	32·9
1·312	1·310	1·307	1·304	1·302	1·299	1·296	1·294	1·291	1·288	1·286
34·0	34·2	33·9	33·6	33·5	33·2	32·9	32·8	32·5	32·3	32·1
1·302	1·300	1·297	1·294	1·292	1·289	1·286	1·283	1·280	1·277	1·274
33·5	33·3	33·0	32·8	32·6	32·3	32·1	31·8	31·5	31·3	31·0
1·294	1·291	1·286	1·283	1·280	1·277	1·274	1·272	1·269	1·266	1·263
32·8	32·5	32·1	31·8	31·5	31·3	31·0	30·8	30·5	30·3	30·0
1·282	1·279	1·276	1·273	1·270	1·267	1·264	1·261	1·258	1·255	1·253
31·7	31·5	31·2	30·9	30·6	30·4	30·1	29·8	29·5	29·3	29·1
1·272	1·269	1·266	1·263	1·260	1·257	1·254	1·251	1·248	1·245	1·242
30·8	30·6	30·3	30·0	29·7	29·4	29·2	28·9	28·6	28·4	28·1
1·262	1·259	1·256	1·254	1·250	1·248	1·245	1·242	1·239	1·235	1·232
29·9	29·6	29·4	29·2	28·8	28·6	28·4	28·1	27·8	27·4	27·1
1·252	1·249	1·246	1·243	1·240	1·237	1·234	1·231	1·227	1·224	1·221
29·0	28·7	28·5	28·2	27·9	27·6	27·3	27·0	26·6	26·4	26·1
1·242	1·239	1·236	1·233	1·230	1·227	1·224	1·221	1·217	1·214	1·212
28·1	27·8	27·5	27·2	26·9	26·6	26·4	26·1	25·7	25·4	25·2
1·233	1·230	1·227	1·224	1·220	1·218	1·215	1·211	1·208	1·205	1·202
27·2	26·9	26·6	26·4	26·1	25·8	25·5	25·1	24·8	24·5	24·2
1·223	1·220	1·217	1·214	1·211	1·208	1·205	1·201	1·198	1·195	1·192
26·3	26·0	25·7	25·4	25·1	24·8	24·5	24·1	23·8	23·5	23·2
1·213	1·210	1·207	1·204	1·201	1·198	1·195	1·191	1·188	1·185	1·182
25·3	25·0	24·7	24·4	24·1	23·8	23·5	23·1	22·8	22·5	22·2
1·202	1·199	1·196	1·193	1·190	1·187	1·184	1·181	1·177	1·174	1·171
24·2	23·9	23·6	23·3	23·0	22·7	22·4	22·1	21·7	21·3	21·0
1·192	1·189	1·186	1·183	1·180	1·177	1·174	1·171	1·167	1·164	1·161
23·2	22·9	22·6	22·3	22·0	21·7	21·3	21·0	20·6	20·2	19·9
1·182	1·179	1·176	1·173	1·170	1·167	1·164	1·161	1·157	1·153	1·151
22·2	21·9	21·6	21·2	20·9	20·5	20·2	19·9	19·5	19·1	18·9
1·173	1·170	1·167	1·164	1·161	1·158	1·155	1·151	1·148	1·145	1·141
21·2	20·9	20·5	20·2	19·9	19·6	19·3	18·9	18·6	18·3	17·9
1·163	1·160	1·157	1·154	1·151	1·148	1·145	1·141	1·138	1·135	1·131
20·1	19·8	19·5	19·2	18·9	18·6	18·3	17·9	17·5	17·1	16·7
1·153	1·150	1·147	1·144	1·141	1·138	1·135	1·131	1·128	1·125	1·122
19·1	18·8	18·5	18·2	17·9	17·5	17·1	16·9	16·3	16·0	15·7

Fort-

	0 ⁰	5 ⁰	10 ⁰	15 ⁰	20 ⁰	25 ⁰	30 ⁰	35 ⁰	40 ⁰	45 ⁰
Sp.Gew.	1·165	1·164	1·162	1·160	1·158	1·156	1·154	1·151	1·149	1·146
Baumé	20·3	20·2	20·0	19·8	19·6	19·4	19·2	18·9	18·7	18·4
Sp.Gew.	1·155	1·154	1·152	1·150	1·148	1·146	1·144	1·141	1·138	1·135
B.	19·3	19·2	19·0	18·8	18·6	18·4	18·2	17·9	17·5	17·1
Sp.Gew.	1·144	1·143	1·142	1·140	1·138	1·136	1·134	1·132	1·129	1·126
B.	18·2	18·1	18·0	17·8	17·5	17·3	17·0	16·8	16·4	16·1
Sp.Gew.	1·134	1·133	1·132	1·130	1·128	1·126	1·124	1·122	1·119	1·116
B.	17·0	16·9	16·8	16·5	16·3	16·1	15·9	15·7	15·4	15·0
Sp.Gew.	1·123	1·122	1·121	1·120	1·118	1·116	1·114	1·112	1·109	1·107
B.	15·8	15·7	15·6	15·4	15·2	15·0	14·8	14·5	14·2	13·9
Sp.Gew.	1·113	1·112	1·111	1·110	1·109	1·107	1·105	1·103	1·101	1·099
B.	14·6	14·5	14·4	14·3	14·1	13·8	13·6	13·3	13·1	12·9
Sp.Gew.	1·104	1·103	1·102	1·100	1·099	1·097	1·095	1·093	1·091	1·088
B.	13·5	13·4	13·3	13·0	12·9	12·7	12·4	12·2	12·0	11·6
Sp.Gew.	1·093	1·092	1·091	1·090	1·089	1·087	1·085	1·083	1·081	1·078
B.	12·4	12·1	12·0	11·9	11·7	11·5	11·3	11·0	10·8	10·4
Sp.Gew.	1·083	1·082	1·081	1·080	1·079	1·077	1·075	1·073	1·071	1·069
B.	11·0	10·9	10·8	10·6	10·5	10·3	10·0	9·8	9·5	9·2
Sp.Gew.	1·072	1·072	1·071	1·070	1·069	1·067	1·065	1·063	1·061	1·059
B.	9·6	9·6	9·5	9·4	9·2	9·0	8·8	8·4	8·1	7·9
Sp.Gew.	1·062	1·061	1·061	1·060	1·058	1·057	1·055	1·053	1·051	1·049
B.	8·3	8·2	8·2	8·0	7·8	7·6	7·4	7·2	6·9	6·6
Sp.Gew.	1·052	1·052	1·051	1·050	1·049	1·048	1·046	1·044	1·042	1·040
B.	7·0	7·0	6·9	6·7	6·5	6·4	6·2	5·9	5·6	5·4
Sp.Gew.	1·042	1·042	1·041	1·040	1·039	1·038	1·036	1·035	1·033	1·031
B.	5·6	5·6	5·5	5·4	5·2	5·1	4·9	4·7	4·5	4·2
Sp.Gew.	1·032	1·032	1·031	1·030	1·029	1·028	1·026	1·025	1·023	1·021
B.	4·4	4·4	4·3	4·1	4·0	3·9	3·6	3·4	3·2	2·8
Sp.Gew.	1·021	1·021	1·021	1·020	1·019	1·018	1·016	1·015	1·013	1·011
B.	2·9	2·9	2·9	2·8	2·6	2·5	2·3	2·2	1·9	1·6
Sp.Gew.	1·010	1·010	1·010	1·010	1·009	1·008	1·006	1·005	1·003	1·001
B.	1·4	1·4	1·4	1·4	1·3	1·1	0·9	0·7	0·4	—

F. Analyse der Handels soda.

Der alkalimetrische Gehalt wird stets nach dem Glühen bestimmt und für den geglühten (trockenen) Zustand angegeben; dies ist der eigentlich maßgebende Titer. Zur Analyse wird 2.6500 g abgewogen, aufgelöst und ohne Filtration titriert; jedes ccm Normalsäure zeigt 2 Proz. Na_2CO_3 an.

Als Normalsäure wendet man Salzsäure an, die im Liter 36.468 g HCl enthält und auf chemisch reines Natriumcarbonat gestellt, sowie mit Silbernitrat kontrolliert ist; vgl. Anhang. Als Indikator dient weitaus am besten Methylorange in der Kälte.

Zu einer vollständigen Analyse der Handels soda wird 50 g derselben in warmem Wasser aufgelöst und

1. der unlösliche Rückstand abfiltriert und ausgewaschen; das Filtrat und die Waschwässer werden auf ein Liter gebracht. Hierin bestimmt man

2. Natriumcarbonat durch Titrieren von 20 ccm = 1 g der Soda mit Normalsalzsäure, unter Abzug des in Nr. 3 gefundenen Betrages; der Betrag Nr. 4 ist stets minim.

3. Ätznatron durch Baryumchlorid nach S. 194.

4. Natriumsulfid in 100 ccm = 5 g durch Titrieren mit ammoniakalischer Silberlösung (Bereitung im Anhang), welche im Liter 13.818 g Ag enthält und pro Kubikzentimeter 0.005 g Na_2S anzeigt. Man erhitzt die Sodalösung zum Sieden, setzt Ammoniak zu und tröpfelt die Silberlösung aus einer in $\frac{1}{10}$ ccm geteilten Bürette zu, so lange, bis kein neuer schwarzer Niederschlag von Ag_2S entsteht. Um dies genauer beobachten zu können, filtriert man gegen das Ende der Operation und titriert das Filtrat weiter; dies wird nach Bedarf öfters wiederholt. Jeder Kubikzentimeter der Silberlösung zeigt 0.1 Proz. Na S in der Soda an.

5. Natriumsulfit. Man säuert 100 ccm der Lauge = 5 g Soda mit Essigsäure an, setzt Stärkelösung zu und titriert mit Jodlösung bis Blau. Eine Zehntelnormal-Jodlösung zeigt pro Kubikzentimeter 0.006304 g ($\log = 0.79962 - 3$) Na_2SO_3 oder hier 0.126 Proz.; die S. 195 bei II. Nr. 3 erwähnte Lösung von 3.251 g Jod im Liter zeigt pro Kubikzentimeter 0.001615 g ($\log = 0.20817 - 3$) Na_2SO_3 , oder hier 0.323 Proz. Hiervon muß man allerdings den Betrag von Nr. 4 abziehen, wobei man 1 ccm der Silberlösung = 1.3 ccm der Zehntelnormal-Jodlösung oder = 5.0 der schwächeren Jodlösung berechnet.

6. Natriumsulfat. Man säuert 20 ccm der Lauge = 1 g Soda mit Salzsäure an, fällt mit Baryumchlorid nach S. 136 und wägt das BaSO_4 , wovon 1.000 T. = 0.6086 T. ($\log = 0.78432 - 1$) Na_2SO_4 ist.

7. Natriumchlorid. Man neutralisiert 20 ccm der Lauge = 1 g Soda genau mit Salpetersäure, am besten, indem man aus einer Bürette genau so viel Normalsalpetersäure zusetzt, als man in Nr. 2 an Salzsäure gebraucht hatte; dann versetzt man mit gelbem Kaliumchromat und titriert mit Zehntel-Silberlösung nach S. 174. Jedes Kubikzentimeter derselben zeigt 0.005846 g ($\log = 0.76686 - 3$) NaCl.

8. Eisen. Man neutralisiert 100 ccm Lauge = 5 g Soda mit eisenfreier Schwefelsäure, reduziert durch eisenfreies Zink (S. 170) und titriert mit Zwanzigstelnormal-Permanganatlösung, wovon jedes Kubikzentimeter 0.002793 g ($\log = 0.44600 - 3$) Fe oder hier = 0.0559 Proz. Eisen anzeigt.

9. Tabelle zur Vergleichung der deutschen, englischen und französischen Handelsgrade von Soda.

Die englischen Fabriken geben nominell den alkalimetrischen Titer auf Proz. Na₂O umgerechnet an, was also die Gay-Lussacschen Grade bedeuten würde. In Wirklichkeit rechnen sie aber ganz anders, indem sie das Äquivalent des Na₂O nicht $\frac{1}{2}(62) = 31$, sondern = 32 setzen. Bei richtiger Rechnung, also nach wirklichen Gay-Lussac-Graden, würde ganz reine Soda $\frac{31 \times 100}{53} = 58.49^0$ zeigen, bei dem Äquivalent 32 aber $\frac{32 \times 100}{54} = 59.26^0$. Dies nennt man dann „Newcastler“ Grade. Der „Liverpool test“ aber setzt sogar je 31 Gay-Lussac-Grade = 32^0 englisch, wo also ganz reine Soda zeigt: $\frac{58.49 \times 32}{31} = 60.37^0!$

Die französischen (Descroizilles) Grade bedeuten die Mengen von Schwefelsäuremonohydrat H₂SO₄, welche von 100 T. der Soda neutralisiert werden.

Gay-Lussacs Grade Proz. Na ₂ O	Deutsche Grade Proz. Na ₂ CO ₃	Englische (Newcastler) Grade	Französische (Descroizilles) Grade	Proz. NaOH	Gay-Lussacs Grade Proz. Na ₂ O	Deutsche Grade Proz. Na ₂ CO ₃	Englische (Newcastler) Grade	Französische (Descroizilles) Grade	Proz. NaOH
0.5	0.86	0.51	0.79	0.65	3.5	5.99	3.55	5.54	4.52
1	1.71	1.01	1.58	1.29	4	6.84	4.05	6.33	5.16
1.5	2.57	1.52	2.37	1.94	4.5	7.70	4.56	7.12	5.81
2	3.42	2.03	3.16	2.58	5	8.55	5.06	7.91	6.46
2.5	4.28	2.54	3.96	3.23	5.5	9.41	5.57	8.70	7.10
3	5.13	3.04	4.75	3.87	6	10.26	6.08	9.49	7.75

Gay-Lussacs Grade Proz. Na ₂ O	Deutsche Grade Proz. Na ₂ CO ₃	Englische (Newcastle) Grade	Französische (Descroizilles) Grade	Proz. NaOH	Gay-Lussacs Grade Proz. Na ₂ O	Deutsche Grade Proz. Na ₂ CO ₃	Englische (Newcastle) Grade	Französische (Descroizilles) Grade	Proz. NaOH
6.5	11.12	6.59	10.28	8.39	26	44.46	26.34	41.13	33.57
7	11.97	7.09	11.07	9.04	26.5	45.32	26.85	41.92	34.21
7.5	12.83	7.60	11.87	9.68	27	46.17	27.35	42.71	34.86
8	13.68	8.10	12.66	10.33	27.5	47.03	27.86	43.51	35.50
8.5	14.54	8.61	13.45	10.97	28	47.88	28.36	44.30	36.15
9	15.39	9.12	14.24	11.62	28.5	48.74	28.87	45.09	36.79
9.5	16.25	9.63	15.03	12.27	29	49.59	29.38	45.88	37.44
10	17.10	10.13	15.82	12.91	29.5	50.45	29.89	46.67	38.09
10.5	17.96	10.64	16.61	13.56	30	51.30	30.39	47.46	38.73
11	18.81	11.14	17.40	14.20	30.5	52.16	30.90	48.25	39.38
11.5	19.67	11.65	18.19	14.85	31	53.01	31.41	49.04	40.02
12	20.52	12.17	18.98	15.49	31.5	53.87	31.91	49.83	40.67
12.5	21.38	12.68	19.78	16.14	32	54.72	32.42	50.62	41.31
13	22.23	13.17	20.57	16.78	32.5	55.58	32.92	51.42	41.96
13.5	23.09	13.68	21.36	17.43	33	56.43	33.43	52.21	42.60
14	23.94	14.18	22.15	18.07	33.5	57.29	33.94	53.00	43.25
14.5	24.80	14.69	22.94	18.72	34	58.14	34.44	53.79	43.89
15	25.65	15.19	23.73	19.37	34.5	59.00	34.95	54.58	44.54
15.5	26.51	15.70	24.52	20.01	35	59.85	35.46	55.37	45.19
16	27.36	16.21	25.31	20.66	35.5	60.71	35.96	56.16	45.83
16.5	28.22	16.73	26.10	21.30	36	61.56	36.47	56.95	46.48
17	29.07	17.22	26.89	21.95	36.5	62.42	36.98	57.74	47.12
17.5	29.93	17.73	27.69	22.59	37	63.27	37.48	58.53	47.77
18	30.78	18.23	28.48	23.24	37.5	64.13	37.98	59.33	48.41
18.5	31.64	18.74	29.27	23.88	38	64.98	38.50	60.12	49.06
19	32.49	19.25	30.06	24.53	38.5	65.84	39.00	60.91	49.70
19.5	33.35	19.76	30.85	25.18	39	66.69	39.51	61.70	50.35
20	34.20	20.26	31.64	25.82	39.5	67.55	40.02	62.49	51.00
20.5	35.06	20.77	32.43	26.47	40	68.40	40.52	63.28	51.64
21	35.91	21.27	33.22	27.11	40.5	69.26	41.03	64.07	52.29
21.5	36.77	21.78	34.01	27.76	41	70.11	41.54	64.86	52.93
22	37.62	22.29	34.80	28.40	41.5	70.97	42.04	65.65	53.58
22.5	38.48	22.80	35.60	29.05	42	71.82	42.55	66.44	54.22
23	39.33	23.30	36.39	29.69	42.5	72.68	43.06	67.24	54.87
23.5	40.19	23.81	37.18	30.34	43	73.53	43.57	68.03	55.51
24	41.04	24.31	37.97	30.98	43.5	74.39	44.07	68.82	56.16
24.5	41.90	24.82	38.76	31.63	44	75.24	44.58	69.61	56.80
25	42.75	25.32	39.55	32.28	44.5	76.10	45.08	70.40	57.45
25.5	43.61	25.83	40.34	32.92	45	76.95	45.59	71.19	58.10

Gay-Lussacs Grade Proz. Na ₂ O	Deutsche Grade Proz. Na ₂ CO ₃	Englische (Newcastler) Grade	Französische (Descroizilles) Grade	Proz. NaOH	Gay-Lussacs Grade Proz. Na ₂ O	Deutsche Grade Proz. Na ₂ CO ₃	Englische (Newcastler) Grade	Französische (Descroizilles) Grade	Proz. NaOH
45·5	77·81	46·10	71·98	58·74	62	106·02	62·82	98·08	80·04
46	78·66	46·60	72·77	59·39	62·5	106·88	63·32	98·88	80·69
46·5	79·52	47·11	73·56	60·03	63	107·73	63·83	99·67	81·33
47	80·37	47·62	74·35	60·68	63·5	108·59	64·33	100·46	81·98
47·5	81·23	48·12	75·15	61·32	64	109·44	64·84	101·25	82·62
48	82·08	48·63	75·94	61·97	64·5	110·30	65·35	102·04	83·27
48·5	82·94	49·14	76·73	62·61	65	111·15	65·85	102·83	83·92
49	83·79	49·64	77·52	63·26	65·5	112·01	66·36	103·62	84·56
49·5	84·65	50·15	78·31	63·91	66	112·86	66·87	104·41	85·20
50	85·50	50·66	79·10	64·55	66·5	113·72	67·37	105·20	85·85
50·5	86·36	51·16	79·89	65·20	67	114·57	67·88	105·99	86·50
51	87·21	51·67	80·68	65·84	67·5	115·43	68·39	106·79	87·14
51·5	88·07	52·18	81·47	66·49	68	116·28	68·89	107·58	87·79
52	88·92	52·68	82·26	67·13	68·5	117·14	69·40	108·37	88·43
52·5	89·78	53·19	83·06	67·78	69	117·99	69·91	109·16	89·08
53	90·63	53·70	83·85	68·42	69·5	118·85	70·41	109·95	89·73
53·5	91·49	54·20	84·64	69·07	70	119·70	70·92	110·74	90·37
54	92·34	54·71	85·43	69·71	70·5	120·56	71·43	111·53	91·02
54·5	93·20	55·22	86·22	70·36	71	121·41	71·93	112·32	91·66
55	94·05	55·72	87·01	71·01	71·5	122·27	72·44	113·11	92·31
55·5	94·91	56·23	87·80	71·65	72	123·12	72·95	113·90	92·95
56	95·76	56·74	88·59	72·30	72·5	123·98	73·45	114·70	93·60
56·5	96·62	57·24	89·38	72·94	73	124·83	73·96	115·49	94·24
57	97·47	57·75	90·17	73·59	73·5	125·69	74·47	116·28	94·89
57·5	98·33	58·26	90·97	74·23	74	126·54	74·97	117·07	95·53
58	99·18	58·76	91·76	74·88	74·5	127·40	75·48	117·86	96·18
58·5	100·04	59·27	92·55	75·52	75	128·25	75·99	118·65	96·83
59	100·89	59·77	93·34	76·17	75·5	129·11	76·49	119·44	97·47
59·5	101·75	60·28	94·13	76·82	76	129·96	77·00	120·23	98·12
60	102·60	60·79	94·92	77·46	76·5	130·82	77·51	121·02	98·76
60·5	103·46	61·30	95·71	78·11	77	131·67	78·01	121·81	99·41
61	104·31	61·80	96·50	78·75	77·5	132·53	78·52	122·61	100·05
61·5	105·17	62·31	97·29	79·40					

VI. Schwefel-Regeneration aus Leblanc-Soda-Rückständen.

Die in den früheren Auflagen enthaltenen Vorschriften zur Untersuchung der bei dem Verfahren von Schaffner-Mond entstehenden Laugen sind hier fortgelassen, weil dieses Verfahren nicht mehr ausgeübt wird; wir geben jetzt nur die bei dem Verfahren von Claus-Chance angewendeten Methoden.

1. Bestimmung des Sulfidschwefels im Sodarückstande. Man benutzt einen Kolben mit Hahntrichter und Gasrohr, das letztere verbunden mit einem Absorptionsapparat, z. B. Fig. 5, S. 148, welcher mit Kalilauge gefüllt und am besten mit einem Aspirator verbunden ist. In den Kolben gibt man etwa 2 g Sodarückstand und etwas Wasser und läßt aus dem Hahntrichter Salzsäure, verdünnt mit dem gleichen Volum Wasser, allmählich einlaufen, bis die Zersetzung beendet ist. Man kocht zur Austreibung alles Gases, wobei viel Wasser in den Kugeln des Absorptionsapparates verdichtet wird. Wenn etwa $\frac{2}{3}$ der Kugeln siedend heiß geworden sind, öffnet man den Trichterhahn, läßt den Apparat abkühlen, bringt den Inhalt des Absorptionsapparates in eine $\frac{1}{2}$ -Literflasche, füllt zur Marke und entnimmt einen aliquoten Teil davon, den man mit ziemlich viel gut ausgekochtem Wasser verdünnt, mit Essigsäure neutralisiert und mit $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung titriert, wovon jedes ccm = 0.001604 g (log = 0.20520 — 3) S.

2. Sulfidschwefel im carbonatierten Rückstand. Man verwendet etwa 6 g zur Analyse, welche wie in Nr. 1 vorgenommen wird.

3. Sulfidschwefel + CO₂ im Sodarückstand. Zu dieser, nur ausnahmsweise ausgeführten Bestimmung braucht man einen kleinen Kolben mit Hahntrichter, verbunden mit einem mit Natriumsulfat gefüllten U-Rohr (für Absorption von HCl) und genügend vielen Chlorcalciumröhren, um das Gas gut zu trocknen. Auf letztere folgen zwei gewogene Kalikugel-Apparate und schließlich wieder gewogene Chlorcalciumröhren. Der Kolben wird mit 2 g Rückstand und etwas Wasser beschickt und ein Strom Stickstoffgas durch den Apparat geleitet. (Man bereitet dieses Gas am besten aus Kalkofengasen, die man durch Natronlauge, dann durch ein mit Kupferspänen gefülltes rotglühendes Rohr und dann wieder durch Kalilauge und Barytwasser leitet.) Nun zersetzt man den Rückstand mit Salzsäure, kocht und leitet längere Zeit einen Strom von Stickstoffgas hindurch, um alles H₂S und CO₂ aus dem Kolben in die Kaliapparate und Trockenröhren zu treiben. Durch

Rückwägen der ersteren erfährt man die Menge von $\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2$. Durch Behandlung der Kalilauge nach Nr. 1 erfährt man die Menge des H_2S , und diejenige der CO_2 aus dem Unterschiede beider Bestimmungen. Sehr vorteilhaft kann man hier auch das von Lunge und Rittener ausgearbeitete Verfahren (Zeitschr. f. angew. Chem. 19, 1851; 1906, S. 198) anwenden.

4. Sulfidschwefel in Laugen von Calciumsulfid oder Natriumsulfid. Man verdünnt 10 ccm auf 250, entnimmt einen aliquoten Teil, verdünnt stark mit luftfreiem Wasser, säuert mit Essigsäure an und titriert wie in Nr. 1. Bei Gegenwart von Thiosulfat bestimmt man dies wie in Nr. 5. und zieht es ab. Bei Gegenwart von Polysulfid zeigt diese Methode nicht den durch Säuren ausfällbaren, sondern nur den als H_2S ausscheidbaren Schwefel an.

5. Natron, Kalk und Thiosulfat in Schwefellaugen. In 5 ccm der Lauge bestimmt man die Gesamtalkalinität ($\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O}$) durch Titrieren mit Salzsäure und Methylorange. In eine andere Probe von 50 ccm leitet man CO_2 ein bis zur Austreibung alles H_2S (angezeigt durch Bleipapier), kocht zur Zersetzung von Calciumbicarbonat, verdünnt auf 500 ccm, läßt absitzen, entnimmt 50 ccm des klaren Anteils und titriert wiederum, wobei man nur Na_2O findet, während CaO durch den Unterschied gegenüber der ersten Titrierung angezeigt wird.

Eine andere Probe der carbonatierten Flüssigkeit titriert man mit $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung auf Thiosulfat; 1 ccm der Jodlösung = 0.006414 g (log = 0.80713 — 3) Schwefel als $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

6. Kalkofengase. Man bestimmt CO_2 in irgend einer Gasbürette oder im Orsat-Apparat (Fig. 2, S. 124), wobei zugleich der Sauerstoff bestimmt werden kann.

7. Gas aus dem Gasometer. a) H_2S und CO_2 zusammen werden wie in Nr. 6 bestimmt.

b) H_2S für sich wird bestimmt in einer weithalsigen Flasche von genau bekanntem Inhalt (etwa 500 ccm) mit doppelt durchbohrtem Kautschukstopfen. Ein Glasrohr geht fast auf den Boden, ein anderes endet dicht unter dem Stopfen; beide sind außen mit Hähnen versehen. Man läßt Gas bis zur vollständigen Verdrängung der Luft hindurchstreichen, läßt durch einen der Hähne 20 oder 25 ccm Normalnatronlauge einlaufen, schüttelt gut um, bringt die Lauge in eine Meßflasche, spült nach und füllt zur Marke auf. Ein aliquoter Teil davon wird mit luftfreiem Wasser stark verdünnt, mit Essigsäure angesäuert und mit Jod titriert. Am besten verwendet man eine Lösung von 11.463 g Jod im Liter, welche pro ccm 1 ccm H_2S von 0° und

760 mm anzeigt. Um auch das angewendete Gas auf diese Normalien zu reduzieren, stellt man in einem Gasvolumeter (S. 166) die Röhren *B* und *C* so, daß die Quecksilberkuppen in eine Ebene fallen, liest den Stand in *B* ab und dividiert mit dieser Zahl in den Kubikinhalte der angewendeten Probeflasche $\times 100$.

8. Austrittsgase aus den Claus-Öfen. Sie enthalten kleine Mengen von SO_2 und H_2S , welche beide beim Durchtritt durch Jodlösung 2 HJ für je 1 S bilden; aber während H_2S die Acidität nicht weiter vermehrt, bildet SO_2 außerdem ein Äquivalent an H_2SO_4 . Man mißt also $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S}$ durch das in HJ verwandelte J, und SO_2 für sich durch die nach Neutralisation des HJ übrig bleibende Acidität. Da aber beim Durchleiten der großen Gasmenge durch die Jodlösung etwas Jod verflüchtigt wird, so muß man noch Natronlauge oder besser Thiosulfatlösung einschalten. Man aspiriert einen oder mehrere Liter des Gases durch 50 ccm $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung, enthalten in einem Vielkugel-Apparat, Fig. 5, S. 148, gefolgt von einem eben solchen mit 50 ccm $\frac{1}{10}$ N-Thiosulfatlösung beschickten Apparate. Nach Beendigung der Operation entleert man beide Apparate in ein Becherglas und titriert mit $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung und Stärke auf blau; die verbrauchte Zahl ccm (= *n*), multipliziert mit 0.001604 ($\log = 0.20520 - 3$) gibt den als SO_2 und H_2S zusammen vorhandenen Schwefel. Man zerstört nun die blaue Farbe durch einen Tropfen Thiosulfat, setzt Methylorange zu und titriert mit $\frac{1}{10}$ N-Natron bis zum Verschwinden der Rotfärbung; man brauche davon *m* ccm. (*m*—*n*) 0.001604 g gibt den als SO_2 vorhandenen Schwefel an.

VII. Salpetersäurefabrikation.

A. Chilisalpeter.

Die Verkäufer bedienen sich in der Regel der indirekten Analyse, d. h. sie bestimmen Feuchtigkeit, Natriumchlorid, Natriumsulfat und Unlösliches zusammen (die „Refraktion“ genannt) und nehmen alles Übrige = wirklichem Natriumnitrat an. Da jedoch häufig im Chilisalpeter Kaliumnitrat vorkommt, dessen Gehalt an Salpetersäure geringer als der des Natriumnitrats ist, so können auf diesem Wege Fehler von über 1 % NaNO_3 entstehen. Daher sollte neben der indirekten Analyse eine direkte Bestimmung des Kaligehalts, oder eine solche des Salpetersäuregehalts vorgenommen werden.

1. Wasser. Man trocknet 10 g oder mehr einer guten Durchschnittsprobe im Glas- oder Porzellanschälchen bei 130° 4—5 Stunden lang, bis zur Gewichtskonstanz.

2. Salpetersäure. Da es sehr schwierig ist ein sehr kleines Durchschnittsmuster des Chilisalpeters zu erzielen, so zieht man ein solches von ungefähr 20 g, trocknet dies bei 110°, zerreibt äußerst fein, mischt vollständig durch und entnimmt hiervon das für die Salpetersäurebestimmung wie auch für die übrigen Bestimmungen Nötige. Für den vorliegenden Zweck schüttet man das Muster in ein enges Wägeröhrchen, welches bis zu einer Marke ca. 0.35 g*) hält, verkorkt das Röhrchen und wägt zurück. Dann schüttet man den Inhalt in das inzwischen vorgerichtete Schüttelgefäß *D* des Gasvolumeters, Fig. 7, S. 166, indem man die Substanz möglichst auf den Boden des Glasbechers bringt. Dabei muß der Hahn so stehen, daß seine Bohrungen völlig verschlossen sind. Man läßt nun ca. ½ ccm laues Wasser einlaufen, wartet kurze Zeit, bis der Salpeter fast oder ganz zergangen ist, saugt die Lösung mit den Kristallen durch vorsichtiges Öffnen des Glashahns bei gesenktem Niveaurohr *E* in das Innere des Gefäßes *D*, spült mit ½ höchstens 1 ccm Wasser nach und läßt nun ca. 15 ccm konzentrierte reine Schwefelsäure nachlaufen. (Wenn man zu viel Wasser anwendet, d. h. mehr als höchstens im ganzen 1½ ccm, so verdünnt sich die Schwefelsäure zu sehr und es entsteht dann ein das genaue Ablesen verhindernder, längere Zeit bleibender Schaum, indem sich viel basisches Quecksilbersulfat ausscheidet. Die nach obiger Vorschrift eintretende mäßige Verdünnung der 15 ccm konz. Schwefelsäure mit ca. 1.5 ccm Wasser verhindert die Auflösung einer merklichen Menge von NO in der Säure). Die Reaktion wird wie bei dem gewöhnlichen Nitrometer (S. 163) durch kräftiges Schütteln der sauren Lösung mit dem Quecksilber beendet. Man stellt dabei das Niveaurohr schon vorläufig ziemlich richtig ein, um starke Druckdifferenzen und damit Gefahr einer Undichtheit des Hahnes zu vermeiden und wartet mindestens ½ Stunde zur Abkühlung. Jetzt verbindet man das Röhrchen *c* des Schüttelgefäßes *D* (Fig. 7) mit dem Röhrchen *e* des Meßrohres *A*, so daß Glas auf Glas stößt, wie S. 167 beschrieben, und führt sämtliches Gas durch Heben von *E* und Senken von *C* nach *A* hinüber, ohne daß irgendwelche Säure nach *A* hinübertritt. Dann sperrt man beide Glashähne ab und stellt durch entsprechende Bewegungen der Röhren *A*, *B*, *C* in der S. 168 beschriebenen Art das Gas-

*) Man muß so viel abwägen, daß bei der herrschenden Temperatur und Barometerstand das entwickelte Stickoxyd keinesfalls unter 100 ccm oder über 120 ccm beträgt.

volum auf den Druck von 760 mm und die Temperatur 0° ein. Selbstverständlich kann man auch ohne das „Reduktionsrohr“ B arbeiten; man muß dann Temperatur und Barometerstand, wie S. 164 beschrieben, zugleich ablesen, das Gasvolum nach den Tabellen S. 36 ff auf 0° und 760 mm Druck reduzieren und dadurch x ccm NO erhalten. Jedes ccm NO entspricht 0.0037963 g ($\log = 0.57936 - 3$) NaNO_3 (Tabelle S. 16); das Ganze dividiert durch das angewendete Gewicht a und multipliziert mit 100, gibt den Prozentgehalt, der also

$$= \frac{0.37963 \cdot x}{a} \text{ ist.}$$

NB. Man überzeugt sich, ob das Nitrometer bis zur Marke 100 genau 100 ccm faßt, indem man es umkehrt, Quecksilber bis zur Marke 100 einfüllt, dieses ablaufen läßt und wägt; es soll bei 15° 1355.1 Gramm wiegen, wobei die Meniskuskorrektion bereits berücksichtigt ist (Näheres C. T. U. I, 55). Wenn nicht, so muß man jeder Ablesung entsprechend viel zugeben oder davon abziehen.

Für den vorliegenden Fall ist der Zersetzung im Gasmeßrohre selbst die Anwendung des Gasvolumeters (S. 166) mit besonderem Zersetzungsgefäß D unbedingt vorzuziehen. Man muß als Gasmeßrohr hier nicht ein nur 50 ccm fassendes, wie es in Fig. 7 gezeigt ist, anwenden, sondern ein ca. 130 ccm fassendes, oben erweitertes, nur am verengerten unteren Teile eingeteiltes Rohr.

3. Unlösliches. Man löst 10 g in Wasser, filtriert, wäscht aus und glüht; bei erheblichen Mengen von organischer Substanz trocknet man erst bei 100° und wägt das Filter mit dem Niederschlage, ehe man glüht. Die Lösung wird zu den Bestimmungen Nr. 4 bis 6 verwendet.

4. Natriumsulfat wird in der Lösung von Nr. 2 gewichtsanalytisch mit Baryumchlorid bestimmt, S. 176.

5. Natriumchlorid wird durch Silberlösung titriert, S. 174.

6. Kaliumverbindungen. Man verdampft mehrmals mit starker Salzsäure zur Trocknis, bis zur völligen Zerstörung der Nitrate und bestimmt das Kalijon wie im Kaliumchlorid, Kap. VIII A. 2. S. 239. Es wird auf Kaliumnitrat berechnet, wovon 100 T. äquivalent mit 84.08 T. ($\log = 0.92469 - 1$) NaNO_3 sind.

7. Jodat wird nachgewiesen durch Reduktion der Jodsäure mit Zink, Erhitzen der Lösung mit konz. Schwefelsäure, welche das Jod frei macht, Verdünnen und Ausschütteln mit Schwefelkohlenstoff, der das freie Jod mit rosaroter Farbe

aufnimmt. Noch genauer ist die bei Salpetersäure S. 237 angegebene Probe. Auzenat (Chem. Zentralbl. 1900, I, 571) gibt eine kolorimetrische Probe an, beruhend darauf, daß Jodate in Gegenwart von Jodkalium durch Essigsäure zersetzt werden, nicht aber Nitrate.

8. Perchlorat (nach Gilbert). 20 g der getrockneten Probe werden in einer flachen Platinschale mit 2—3 ccm konz. Sodalösung durchtränkt, ca 1 g chlorfreies Mangandioxyd zugefügt, bei kleiner Flamme eingetrocknet, zum Schmelzen gebracht und mit aufgelegtem Deckel 15 Minuten auf dunkle Rotglut erhitzt. Die Schmelze wird in heißem Wasser aufgelöst und die Lösung auf 250 ccm gebracht. 50 ccm = 4 g Salpeter werden mit Salpetersäure angesäuert und 1prozentige Kaliumpermanganatlösung zugetropft, bis die rote Färbung eine Minute bestehen bleibt. Dann wird Eisenalaun zugesetzt und mit Silbernitratlösung nach Volhard titriert. Von dem so gefundenen Chlorgehalt wird der ursprünglich vorhandene (nach Nr. 5 gefundene) abgezogen und der Rest als Perchlorat berechnet. 1 T. NaCl entspricht dann 2·095 ($\log = 0\cdot32118$) T. NaClO_4 .

B. Bisulfat.

1. Freie Säure wird mit Normalnatronlauge titriert, S. 175. Bei größeren Mengen von Eisenoxyd oder Tonerde fügt man, ohne Zusatz eines Indikators, Normalnatron zu, bis die ersten Flocken eines Niederschlages erscheinen, welche die Beendigung der Reaktion anzeigen.

2. Salpetersäure kann im Nitrometer oder Gasvolumeter nach derselben Methode wie der Chilisalpeter im Nitrometer für Salpeter, bestimmt werden, nämlich durch Auflösen im Hahntrichter mit ganz wenig Wasser und Zersetzen mit viel Schwefelsäure (S. 227). Da stets nur wenig Salpetersäure darin vorhanden ist, so muß man das Nitrometer für Säuren mit seiner engen Meßröhre (Fig. 6 S. 164) nehmen.

3. Eisenoxyd und Tonerde eventuell wie S. 176.

C. Salpetersäure.

1. Tabelle der spezifischen Gewichte von Salpetersäuren bei 15° C (bezogen auf Wasser von 4°), nach Lunge und Rey, umgerechnet nach den neuesten Bestimmungen der Atomgewichte (N = 14.01).

NB. Diese Tabelle gilt nur für chemisch reine, auch von Untersalpetersäure freie Salpetersäure, nicht für Säuren des Handels; vgl. S. 149.

Vol.- Gew. bei 15° 4° (luftleer)	Grad Baumé	Grade des Densit- meters	100 Gewichtsteile enthalten				1 Liter enthält Kilogramm					
			N ₂ O ₅	HNO ₃	Säure von			N ₂ O ₅	HNO ₃	Säure von		
					36° Bé.	40° Bé.	48 1/2° Bé.			36° Bé.	40° Bé.	48 1/2° Bé.
1.000	0	0	0.08	0.10	0.19	0.16	0.10	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001
1.005	0.7	0.5	0.85	1.00	1.89	1.61	1.03	0.008	0.010	0.019	0.016	0.010
1.010	1.4	1	1.62	1.90	3.60	3.07	1.95	0.016	0.019	0.036	0.031	0.019
1.015	2.1	1.5	2.39	2.80	5.30	4.52	2.87	0.024	0.028	0.053	0.045	0.029
1.020	2.7	2	3.17	3.70	7.01	5.98	3.79	0.033	0.038	0.072	0.061	0.039
1.025	3.4	2.5	3.94	4.60	8.71	7.43	4.72	0.040	0.047	0.089	0.076	0.048
1.030	4.1	3	4.71	5.50	10.42	8.88	5.64	0.049	0.057	0.108	0.092	0.058
1.035	4.7	3.5	5.47	6.38	12.08	10.30	6.54	0.057	0.066	0.125	0.107	0.068
1.040	5.4	4	6.22	7.26	13.75	11.72	7.45	0.064	0.075	0.142	0.121	0.077
1.045	6.0	4.5	6.97	8.13	15.40	13.13	8.34	0.073	0.085	0.161	0.137	0.087
1.050	6.7	5	7.71	8.99	17.03	14.52	9.22	0.081	0.094	0.178	0.152	0.096
1.055	7.4	5.5	8.43	9.84	18.64	15.89	10.09	0.089	0.104	0.197	0.168	0.107

I·060	8·0	9·14	10·67	20·22	17·24	10·95	0·097	0·113	0·214	0·183	0·116
I·065	8·7	9·86	11·50	17·79	18·59	11·81	0·105	0·122	0·232	0·198	0·126
I·070	9·4	10·56	12·32	23·35	19·91	12·65	0·113	0·132	0·250	0·213	0·135
I·075	10·0	11·26	13·14	24·90	21·24	13·49	0·121	0·141	0·268	0·228	0·145
I·080	10·6	11·95	13·94	26·42	22·53	14·31	0·129	0·151	0·285	0·243	0·155
I·085	11·2	12·63	14·73	27·91	23·80	15·12	0·137	0·160	0·303	0·258	0·164
I·090	11·9	13·30	15·52	29·41	25·08	15·93	0·145	0·169	0·320	0·273	0·174
I·095	12·4	13·98	16·31	30·91	26·35	16·74	0·153	0·179	0·338	0·289	0·183
I·100	13·0	14·66	17·10	32·40	27·63	17·55	0·161	0·188	0·356	0·304	0·193
I·105	13·6	15·33	17·88	33·88	28·89	18·35	0·169	0·198	0·374	0·319	0·203
I·110	14·2	15·99	18·66	35·36	30·15	19·15	0·177	0·207	0·392	0·335	0·213
I·115	14·9	16·66	19·44	36·84	31·41	19·95	0·186	0·217	0·411	0·350	0·222
I·120	15·4	17·33	20·22	38·32	32·67	20·75	0·194	0·226	0·429	0·366	0·232
I·125	16·0	17·99	20·99	39·78	33·91	21·54	0·202	0·236	0·448	0·381	0·242
I·130	16·5	18·65	21·76	41·24	35·16	22·33	0·211	0·246	0·466	0·397	0·252
I·135	17·1	19·31	22·53	42·69	36·40	23·12	0·219	0·256	0·485	0·413	0·262
I·140	17·7	19·97	23·30	44·15	37·65	23·91	0·228	0·266	0·503	0·429	0·273
I·145	18·3	20·63	24·07	45·61	38·89	24·70	0·236	0·276	0·522	0·445	0·283
I·150	18·8	21·28	24·83	47·05	40·12	25·48	0·245	0·286	0·541	0·461	0·293
I·155	19·3	21·93	25·59	48·49	41·35	26·26	0·253	0·296	0·560	0·478	0·303
I·160	19·8	22·59	26·35	49·93	42·57	27·04	0·262	0·306	0·579	0·494	0·314
I·165	20·3	23·24	27·11	51·37	43·80	27·82	0·271	0·316	0·598	0·510	0·324
I·170	20·9	23·89	27·87	52·81	45·03	28·59	0·280	0·326	0·618	0·527	0·335
I·175	21·4	24·53	28·62	54·23	46·24	29·36	0·288	0·336	0·637	0·543	0·345
I·180	22·0	25·17	29·37	55·66	47·45	30·14	0·297	0·347	0·657	0·560	0·356

(Fortsetzung.)

Vol.- Gew. bei 15° 4° (luftleer)	Grade Baumé	Grade des Densit- meters	100 Gewichtsteile enthalten				1 Liter enthält Kilogramm					
			N ₂ O ₅	HNO ₃	Säure von		N ₂ O ₅	HNO ₃	Säure von			
					36° Bé.	40° Bé.			48 1/2° Bé.	36° Bé.	40° Bé.	48 1/2° Bé.
I·185	22·5	18·5	25·82	30·12	57·08	48·67	30·91	0·306	0·357	0·676	0·577	0·366
I·190	23·0	19	26·46	30·87	58·50	49·86	31·68	0·315	0·367	0·696	0·593	0·377
I·195	23·5	19·5	27·08	31·60	59·88	51·06	32·43	0·324	0·378	0·716	0·610	0·388
I·200	24·0	20	27·72	32·34	61·28	52·25	33·19	0·333	0·388	0·735	0·627	0·398
I·205	24·5	20·5	28·34	33·07	62·67	53·43	33·94	0·341	0·398	0·755	0·644	0·409
I·210	25·0	21	28·97	33·80	64·05	54·61	34·68	0·351	0·409	0·775	0·661	0·420
I·215	25·5	21·5	29·59	34·53	65·43	55·79	35·43	0·360	0·420	0·795	0·678	0·430
I·220	26·0	22	30·22	35·26	66·82	56·97	36·18	0·369	0·430	0·815	0·695	0·441
I·225	26·4	22·5	30·86	36·01	68·24	58·18	36·95	0·378	0·441	0·836	0·713	0·453
I·230	26·9	23	31·51	36·76	69·66	59·40	37·72	0·388	0·452	0·857	0·731	0·464
I·235	27·4	23·5	32·15	37·51	71·08	60·61	38·49	0·397	0·463	0·878	0·749	0·475
I·240	27·9	24	32·80	38·27	72·52	61·84	39·27	0·407	0·475	0·899	0·767	0·487
I·245	28·4	24·5	33·45	39·03	73·96	63·06	40·05	0·416	0·486	0·921	0·785	0·499
I·250	28·8	25	34·11	39·80	75·42	64·31	40·84	0·426	0·498	0·943	0·804	0·511
I·255	29·3	25·5	34·76	40·56	76·86	65·54	41·62	0·436	0·509	0·965	0·823	0·522
I·260	29·7	26	35·42	41·32	78·30	66·76	42·40	0·446	0·521	0·987	0·841	0·534
I·265	30·2	26·5	36·07	42·08	79·74	67·99	43·18	0·456	0·532	1·009	0·860	0·546

1·270	30·6	27	36·73	42·85	81·20	69·24	43·97	0·466	0·544	1·031	0·879	0·558
1·275	31·1	27·5	37·39	43·62	82·66	70·48	44·76	0·477	0·556	1·054	0·899	0·571
1·280	31·5	28	38·05	44·39	84·12	71·73	45·55	0·487	0·568	1·077	0·918	0·583
1·285	32·0	28·5	38·71	45·16	85·57	72·97	46·34	0·497	0·580	1·100	0·938	0·595
1·290	32·4	29	39·37	45·93	87·04	74·21	47·13	0·508	0·592	1·123	0·957	0·608
1·295	32·8	29·5	40·03	46·70	88·50	75·46	47·92	0·518	0·605	1·146	0·977	0·621
1·300	33·3	30	40·69	47·47	89·96	76·70	48·71	0·529	0·617	1·169	0·997	0·633
1·305	33·7	30·5	41·35	48·24	91·41	77·94	49·50	0·540	0·630	1·193	1·017	0·646
1·310	34·2	31	42·04	49·05	92·95	79·25	50·33	0·551	0·643	1·218	1·038	0·659
1·315	34·6	31·5	42·74	49·88	94·52	80·59	51·19	0·562	0·656	1·243	1·060	0·673
1·320	35·0	32	43·45	50·69	96·06	81·90	52·02	0·574	0·669	1·268	1·081	0·687
1·325	35·4	32·5	44·15	51·51	97·61	83·23	52·86	0·585	0·683	1·293	1·103	0·700
1·330	35·8	33	44·86	52·34	99·18	84·57	53·71	0·597	0·696	1·319	1·125	0·714
1·3325	36·0	33·25	45·23	52·77	100·00	85·26	54·15	0·603	0·703	1·333	1·136	0·722
1·335	36·2	33·5	45·59	53·19	100·80	85·94	54·58	0·609	0·710	1·346	1·147	0·729
1·340	36·6	34	46·32	54·04	102·41	87·36	55·49	0·621	0·725	1·372	1·171	0·744
1·345	37·0	34·5	47·05	54·90	104·04	88·71	56·34	0·633	0·738	1·399	1·193	0·758
1·350	37·4	35	47·79	55·76	105·67	90·09	57·22	0·645	0·753	1·427	1·216	0·772
1·355	37·8	35·5	48·54	56·63	107·31	91·50	58·11	0·658	0·767	1·454	1·240	0·787
1·360	38·2	36	49·32	57·54	109·04	92·97	59·05	0·671	0·783	1·483	1·266	0·803
1·365	38·6	36·5	50·10	58·45	110·76	94·44	59·98	0·684	0·798	1·512	1·289	0·819
1·370	39·0	37	50·88	59·36	112·49	95·91	60·91	0·697	0·813	1·541	1·314	0·834
1·375	39·4	37·5	51·66	60·27	114·21	97·38	61·85	0·710	0·829	1·570	1·339	0·850
1·380	39·8	38	52·49	61·24	116·05	98·95	62·84	0·724	0·845	1·601	1·366	0·867
1·3833	40·0	38·3	53·05	61·89	117·28	100·00	63·51	0·734	0·856	1·622	1·383	0·879
1·385	40·1	38·5	53·32	62·21	117·89	100·52	63·84	0·738	0·862	1·633	1·392	0·884

(Fortsetzung.)

Vol.- Gew. bei 15° 4° (luftleer)	Grade des Baumé	Grade des Dens- meters	100 Gewichtsteile enthalten				1 Liter enthält Kilogramm					
			N ₂ O ₅	HNO ₃	Säure von		N ₂ O ₅	HNO ₃	Säure von			
					36° Bé.	40 Bé.			48 1/2° Bé.	36° Bé.	40° Bé.	48 1/2° Bé.
1.390	40.5	39	54.17	63.20	119.76	102.11	64.85	0.753	0.878	1.665	1.419	0.901
1.395	40.8	39.5	55.04	64.22	121.70	103.76	65.90	0.768	0.896	1.698	1.447	0.919
1.400	41.2	40	55.94	65.27	123.69	105.46	66.98	0.783	0.914	1.732	1.476	0.938
1.405	41.6	40.5	56.89	66.37	125.77	107.23	68.11	0.799	0.932	1.767	1.507	0.957
1.410	42.0	41	57.83	67.47	127.86	109.01	69.24	0.815	0.951	1.803	1.537	0.976
1.415	42.3	41.5	58.80	68.60	130.00	110.84	70.40	0.832	0.971	1.840	1.568	0.996
1.420	42.7	42	59.80	69.77	132.21	112.73	71.60	0.849	0.991	1.877	1.601	1.017
1.425	43.1	42.5	60.81	70.95	134.45	114.63	72.81	0.867	1.011	1.916	1.633	1.038
1.430	43.4	43	61.83	72.14	136.71	116.56	74.03	0.884	1.032	1.955	1.667	1.059
1.435	43.8	43.5	62.86	73.35	139.00	118.51	75.27	0.902	1.053	1.995	1.701	1.080
1.440	44.1	44	63.97	74.64	141.44	120.60	76.59	0.921	1.075	2.037	1.737	1.103
1.445	44.4	44.5	65.09	75.94	143.91	122.70	77.93	0.941	1.097	2.079	1.773	1.126
1.450	44.8	45	66.20	77.24	146.37	124.80	79.26	0.960	1.120	2.122	1.810	1.149
1.455	45.1	45.5	67.33	78.56	148.87	126.93	80.62	0.980	1.143	2.166	1.847	1.173
1.460	45.4	46	68.51	79.94	151.49	129.16	82.03	1.000	1.167	2.212	1.886	1.198
1.465	45.8	46.5	69.74	81.38	154.22	131.49	83.51	1.022	1.192	2.259	1.926	1.223
1.470	46.1	47	71.01	82.86	157.02	133.88	85.03	1.044	1.218	2.308	1.968	1.250
1.475	46.4	47.5	72.34	84.41	159.96	136.38	86.62	1.067	1.245	2.359	2.012	1.278

2. Einfluß der Temperatur auf das spezifische Gewicht von Salpetersäuren.

a ... Dichte bei $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$; Δ -Änderung durch die Temperatur bei der Temperatur t .

a	$\Delta_{0^{\circ}}$	$\Delta_{10^{\circ}}$	$\Delta_{20^{\circ}}$	$\Delta_{30^{\circ}}$	$\Delta_{40^{\circ}}$	$\Delta_{50^{\circ}}$	$\Delta_{60^{\circ}}$
1.400	+0.024	+0.007	-0.008	-0.023	-0.037	-0.051	-0.065
1.390	23	7	8	23	36	50	63
1.380	22	7	8	23	36	48	61
1.370	21	7	7	21	35	47	60
1.360	20	7	7	20	34	46	58
1.350	19	6	7	20	33	45	56
1.340	19	6	7	19	32	43	54
1.330	18	6	6	18	31	42	52
1.320	18	6	6	17	30	40	51
1.310	17	6	6	17	29	39	49
1.300	17	6	6	17	27	37	47
1.290	17	6	6	17	27	37	46
1.280	17	6	6	16	27	37	46
1.270	17	6	5	16	27	36	45
1.260	17	6	5	16	27	36	45
1.250	16	5	5	15	26	35	44
1.240	16	5	5	15	25	35	44
1.230	15	5	5	15	24	34	43
1.220	15	5	5	14	24	34	43
1.210	14	4	5	14	23	33	42
1.200	13	4	5	14	23	33	42
1.190	12	4	5	13	22	32	40
1.180	12	4	4	13	22	30	39
1.170	12	4	4	12	21	29	38
1.160	12	4	4	12	20	28	36
1.150	11	4	4	11	20	27	35
1.140	11	4	4	11	19	26	33
1.130	9	3	4	11	18	25	31
1.120	9	3	4	10	17	24	30
1.110	8	2	3	9	16	23	29
1.100	8	2	3	9	15	21	27
1.090	8	2	3	9	15	20	26
1.080	8	2	3	9	15	20	25
1.070	7	2	3	9	14	19	24
1.060	7	2	3	8	12	17	22
1.050	7	2	3	7	12	17	22
1.040	7	2	3	7	12	17	22
1.030	7	2	3	7	12	17	22
1.020	7	2	3	7	12	17	21
1.010	7	2	3	7	12	17	21

3. Gesamt-Acidität. Man titriert eine verdünnte Probe mit Normalnatron; als Indikator kann man ganz gut auch hier Methylorange verwenden, wenn man nach S. 161 verfährt, da dann die salpetrige Säure nicht stört.

Weniger starke Salpetersäuren lassen sich mit Pipetten oder Büretten abmessen; rauchende Säuren werden am besten mit der Kugelhahnpipette (S. 172) abgewogen, unter viel eiskaltem Wasser langsam auslaufen gelassen und schnell titriert, ehe sich die salpetrige Säure zersetzen kann.

4. Chloridgehalt. Man sättigt mit chloridfreier Soda bis zu neutraler oder schwach alkalischer Reaktion und titriert mit Silbernitratlösung nach S. 174.

5. Schwefelsäure. Man sättigt beinahe vollständig mit reiner Soda und fällt mit Baryumchlorid nach S. 136. Wenn die Salpetersäure einen merklichen festen Rückstand hinterläßt, so besteht dieser meist wesentlich aus Natriumsulfat, was man berücksichtigen muß.

6. Salpetrige Säure bzw. Untersalpetersäure bestimmt man, indem man die Säure aus einer Bürette in ein gemessenes Volum verdünnter, mäßig warmer Permanganatlösung laufen läßt, nach S. 161. Man berechnet in der Regel das Ergebnis als Untersalpetersäure; jedes ccm Halbnormalpermanganat entspricht 0.023005 g ($\log = 0.36183 - 2$) N_2O_4 , also ist bei einem Verbrauche von n ccm Permanganat und m ccm der zu prüfenden Säure der Gehalt an

$$N_2O_4 = \frac{0.023005 n}{m} \text{ Gramm.}$$

7. Fester Rückstand, größtenteils Natriumsulfat, mit wenig Eisenoxyd etc., bestimmt durch Abrauchen von 50 ccm an einem vor Staub geschützten Orte bis zur Trockne, Glühen und Wägen.

8. Eisen. Man übersättigt mit Ammoniak, filtriert den Niederschlag ab, wäscht ihn und glüht das Fe_2O_3 . Spuren werden auf kolorimetrischem Wege (C. T. U. I, 466) bestimmt.

9. Jod wird nachgewiesen durch kurze Digestion mit blankem Zink, um die Jodsäure zu reduzieren und etwas salpetrige Säure zu erzeugen, welche das J auch aus HJ frei macht; das freie Jod wird dann durch Schütteln mit Schwefelkohlenstoff oder Chloroform in diese Flüssigkeiten übergeführt und an deren roter Färbung erkannt. Noch genauer ist die Probe von Beckurts. Man gibt zu der stark verdünnten Säure einige Tropfen einer Lösung von Jodkalium in gekochtem Wasser und einen Tropfen Stärkelösung, worauf die kleinsten Spuren von Jodsäure sich durch Blaufärbung anzeigen. Jedenfalls ist aber mit dem Jodkalium und reiner Säure ein Kontrollversuch zu machen, da Jodkalium selbst oft KJO_3 enthält.

NB. Nr. 8 und 9 werden nur bei „chemisch reiner Salpetersäure“ ausgeführt.

Über den Verkauf der hochprozentigen (über 90 %) Salpetersäure gilt dasselbe, was auf S. 149 über die Unzuverlässigkeit der Gehaltsbestimmung durch das spezifische Gewicht und die Notwendigkeit einer wirklichen Analyse gesagt worden ist; im vorliegenden Falle um so mehr, als die Untersalpetersäure das spez. Gewicht sehr stark beeinflusst (Lunge und Marchlewski, Zeitschr. f. angew. Chem. 5, 10, 330; 1892).

D. Analyse von Mischsäuren (Gemengen von Schwefelsäure und Salpetersäure)*).

1. Gesamt-Acidität. Man titriert ca. 1 g, abgewogen in einer Kugelhahnpipette, mit N-Natronlauge. Bei Verwendung von Methylorange als Indikator setzt man entweder dieses erst gegen den Schluß zu (bzw. erneuert den zerstörten Indikator) oder man setzt einen Überschuß von Natronlauge, dann erst Methylorange zu und titriert mit N-Salzsäure zurück.

2. Salpetrige Säure bzw. Stickstoffperoxyd bestimmt man nach S. 161 durch Einlaufenlassen der Säure in abgemessene $\frac{1}{2}$ N-Permanganatlösung. Sie kann als HNO_2 oder N_2O_3 oder auch als Untersalpetersäure N_2O_4 berechnet werden: im letzteren Falle zeigt jedes ccm des Halbnormalpermanganats 0.023005 g ($\log = 0.36183 - 2$) N_2O_4 an; wenn also x die ccm des angewendeten Permanganats, y die ccm der zu dessen Entfärbung verbrauchten Säure, s das spezifische Gewicht desselben bedeutet, so berechnet man $\text{N}_2\text{O}_4 = \frac{23x}{y}$ in g pro Liter der

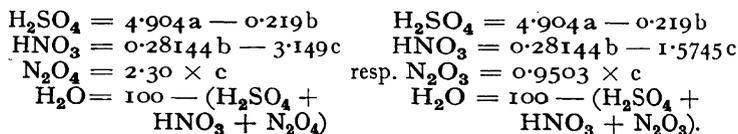
Säure oder $\frac{2.3x}{ys}$ ist der Gehalt der Säure an N_2O_4 in Gewichtsprozenten.

3. Stickstoffsäuren insgesamt werden durch das Nitrometer bestimmt, s. S. 163 ff. Von dem gefundenen NO wird das der nach Nr. 2 gefundenen salpetrigen Säure bzw. Stickstoffperoxyd entsprechende NO abgezogen; der Rest entspricht der Salpetersäure.

4. Schwefelsäure findet man durch Abzug der nach 3 gefundenen Stickstoffsäuren von der nach 1 gefundenen Gesamtacidität.

Ist pro 1 g Mischsäure a ccm $n/1$ NaOH, b ccm NO (reduziert auf 0° und 760 mm) und c ccm $n/2$ KMnO_4 gefunden worden, dann berechnet man den Gehalt der einzelnen Komponenten in Prozenten nach folgenden Formeln:

*) Vgl. Lunge und Berl, Zeitschr. f. angew. Chem. 18, 1681. 1905.



VIII. Kaliindustrie.

A. Rohsalze (Carnallit, Bergkieserit, Kainit, Hartsalz, Sylvinit etc.).

1. Feuchtigkeit. Man erhitzt 10 g längere Zeit auf 150° und läßt unter dem Exsikkator erkalten.

2. Kaligehalt*). a) Bei Abwesenheit von Kaliumsulfat (d. i. nicht über 0.5 % SO₃) löst man 7.640 g der gut gemischten Probe in einem Halbliterkolben, füllt zur Marke und filtriert. Von dem Filtrate werden 20 ccm (= 0.3056 g) in einer Porzellanschale mit 5 ccm einer Platinchloridlösung versetzt, welche in 100 ccm 10 g Pt enthält. Man dampft auf dem Wasserbade unter öfterem Umschütteln oder Umrühren zur Sirupkonsistenz ein, so daß die freie HCl zum größten Teile verjagt wird und die Masse nach dem Erkalten trocken erscheint. Nach dem Erkalten übergießt man die Masse nach Zerdrücken mit einem abgeflachten Glasstabe, mit 20 ccm starkem (mindestens 94 %) Alkohol, zerreibt tüchtig durch und preßt die Flüssigkeit durch ein bei 120—130° bis zur Gewichtskonstanz — wozu ungefähr 1 Stunde nötig ist — getrocknetes, gewogenes und mit Alkohol angefeuchtetes Filter, das nicht bis zum Rand gefüllt sein darf. Ein zweiter Aufguß wird mit Alkohol in der Art gemacht, daß die Schale auf dem Wasserbade beinahe zum Sieden des Alkohols erwärmt wird. Der ausgewaschene Niederschlag wird auf das Filter gespült, möglichst abgesaugt, zwischen Filtrierpapier gepreßt, und bei 120—130° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, wozu meist 20 Minuten genügen. 1 mg K₂PtCl₆ = 0.1 % KCl in der angewendeten Menge.

*) Ausführlicheres bei Tietjens, C. T. U. I, 609 ff., woraus die hier gegebenen Vorschriften sub Nr. 2 im wesentlichen entnommen sind. Das gilt auch von den für die Berechnung der Resultate zugrunde gelegten Zahlen, welche der vieljährigen Erfahrung in Staßfurt entsprechen und womit auch die Ergebnisse der genauesten unabhängigen Analytiker durchaus stimmen. Diese lassen sich eben nicht damit vereinigen, daß man das wirkliche Atomgewicht des Platins = 195.2 und die Formel K₂PtCl₆ als maßgebend annimmt, in welchem Falle man für die Analyse je 0.3067 g Substanz anwenden müßte, was aber ganz unrichtige Resultate ergeben würde, weil der Niederschlag nicht reines K₂PtCl₆ vorstellt, sondern noch chemisch gebundenes Wasser enthält, das auch längerem Trocknen nicht entweicht. Vgl. auch den allgemeinen Teil S. 12 Anm.

b) Bei Anwesenheit von Kaliumsulfat

(mehr als 1%). Man löst 30.56 g des Rohsalzes im 500 ccm-Kolben mit 300 ccm Wasser und 15 ccm konz. Salzsäure kochend auf und füllt nach dem Erkalten bis zur Marke auf, 50 ccm der klaren Lösung werden im 200 ccm Kolben zum Kochen gebracht und mit der genau richtigen Menge von kalisalzfreiem Baryumchlorid ausgefällt. Die Hauptmenge desselben kann man schnell, die letzten ccm muß man tropfenweise zusetzen, unter Prüfung der sich klärenden Flüssigkeit durch Einwerfen eines Körnchens von Baryumchlorid, bis dieses keine Trübung mehr erzeugt. Einen etwaigen Überschuß von BaCl_2 muß man durch einige Tropfen verdünnter Schwefelsäure entfernen. Nach dem Erkalten füllt man zur Marke auf und entnimmt 20 ccm der klaren Lösung = 0.3056 g Salz, die dann wie bei a) mit Platinchlorid behandelt werden. 1 mg K_2PtCl_6 entspricht 0.1 % KCl, wenn man das K als KCl berechnen will. (Bei eigentlichen Sulfaten, wie Kainit u. dgl., löst man ursprünglich 35.71 g auf, wo dann bei obigem Verfahren je 1 mg K_2PtCl_6 = 0.1 % K_2SO_4). Zu dem gefundenen Gehalt ist bei Kaliumsulfat von 90—97 % noch 0.3 % hinzuzuzaddieren, während bei Kaliummagnesiumsulfat eine Korrektur nicht erforderlich ist.

3. Natriumchlorid. a) Bei hochprozentiger Ware. Wenn nur wenig oder keine Schwefelsäure anwesend ist, so berechnet man das NaCl aus dem Unterschiede zwischen dem durch Gewichtsanalyse direkt ermittelten Gehalt an KCl und einer Bestimmung des Gesamtchlorids durch Titrieren mit Silberlösung nach S. 174.

Bei erheblicherem Gehalt an Kaliumsulfat bestimmt man außer dem Kali- und Chloridgehalt auch den an Schwefelsäure (nach S. 136), berechnet das gefundene Baryumsulfat auf Kaliumchlorid (1 T. BaSO_4 = 0.7465 [\log = 0.87305 — 1]), K_2SO_4 = 0.6388 [\log = 0.80536 — 1] KCl), zieht diesen Betrag von der auf KCl berechneten Gesamtmenge des Kalis ab, und subtrahiert den Rest des KCl (welcher als solches vorhanden und in Rechnung zu stellen ist) von der Menge von KCl, welche sich aus der Bestimmung des Gesamtchlors auf KCl berechnet. Der jetzt nominell bleibende Rest von KCl wird auf NaCl berechnet (100 KCl äquivalent mit 78.41 [\log = 0.89435 + 1] NaCl), die Schwefelsäure auf K_2SO_4 .

b) Bei niedrigprozentiger Ware ist eine Bestimmung des Natrongehaltes nicht üblich. Wenn sie doch ausgeführt werden soll, so kann man das Natriumchlorid nur durch vollständige Analyse bestimmen. Man bestimmt dann KCl wie oben, ferner Ca (S. 175), Mg (S. 175 u. 241), SO_3 (S. 136), Unlösliches und Feuchtigkeit. Man berechnet SO_3 als CaSO_4 , oder,

wenn nicht genug Ca vorhanden ist, teilweise als $MgSO_4$ und K_2SO_4 . Sollte die SO_3 nicht zur Sättigung alles Mg hinreichen, so berechnet man den Überschuß von Mg als $MgCl_2$; der Überschuß von Cl über das zur Bildung von KCl und $MgCl_2$ erforderliche wird als NaCl berechnet.

4. Magnesiumchlorid. Zur Unterscheidung der Carnallitsalze, die das $MgCl_2$ an Alkohol abgeben, von den Nichtcarnallitsalzen, die das nicht tun, schüttelt man 10 g des Rohsalzes in einem $\frac{1}{4}$ l-Kolben 10 Minuten lang mit 100 ccm 96 % Alkohol und titriert 10 ccm des Filtrats mit $\frac{1}{10}$ N.-Silbernitratlösung. Die Salze, welche mehr als 6 % lösliches Chlor enthalten, rechnet man zur Carnallitgruppe, die mit 6 % und weniger zur anderen Gruppe.

5. Gesamt-Magnesium. Man kocht 10 g fein zerriebenes Rohsalz mit 300 ccm Wasser in einem $\frac{1}{2}$ l-Kolben 1 Stunde lang, versetzt nach dem Erkalten mit 50 ccm Doppelnatronlauge und bei hohem Kalkgehalt mit 20 ccm einer 10proz. Lösung von neutralem Kaliumoxalat, füllt den Kolben zur Marke auf, filtriert nach $\frac{1}{4}$ Stunde und titriert 50 ccm des Filtrats mit N-Salzsäure zurück. Von dem verbrauchten Alkaligehalt entspricht jedes ccm der Doppelnormallösung 0.04032 g ($\log = 0.60552 - 2$) MgO. Dem gefundenen Gehalt an MgO muß man 0.2 % zufügen. (Precht, Zeitschr. f. analyt. Chem. 18, 438; 1879.)

4. Vollständige Analyse der Rohsalze s. C. T. U. I, 620.

B. Kaliumchlorid des Handels.

Man wägt 7.640 g ab und verfährt ganz wie bei A. 2a. Auch die Berechnung ist dieselbe.

Das Natriumchlorid wird zuweilen in höchstprozentiger Ware bestimmt, beruhend auf seiner höheren Löslichkeit in Alkohol; C. T. U. I, 622.

Im Kaliumchlorid aus Schlempenkohle ist viel Sulfat und etwas Carbonat, welches letzteres man auf alkalimetrischem Wege bestimmt; C. T. U. I, 632.

C. Kaliumsulfat

analysiert man wie Natriumsulfat, S. 175. Nur kann hier noch eine Bestimmung des Kalis als solches hinzukommen, die man wie in A. 2 b S. 240 vornimmt; ebenso bei Kaliummagnesiumsulfat.

D. Leblancverfahren für Pottasche.

Die Materialien und Zwischenprodukte analysiert man wie die betreffenden des Leblanc-Sodaverfahrens, S. 193 ff.

E. Schlempekohle.

Der Inhalt der Probeflasche wird in einer ganz trockenen, angewärmten Reibschale schnell verrieben, durchgemischt, in die Flasche zurückgegeben und mit einem Gummistopfen verschlossen.

1. Feuchtigkeit. Ein beliebiges Gewicht (6—10 g) wird in einem niedrigen Filtergläschen im Trockenschranke bei 140° bis zur Gewichtskonstanz erhitzt; Gewichtsabnahme = Feuchtigkeit.

2. Unlösliches. 20 g der schnell abgewogenen Probe werden in 250 ccm kochendes Wasser langsam eingeschüttet, aufgekocht und unter Umrühren in der Siedehitze noch 15 Minuten digeriert. Man filtriert durch ein bei 130° getrocknetes, gewogenes Filter, wäscht gut aus und füllt das Filtrat auf 500 ccm auf; diese Lösung wird zu den folgenden Bestimmungen gebraucht. Das Filter mit dem Rückstand wird bei 120° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Man kann dann den Rückstand noch veraschen und somit das Unlösliche in einen anorganischen und organischen Teil trennen.

3. Alkalisalze. In vier mit Rührstab tarierten Schälchen werden je 25 ccm der Lösung von Nr. 2 (= 1 g Schlempekohle) auf dem Wasserbade zur Trocknis verdampft, auf einer Asbestplatte unter beständigem Umrühren kalzinert und schließlich einige Minuten auf freier Flamme durchgeglüht; nach dem Erkalten im Exsikkator wird gewogen; Rückstand = Summe der Alkalisalze. Diese vier Glührückstände werden zu den weiteren Bestimmungen benutzt.

4. Kaliumchlorid. Der Glührückstand von 25 ccm Lösung = 1 g Schlempekohle wird mit Wasser aufgenommen, mit Salpetersäure genau neutralisiert, der Cyanwasserstoff durch Kochen entfernt und die erkaltete Flüssigkeit mit $\frac{1}{10}$ N-Silberlösung nach S. 174 titriert. Die verbrauchten ccm der Silberlösung $\times 0.7456$ ($\log = 0.87251 - 1$) = Proc. KCl; oder $\times 0.6910$ ($\log = 0.83948 - 1$) = Proc. K_2CO_3 .

5. Kieselsäure. Der geprüfte Rückstand von 125 ccm Lösung (= 5 g Schlempekohle) wird mit Wasser aufgenommen, vorsichtig mit Salzsäure übersättigt, zur Trockne verdampft, 1—2 Stunden auf 105—110° erwärmt, in Wasser mit Zusatz einiger Tropfen Salzsäure aufgenommen und filtriert; der unlösliche Rückstand = Kieselsäure. Das Filtrat nebst Waschwässern wird auf 250 ccm gebracht und zu den folgenden Bestimmungen benutzt.

6. Kaliumsulfat und Kaliumsulfid. a) 50 ccm der Lösung von Nr. 5 (= 1 g Kohle) wird mit Baryumchloridlösung nach S. 136 heiß gefällt. Das erhaltene $BaSO_4 \times 0.7465$ ($\log = 0.87305 - 1$) = Proc. K_2SO_4 oder $\times 0.5920$ ($\log = 0.77233 - 1$) = Proc. K_2CO_3 .

b) Zur Bestimmung des Kaliumsulfides werden 25 ccm des Filtrates von Nr. 2 mit ca. 75 ccm Wasser verdünnt und nach Zusatz von überschüssigem Bromwasser $\frac{1}{4}$ Stunde gekocht. Nach dem Ansäuern mit Salzsäure wird das Brom weggekocht und zum Sieden erhitztes Baryumchlorid zugefügt. 1 T. BaSO_4 entspricht 0.7465 Tln. ($\log = 0.87305 - 1$) Gesamtschwefelverbindungen als K_2SO_4 bzw. 0.5920 Tln. ($\log = 0.77233 - 1$) als K_2CO_3 berechnet. Die Differenz zwischen Gesamt- K_2SO_4 , nach der Brommethode, bestimmt und dem nach 6a ermittelten Wert ergibt das Kaliumsulfid als Kaliumsulfat berechnet.

7. Kaligehalt im ganzen und Kaliumcarbonat. 25 ccm der Lösung von Nr. 5 (= 1 g Kohle) werden im Kochen mit der aus Nr. 6 berechneten Menge Baryumchloridlösung gefällt, um das Sulfat in Chlorid umzuwandeln. Das Filtrat muß sicher frei von Baryumsalz sein; demnach muß noch ein geringer Überschuß von Kaliumsulfat verbleiben. Die Fällung wird in einem 100 ccm-Kölbchen vorgenommen und die Flüssigkeit nach dem Zusatz von Baryumchloridlösung noch ca. 5 Minuten im Kochen erhalten. Man läßt erkalten, füllt nach ca. 3stündigem Stehen zur Marke auf, filtriert und verdampft von dem Filtrat 20 ccm (= 0.2 g Kohle) in einem mit Rührstab versehenem Porzellanschälchen unter Zufügung von 10 ccm Platinchloridlösung (1 g Platin enthaltend) auf dem Wasserbad zur Trockne. Der Rückstand wird mit 95 % igem Weingeist übergossen, $\frac{1}{2}$ Stunde stehen gelassen, durch öfteres Dekantieren mit 80 prozentigem Weingeist ausgewaschen, auf ein bei 120° getrocknetes und gewogenes Filter gebracht, fertig ausgewaschen, bei 120° getrocknet und gewogen.

Die gefundene Menge Kaliumplatinchlorid, mit 0.2832 ($\log = 0.45209 - 1$) multipliziert, gibt das Gesamt-Kali als K_2CO_3 ausgedrückt; zieht man hiervon die nach Nr. 4, 5, 6 und 8 gefundenen Mengen von anderen Kalisalzen, umgerechnet auf Kaliumcarbonat, ab, so erhält man den Gehalt der Schlempenkohle an Natriumcarbonat.

NB. Der Fehler, der durch Nichtberücksichtigung des Volums des BaSO_4 entsteht, wird nach Heyer durch das vom BaSO_4 mitgerissene KCl bis zur Unmerklichkeit kompensiert.

8. Kaliumphosphat. 250 ccm Lösung (= 10 g Schlempenkohle) werden mit Salpetersäure übersättigt, 40 g Ammoniumnitrat darin aufgelöst, mit Molybdänlösung gefällt und wie üblich die Phosphorsäure schließlich mit Magnesiämischung bestimmt. Das gefundene $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 \times 1.907$ ($\log = 0.28035$) = Proc. K_3PO_4 ; jedem Proc. K_3PO_4 entspricht 0.9765 ($\log = 0.98967 - 1$) Proc. K_2CO_3 .

9. Natriumcarbonat wird gefunden durch Abzug der sämtlichen Kalisalze von der in Nr. 3 gefundenen Summe der Alkalisalze. Kontrolliert durch die nächste Nr. 16*

10. Alkalität. Man löst den Glührückstand von 25 ccm der Lösung Nr. 3 (= 1 g) in Wasser und titriert mit Methylorange und Normalsalzsäure. Die verbrauchten ccm Normal-säure $\times 6.91$ ($\log = 0.83948$) geben die Alkalität, berechnet in Proc. K_2CO_3 . Zieht man hiervon den wirklich als K_2CO_3 vorhandenen (nach Nr. 7) ermittelten Betrag ab und multipliziert man den Rest mit 0.7670 ($\log = 0.88480 - 1$), so erhält man das Na_2CO_3 in Prozent.

F. Handelspottasche.

1. Gesamt-Alkalität bestimmt man durch Titrieren mit Normalsalzsäure nach S. 220.

2. Kaligehalt wird bestimmt nach der S. 239 oben gegebenen Vorschrift, so daß auch alles schwefelsaure Salz in Kaliumchlorid umgewandelt wird. Man muß natürlich bei der ersten Auflösung eine entsprechend größere Menge Salzsäure zusetzen, um das kohlen-saure Salz zu sättigen.

3. Kaliumchlorid bestimmt in 2—10 g durch Silber-nitratlösung, S. 174. 1 ccm $\frac{1}{10}$ N-Silbernitratlösung zeigt 0.007456 g ($\log = 0.87251 - 3$) KCl.

4. Kaliumsulfat bestimmt durch Fällung mit Baryum-chlorid und Wägen des $BaSO_4$ nach S. 136. 1 g $BaSO_4$ = 0.7465 g ($\log = 0.87305 - 1$) K_2SO_4 .

5. Unlösliches wie S. 220.

6. Kaliumsilikat. Man bestimmt die SiO_2 durch Sättigen der Pottasche mit Salzsäure, Abdampfen zur Trocknis, Befechten mit Salzsäure, nochmaliges Abdampfen, Aufnehmen mit verdünnter Salzsäure, Filtrieren, Waschen und starkes Glühen der SiO_2 . Diese Bestimmung wird nur ausnahmsweise ausgeführt, das Kaliumsilikat aber mit dem Kaliumcarbonat verrechnet.

7. Phosphorsäure wird nach der Magnesiamethode bestimmt (vgl. S. 243, Nr. 8) und wie Kieselsäure behandelt.

8. Über Bestimmung von Natriumcarbonat vgl. man C. T. U. I, 636.

9. Berechnung der Analyse. Man berechnet:

- a) K_2CO_3 aus der Differenz zwischen dem Gesamt-Kali und dem als Chlorid und Sulfat vorhandenen Kali,
- b) Na_2CO_3 aus der Differenz zwischen der Gesamt-Alkalität und dem eben berechneten K_2CO_3 ,
- c) KCl und
- d) K_2SO_4 wie oben,
- e) Wasser und
- f) Unlösliches resp. Eisen durch besondere Bestimmung.

NB. Bei Schlempenaschen und Wollschweißaschen, welche über 8 Proz. K_2SO_4 enthalten, wird die S. 240 sub A. b beschriebene Methode angewendet.

G. Tabelle über den Gehalt von Pottaschelaugen nach dem spez. Gewicht bei 15°.

Spez. Gew.	Baumé	Densimeter	Prozent K_2CO_3	1 cbm enthält kg K_2CO_3	Spez. Gew.	Baumé	Densimeter	Prozent K_2CO_3	1 cbm enthält kg K_2CO_3
1·007	1	0·7	0·7	7	1·231	27	23·1	23·5	289
1·014	2	1·4	1·5	15	1·241	28	24·1	24·5	304
1·022	3	2·2	2·3	23	1·252	29	25·2	25·5	319
1·029	4	2·9	3·1	32	1·263	30	26·3	26·6	336
1·037	5	3·7	4·0	41	1·274	31	27·4	27·5	350
1·045	6	4·5	4·9	51	1·285	32	28·5	28·5	366
1·052	7	5·2	5·7	60	1·297	33	29·7	29·6	384
1·060	8	6·0	6·5	69	1·308	34	30·8	30·7	402
1·067	9	6·7	7·3	78	1·320	35	32·0	31·6	417
1·075	10	7·5	8·1	87	1·332	36	33·2	32·7	436
1·083	11	8·3	9·0	97	1·345	37	34·5	33·8	455
1·091	12	9·1	9·8	107	1·357	38	35·7	34·8	472
1·100	13	10·0	10·7	118	1·370	39	37·0	35·9	492
1·108	14	10·8	11·6	129	1·383	40	38·3	37·0	512
1·116	15	11·6	12·4	138	1·397	41	39·7	38·2	534
1·125	16	12·5	13·3	150	1·410	42	41·0	39·3	554
1·134	17	13·4	14·2	161	1·424	43	42·4	40·5	577
1·142	18	14·2	15·0	171	1·438	44	43·8	41·7	600
1·152	19	15·2	16·0	184	1·453	45	45·3	42·8	622
1·162	20	16·2	17·0	198	1·468	46	46·8	44·0	646
1·172	21	17·2	18·0	211	1·483	47	48·3	45·2	670
1·180	22	18·0	18·8	222	1·498	48	49·8	46·5	697
1·190	23	19·0	19·7	234	1·514	49	51·4	47·7	722
1·200	24	20·0	20·7	248	1·530	50	53·0	48·9	748
1·210	25	21·0	21·6	261	1·546	51	54·6	50·1	775
1·220	26	22·0	22·5	275	1·563	52	56·3	51·3	802

H. Einfluß der Temperatur auf das

	0° C.	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Sp.Gew.	1·588	1·586	1·583	1·580	1·577	1·574	1·571	1·568	1·566	1·563
Baumé	53·5	53·4	53·2	53·0	52·8	52·7	52·5	52·3	52·2	52·0
Sp.Gew.	1·577	1·575	1·573	1·570	1·568	1·565	1·563	1·560	1·557	1·554
B.	52·8	52·7	52·6	52·4	52·3	52·1	52·0	51·8	51·7	51·5
Sp.Gew.	1·567	1·565	1·563	1·560	1·558	1·555	1·553	1·550	1·548	1·545
B.	52·3	52·1	52·0	51·8	51·7	51·5	51·4	51·3	51·1	51·0
Sp.Gew.	1·557	1·554	1·552	1·550	1·548	1·546	1·544	1·541	1·538	1·536
B.	51·7	51·5	51·4	51·3	51·1	51·0	50·9	50·7	50·5	50·4
Sp.Gew.	1·547	1·544	1·542	1·540	1·538	1·536	1·534	1·531	1·528	1·526
B.	51·1	50·9	50·8	50·6	50·5	50·4	50·3	50·1	49·9	49·8
Sp.Gew.	1·536	1·534	1·532	1·530	1·528	1·526	1·524	1·521	1·518	1·515
B.	50·4	50·3	50·1	50·0	49·9	49·8	49·6	49·5	49·3	49·1
Sp.Gew.	1·526	1·524	1·522	1·520	1·518	1·516	1·514	1·511	1·508	1·505
B.	49·8	49·6	49·5	49·4	49·3	49·1	49·0	48·8	48·6	48·5
Sp.Gew.	1·516	1·514	1·512	1·510	1·508	1·506	1·503	1·500	1·498	1·495
B.	49·1	49·0	48·9	48·8	48·6	48·5	48·3	48·1	48·0	47·8
Sp.Gew.	1·506	1·504	1·502	1·500	1·498	1·496	1·493	1·490	1·488	1·485
B.	48·5	48·4	48·3	48·1	48·0	47·9	47·7	47·5	47·3	47·1
Sp.Gew.	1·496	1·494	1·492	1·490	1·488	1·486	1·484	1·481	1·478	1·475
B.	47·9	47·7	47·6	47·5	47·3	47·2	47·1	46·9	46·7	46·5
Sp.Gew.	1·486	1·484	1·482	1·480	1·478	1·476	1·474	1·471	1·468	1·465
B.	47·2	47·1	46·9	46·8	46·7	46·5	46·4	46·2	46·0	45·8
Sp.Gew.	1·476	1·474	1·472	1·470	1·468	1·466	1·464	1·461	1·458	1·455
B.	46·5	46·4	46·3	46·1	46·0	45·9	45·7	45·5	45·3	45·1
Sp.Gew.	1·466	1·464	1·462	1·460	1·458	1·456	1·454	1·451	1·448	1·445
B.	45·9	45·7	45·6	45·5	45·3	45·2	45·1	44·9	44·7	44·5
Sp.Gew.	1·456	1·454	1·452	1·450	1·448	1·446	1·444	1·441	1·438	1·435
B.	45·2	45·1	44·9	44·8	44·7	44·5	44·4	44·2	44·0	43·8
Sp.Gew.	1·446	1·444	1·442	1·440	1·438	1·436	1·434	1·431	1·428	1·425
B.	44·5	44·4	44·3	44·1	44·0	43·9	43·7	43·5	43·3	43·1
Sp.Gew.	1·436	1·434	1·432	1·430	1·428	1·426	1·423	1·420	1·418	1·414
B.	43·9	43·7	43·6	43·4	43·3	43·2	43·0	42·7	42·5	42·3
Sp.Gew.	1·426	1·424	1·422	1·420	1·418	1·416	1·413	1·410	1·408	1·404
B.	43·2	43·0	42·9	42·7	42·6	42·4	42·2	42·0	41·8	41·5
Sp.Gew.	1·416	1·414	1·412	1·410	1·408	1·406	1·404	1·401	1·398	1·395
B.	42·4	42·3	42·2	42·0	41·9	41·7	41·5	41·3	41·1	40·9
Sp.Gew.	1·406	1·404	1·402	1·400	1·398	1·396	1·394	1·391	1·388	1·385
B.	41·7	41·5	41·4	41·2	41·1	40·9	40·8	40·6	40·4	40·2
Sp.Gew.	1·396	1·394	1·392	1·390	1·388	1·386	1·384	1·381	1·378	1·376
B.	40·9	40·8	40·7	40·5	40·4	40·2	40·1	39·9	39·6	39·5

spez. Gewicht von Pottaschelaugen.

50 ⁰	55 ⁰	60 ⁰	65 ⁰	70 ⁰	75 ⁰	80 ⁰	85 ⁰	90 ⁰	95 ⁰	100 ⁰
1·559	1·556	1·553	1·550	1·546	1·542	1·538	1·534	1·530	1·526	1·521
51·8	51·6	51·4	51·2	51·0	50·8	50·5	50·3	50·0	49·8	49·5
1·551	1·548	1·545	1·541	1·537	1·533	1·530	1·526	1·522	1·518	1·513
51·3	51·1	50·9	50·7	50·5	50·2	50·0	49·8	49·5	49·3	49·0
1·543	1·539	1·536	1·532	1·528	1·525	1·522	1·517	1·513	1·509	1·505
50·8	50·6	50·4	50·1	49·9	49·7	49·5	49·2	49·0	48·7	48·5
1·533	1·530	1·527	1·524	1·521	1·518	1·513	1·509	1·504	1·501	1·498
50·2	50·0	49·8	49·6	49·5	49·3	49·0	48·7	48·4	48·2	48·0
1·523	1·520	1·517	1·514	1·511	1·508	1·504	1·500	1·497	1·494	1·490
49·6	49·4	49·2	49·0	48·8	48·6	48·4	48·1	47·9	47·7	47·5
1·512	1·509	1·507	1·504	1·500	1·497	1·494	1·491	1·488	1·485	1·481
48·9	48·7	48·6	48·4	48·1	47·9	47·7	47·5	47·3	47·1	46·9
1·502	1·499	1·497	1·494	1·490	1·487	1·484	1·481	1·478	1·475	1·471
48·3	48·1	47·9	47·7	47·5	47·3	47·1	46·9	46·7	46·5	46·2
1·492	1·489	1·487	1·484	1·480	1·477	1·474	1·471	1·468	1·465	1·461
47·6	47·4	47·3	47·1	46·8	46·6	46·4	46·2	46·0	45·8	45·5
1·482	1·479	1·476	1·474	1·470	1·467	1·464	1·461	1·458	1·455	1·451
46·9	46·7	46·5	46·4	46·1	45·9	45·7	45·5	45·3	45·1	44·9
1·472	1·469	1·466	1·464	1·460	1·457	1·454	1·450	1·447	1·444	1·441
46·3	46·1	45·9	45·7	45·5	45·3	45·1	44·8	44·6	44·4	44·2
1·462	1·459	1·456	1·454	1·450	1·447	1·444	1·440	1·437	1·434	1·431
45·6	45·4	45·2	45·1	44·8	44·6	44·4	44·1	43·9	43·7	43·5
1·452	1·449	1·446	1·444	1·440	1·437	1·434	1·431	1·428	1·424	1·421
44·9	44·7	44·5	44·4	44·1	43·9	43·7	43·5	43·3	43·0	42·8
1·442	1·439	1·436	1·434	1·430	1·427	1·424	1·421	1·418	1·414	1·411
44·3	44·1	43·9	43·7	43·4	43·2	43·0	42·8	42·6	42·3	42·1
1·432	1·429	1·426	1·423	1·420	1·417	1·414	1·410	1·408	1·405	1·402
43·6	43·4	43·2	42·9	42·7	42·5	42·3	42·0	41·9	41·6	41·4
1·422	1·419	1·416	1·413	1·410	1·407	1·404	1·400	1·398	1·396	1·392
42·9	42·7	42·4	42·2	42·0	41·8	41·5	41·2	41·1	40·9	40·7
1·411	1·409	1·406	1·404	1·401	1·398	1·395	1·391	1·388	1·385	1·382
42·1	41·9	41·7	41·5	41·3	41·1	40·9	40·6	40·4	40·2	39·9
1·401	1·399	1·396	1·394	1·391	1·388	1·385	1·381	1·378	1·375	1·372
41·3	41·2	40·9	40·8	40·6	40·4	40·2	39·9	39·6	39·4	39·2
1·392	1·390	1·387	1·384	1·380	1·377	1·374	1·371	1·368	1·365	1·362
40·7	40·5	40·3	40·1	39·8	39·5	39·3	39·1	38·9	38·6	38·4
1·382	1·380	1·377	1·374	1·370	1·367	1·364	1·361	1·358	1·355	1·352
39·9	39·8	39·5	39·3	39·0	38·8	38·5	38·3	38·1	37·8	37·6
1·373	1·370	1·367	1·364	1·361	1·358	1·355	1·351	1·348	1·345	1·342
39·2	39·0	38·8	38·5	38·3	38·1	37·8	37·5	37·3	37·0	36·8

H. Einfluß der Temperatur auf das
(Fort-

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Sp.Gew.	1·386	1·384	1·382	1·380	1·378	1·376	1·374	1·371	1·368	1·366
Baumé	40·2	40·1	39·9	39·8	39·6	39·5	39·3	39·1	38·9	38·7
Sp.Gew.	1·376	1·374	1·372	1·370	1·368	1·366	1·364	1·361	1·358	1·356
B.	39·5	39·3	39·2	39·0	38·9	38·7	38·5	38·3	38·1	37·9
Sp.Gew.	1·366	1·364	1·362	1·360	1·358	1·356	1·354	1·351	1·348	1·346
B.	38·7	38·5	38·4	38·2	38·1	37·9	37·8	37·5	37·3	37·1
Sp.Gew.	1·356	1·354	1·352	1·350	1·348	1·346	1·344	1·341	1·338	1·336
B.	37·9	37·8	37·6	37·4	37·3	37·1	36·9	36·7	36·5	36·3
Sp.Gew.	1·346	1·344	1·342	1·340	1·338	1·336	1·334	1·331	1·328	1·326
B.	37·1	36·9	36·8	36·6	36·5	36·3	36·2	35·9	35·7	35·5
Sp.Gew.	1·336	1·334	1·332	1·330	1·328	1·326	1·324	1·321	1·318	1·316
B.	36·3	36·2	36·0	35·8	35·7	35·5	35·3	35·1	34·8	34·7
Sp.Gew.	1·326	1·324	1·322	1·320	1·318	1·316	1·314	1·311	1·308	1·306
B.	35·5	35·3	35·2	35·0	34·8	34·7	34·5	34·3	34·0	33·8
Sp.Gew.	1·316	1·314	1·312	1·310	1·308	1·306	1·303	1·300	1·298	1·295
B.	34·7	34·5	34·3	34·2	34·0	33·8	33·5	33·3	33·1	32·8
Sp.Gew.	1·306	1·304	1·302	1·300	1·298	1·296	1·293	1·290	1·288	1·285
B.	33·8	33·6	33·5	33·3	33·1	32·9	32·7	32·4	32·3	32·0
Sp.Gew.	1·296	1·294	1·292	1·290	1·288	1·286	1·283	1·280	1·278	1·275
B.	32·9	32·8	32·6	32·4	32·3	32·1	31·8	31·5	31·4	31·1
Sp.Gew.	1·286	1·284	1·282	1·280	1·278	1·276	1·273	1·270	1·268	1·265
B.	32·1	31·9	31·7	31·5	31·4	31·2	30·9	30·6	30·5	30·2
Sp.Gew.	1·276	1·274	1·272	1·270	1·268	1·265	1·263	1·260	1·257	1·255
B.	31·2	31·0	30·8	30·6	30·5	30·2	30·0	29·7	29·5	29·3
Sp.Gew.	1·266	1·264	1·262	1·260	1·258	1·255	1·253	1·250	1·247	1·245
B.	30·3	30·1	29·9	29·7	29·5	29·3	29·1	28·8	28·5	28·4
Sp.Gew.	1·256	1·254	1·252	1·250	1·248	1·246	1·243	1·240	1·238	1·235
B.	29·4	29·2	29·0	28·8	28·6	28·5	28·2	27·9	27·7	27·4
Sp.Gew.	1·246	1·244	1·242	1·240	1·238	1·236	1·233	1·230	1·228	1·225
B.	28·5	28·3	28·1	27·9	27·7	27·5	27·2	26·9	26·7	26·5
Sp.Gew.	1·236	1·234	1·232	1·230	1·228	1·226	1·224	1·222	1·219	1·217
B.	27·5	27·3	27·1	26·9	26·7	26·5	26·4	26·2	25·9	25·7
Sp.Gew.	1·226	1·224	1·222	1·220	1·218	1·216	1·214	1·212	1·209	1·207
B.	26·5	26·4	26·2	26·0	25·8	25·6	25·4	25·2	24·9	24·7
Sp.Gew.	1·216	1·214	1·212	1·210	1·208	1·206	1·204	1·202	1·199	1·197
B.	25·6	25·4	25·2	25·0	24·8	24·6	24·4	24·2	23·9	23·7
Sp.Gew.	1·206	1·204	1·202	1·200	1·198	1·196	1·194	1·192	1·189	1·187
B.	24·6	24·4	24·2	24·0	23·8	23·6	23·4	23·2	22·9	22·7
Sp.Gew.	1·196	1·194	1·192	1·190	1·188	1·186	1·184	1·182	1·179	1·177
B.	23·6	23·4	23·2	23·0	22·8	22·6	22·4	22·2	21·9	21·7

spez. Gewicht von Pottaschelaugen.
(setzung.)

50 ⁰	55 ⁰	60 ⁰	65 ⁰	70 ⁰	75 ⁰	80 ⁰	85 ⁰	90 ⁰	95 ⁰	100 ⁰
1·363	1·360	1·357	1·354	1·351	1·348	1·345	1·341	1·338	1·335	1·332
38·5	38·2	38·0	37·8	37·5	37·3	37·0	36·7	36·5	36·2	36·0
1·353	1·350	1·347	1·344	1·341	1·338	1·335	1·332	1·329	1·326	1·323
37·7	37·4	37·2	36·9	36·7	36·5	36·2	36·0	35·8	35·5	35·3
1·343	1·340	1·337	1·334	1·331	1·328	1·325	1·322	1·319	1·316	1·313
36·9	36·6	36·4	36·2	35·9	35·7	35·4	35·2	34·9	34·7	34·4
1·333	1·330	1·327	1·324	1·321	1·318	1·315	1·312	1·309	1·306	1·303
36·1	35·8	35·6	35·3	35·1	34·8	34·6	34·3	34·1	33·8	33·5
1·323	1·320	1·317	1·314	1·311	1·308	1·305	1·302	1·299	1·296	1·293
35·3	35·0	34·8	34·5	34·3	34·0	33·7	33·5	33·2	32·9	32·7
1·313	1·310	1·307	1·304	1·301	1·298	1·295	1·292	1·289	1·286	1·284
34·4	34·2	33·9	33·6	33·4	33·1	32·8	32·6	32·3	32·1	31·9
1·303	1·300	1·297	1·294	1·291	1·288	1·285	1·282	1·279	1·276	1·274
33·5	33·3	33·0	32·8	32·5	32·3	32·0	31·7	31·5	31·2	31·0
1·292	1·290	1·287	1·284	1·281	1·278	1·276	1·273	1·270	1·267	1·264
32·6	32·4	32·2	31·9	31·6	31·4	31·2	30·9	30·6	30·4	30·1
1·282	1·280	1·277	1·274	1·271	1·268	1·266	1·263	1·260	1·257	1·254
31·7	31·5	31·3	31·0	30·7	30·5	30·3	30·0	29·7	29·5	29·2
1·273	1·270	1·267	1·264	1·261	1·258	1·256	1·253	1·250	1·247	1·244
30·9	30·6	30·4	30·1	29·8	29·5	29·4	29·1	28·8	28·5	28·3
1·263	1·260	1·257	1·254	1·251	1·248	1·246	1·243	1·240	1·237	1·234
30·0	29·7	29·5	29·2	28·9	28·6	28·5	28·2	27·9	27·6	27·3
1·252	1·250	1·247	1·244	1·242	1·239	1·236	1·234	1·231	1·228	1·225
29·0	28·8	28·5	28·3	28·1	27·8	27·5	27·3	27·0	26·7	26·5
1·242	1·240	1·237	1·234	1·232	1·229	1·226	1·224	1·221	1·218	1·215
28·1	27·9	27·6	27·3	27·1	26·8	26·5	26·4	26·1	25·8	25·5
1·232	1·230	1·227	1·224	1·221	1·218	1·216	1·213	1·210	1·208	1·205
27·1	26·9	26·6	26·4	26·1	25·8	25·6	25·3	25·1	24·8	24·5
1·222	1·220	1·217	1·214	1·211	1·208	1·206	1·203	1·200	1·198	1·195
26·2	26·0	25·7	25·4	25·1	24·8	24·6	24·3	24·0	23·8	23·5
1·214	1·212	1·209	1·205	1·202	1·198	1·196	1·194	1·192	1·188	1·186
25·4	25·2	24·9	24·5	24·2	23·8	23·6	23·4	23·2	22·8	22·6
1·204	1·202	1·199	1·196	1·193	1·190	1·187	1·184	1·182	1·178	1·176
24·4	24·2	23·9	23·6	23·3	23·0	22·7	22·4	22·2	21·8	21·6
1·194	1·192	1·189	1·186	1·183	1·181	1·178	1·175	1·172	1·169	1·167
23·4	23·2	22·9	22·6	22·3	22·1	21·8	21·4	21·1	20·8	20·6
1·184	1·182	1·179	1·176	1·173	1·171	1·168	1·165	1·162	1·159	1·157
22·4	22·2	21·9	21·6	21·2	21·0	20·7	20·3	20·0	19·7	19·5
1·174	1·172	1·169	1·166	1·164	1·161	1·158	1·155	1·152	1·149	1·146
21·3	21·1	20·8	20·4	20·2	19·9	19·6	19·3	19·0	18·7	18·4

H. Einfluß der Temperatur auf das
(Fort-

	0° C.	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Sp.Gew.	1·186	1·184	1·182	1·180	1·178	1·176	1·174	1·172	1·170	1·167
Baumé	22·6	22·4	22·2	22·0	21·8	21·6	21·3	21·1	20·9	20·6
Sp.Gew.	1·175	1·173	1·171	1·170	1·168	1·166	1·164	1·162	1·160	1·157
B.	21·4	21·2	21·0	20·9	20·7	20·4	20·2	20·0	19·8	19·5
Sp.Gew.	1·165	1·163	1·161	1·160	1·158	1·156	1·154	1·152	1·150	1·147
B.	20·3	20·1	19·9	19·8	19·6	19·4	19·2	19·0	18·8	18·5
Sp.Gew.	1·155	1·153	1·151	1·150	1·148	1·146	1·144	1·142	1·140	1·137
B.	19·3	19·1	18·9	18·8	18·6	18·4	18·2	18·0	17·7	17·4
Sp.Gew.	1·144	1·143	1·141	1·140	1·138	1·136	1·134	1·132	1·130	1·127
B.	18·2	18·1	17·9	17·8	17·5	17·3	17·0	16·8	16·5	16·2
Sp.Gew.	1·133	1·132	1·131	1·130	1·128	1·126	1·124	1·122	1·120	1·117
B.	16·9	16·8	16·7	16·5	16·3	16·1	15·9	15·7	15·4	15·1
Sp.Gew.	1·123	1·122	1·121	1·120	1·118	1·116	1·114	1·112	1·110	1·107
B.	15·8	15·7	15·6	15·4	15·2	15·0	14·8	14·5	14·3	13·9
Sp.Gew.	1·113	1·112	1·111	1·110	1·108	1·106	1·104	1·102	1·100	1·097
B.	14·6	14·5	14·4	14·2	14·0	13·8	13·5	13·3	13·0	12·7
Sp.Gew.	1·103	1·102	1·101	1·100	1·098	1·096	1·094	1·092	1·090	1·087
B.	13·4	13·3	13·1	13·0	12·8	12·6	12·3	12·1	11·9	11·5
Sp.Gew.	1·093	1·092	1·091	1·090	1·089	1·087	1·086	1·083	1·081	1·079
B.	12·2	12·1	12·0	11·9	11·7	11·5	11·4	11·0	10·8	10·5
Sp.Gew.	1·083	1·082	1·081	1·080	1·079	1·077	1·076	1·073	1·071	1·069
B.	11·0	10·9	10·8	10·6	10·5	10·3	10·2	9·8	9·5	9·3
Sp.Gew.	1·073	1·072	1·071	1·070	1·069	1·067	1·066	1·064	1·062	1·060
B.	9·8	9·6	9·5	9·4	9·3	9·0	8·9	8·6	8·3	8·0
Sp.Gew.	1·063	1·062	1·061	1·060	1·059	1·057	1·056	1·054	1·052	1·050
B.	8·4	8·3	8·2	8·0	7·9	7·6	7·5	7·3	7·0	6·7
Sp.Gew.	1·053	1·052	1·051	1·050	1·049	1·047	1·046	1·044	1·042	1·040
B.	7·1	7·0	6·9	6·7	6·6	6·3	6·1	5·9	5·6	5·4
Sp.Gew.	1·043	1·042	1·041	1·040	1·039	1·037	1·036	1·034	1·032	1·030
B.	5·8	5·6	5·5	5·4	5·3	5·0	4·9	4·6	4·4	4·1
Sp.Gew.	1·033	1·032	1·031	1·030	1·028	1·027	1·025	1·024	1·022	1·020
B.	4·5	4·4	4·3	4·1	3·9	3·7	3·4	3·3	3·0	2·8
Sp.Gew.	1·023	1·022	1·021	1·020	1·018	1·017	1·015	1·014	1·012	1·010
B.	3·2	3·0	2·9	2·7	2·5	2·4	2·1	2·0	1·7	1·4
Sp.Gew.	1·013	1·012	1·011	1·010	1·008	1·007	1·005	1·004	1·002	1·000
B.	1·9	1·7	1·6	1·4	1·2	1·0	0·7	0·6	0·3	—

J. Tabelle über das spezifische Gewicht von Kalilauge bei $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$ nach Angaben von Pickering, umgerechnet.

Spez. Gewicht	Baumé	Densimeter	100 Gewichtsteile enthalten		1 cbm enthält Kilogramm	
			K ₂ O	KOH	K ₂ O	KOH
1·0083	1·3	0·8	0·84	1	0·85	1·01
1·0175	2·6	1·8	1·68	2	1·71	2·04
1·0267	4·1	2·7	2·52	3	2·59	3·08
1·0359	5·1	3·6	3·36	4	3·48	4·14
1·0452	6·3	4·5	4·20	5	4·39	5·23
1·0544	7·5	5·4	5·04	6	5·31	6·32
1·0637	8·8	6·4	5·88	7	6·25	7·45
1·0730	9·9	7·3	6·72	8	7·21	8·58
1·0824	11·1	8·2	7·56	9	8·17	9·74
1·0918	12·3	9·2	8·40	10	9·15	10·92
1·1013	13·4	10·1	9·23	11	10·12	12·06
1·1108	14·5	11·1	10·07	12	11·19	13·33
1·1203	15·6	12·0	10·91	13	12·22	14·56
1·1299	16·7	13·0	11·75	14	13·28	15·82
1·1396	17·8	14·0	12·59	15	14·35	17·10
1·1493	18·8	14·9	13·43	16	15·45	18·41
1·1590	19·9	15·9	14·27	17	16·54	19·70
1·1688	21·0	16·9	15·11	18	17·66	21·04
1·1786	22·0	17·9	15·95	19	18·80	22·40
1·1884	22·9	18·8	16·79	20	19·94	23·76
1·1984	24·0	19·8	17·63	21	21·12	25·16
1·2083	25·0	20·8	18·47	22	22·31	26·58
1·2184	25·9	21·8	19·31	23	23·52	28·01
1·2285	27·0	22·9	20·15	24	24·74	29·50
1·2387	27·9	23·9	20·98	25	26·00	30·98
1·2489	28·9	24·9	21·82	26	27·26	32·47

Spez. Gewicht	Baumé	Densi- meter	100 Gewichts- teile enthalten		1 cbm enthält Kilogramm	
			K ₂ O	KOH	K ₂ O	KOH
I·2592	29·8	25·9	22·66	27	28·53	33·99
I·2695	30·8	27·0	23·50	28	29·85	35·56
I·2800	31·7	28·0	24·39	29	31·16	37·12
I·2905	32·6	29·1	25·18	30	32·51	38·73
I·3010	33·5	30·1	26·02	31	33·85	40·33
I·3117	34·4	31·2	26·85	32	35·24	41·98
I·3224	35·2	32·2	27·70	33	36·62	43·63
I·3331	36·1	33·3	28·54	34	38·04	45·32
I·3440	37·0	34·4	29·38	35	39·49	47·04
I·3549	37·9	35·5	30·22	36	40·95	48·78
I·3659	38·8	36·6	31·06	37	42·43	50·54
I·3769	39·6	37·7	31·90	38	43·92	52·32
I·3879	40·5	38·8	32·74	39	45·44	54·13
I·3991	41·3	39·9	33·58	40	46·97	55·96
I·4103	42·0	41·0	34·42	41	48·53	57·81
I·4215	42·9	42·2	35·26	42	50·13	59·72
I·4329	43·7	43·3	36·10	43	51·72	61·62
I·4443	44·5	44·4	36·93	44	53·33	63·54
I·4558	45·3	45·6	37·77	45	55·00	65·52
I·4673	46·0	46·7	38·61	46	56·65	67·48
I·4790	46·8	47·9	39·45	47	58·35	69·51
I·4907	47·6	49·1	40·29	48	60·08	71·57
I·5025	48·4	50·3	41·13	49	61·82	73·65
I·5143	49·1	51·4	41·97	50	63·54	75·70
I·5262	49·8	52·6	42·81	51	65·33	77·82
I·5382	50·6	53·8	43·65	52	67·13	79·98

IX. Ammoniakfabrikation *).

A. Gaswasser.

Das Gaswasser enthält das NH_3 hauptsächlich als Ammoniumcarbonat und Schwefelammonium, welche durch bloßes Kochen ohne Zusatz von Kalk oder Natron ausgetrieben werden und in denen das NH_3 auf alkalimetrischem Wege bestimmt werden kann (flüchtiges Ammoniak). Daneben kommt aber stets auch etwas nicht durch bloßes Kochen austreibbares und nicht alkalimetrisch bestimmbares NH_3 als Sulfat, Chlorid, Rhodanid, Sulfit, Thiosulfat, Ferrocyanid etc. vor (fixes Ammoniak).

Für technische Zwecke genügen folgende Bestimmungen:

1. Spezifisches Gewicht (Grädigkeit) wird stets in Baumé-Graden angegeben, die aber keinerlei brauchbare Anzeige für den Ammoniakgehalt geben.

2. Flüchtiges Ammoniak (d. h. schwach gebundenes und freies). Man läßt 10 ccm des Gaswassers in ein Becherglas fließen, das mit 250 ccm Wasser und 2 Tropfen Methylorangeflösung (1 : 1000) beschickt ist und titriert sofort unter Umrühren mit N-Salzsäure, zuletzt mit Vorsicht, da der Indikator durch H_2S zerstört wird (in welchem Falle man einen weiteren Tropfen davon zusetzt). 1 ccm N-Salzsäure = 0.01703 g ($\log = 0.23121 - 2$) NH_3 .

3. Gesamt-Ammoniak. Man bringt 20 ccm Gaswasser in einen 500—700 ccm fassenden Jenenser Glaskolben zu ca. 300 ccm Wasser und destilliert nach Zusatz von ca. 3 ccm starker Natronlauge ungefähr 200 ccm ab. Der Glaskolben trägt einen Tropfenfänger und steht in Verbindung mit einem Liebigkühler. Als Vorlage dient ein Erlenmeyerkolben, der mit Hilfe eines Vorstoßes an den Kühler angeschlossen ist und 30—50 ccm Normalsalzsäure und etwas Methylorange enthält. Nach beendeter Destillation wird mittels Normallauge, wie bei 2, zurücktitriert.

4. Gesamt-Schwefel. Man läßt 50 ccm Gaswasser tropfenweise in Brom fließen, das mit Salzsäure überschichtet ist, verdampft auf dem Wasserbade zur Trockene, extrahiert den Rückstand mit Wasser und fällt mit Baryumchlorid die Schwefelsäure nach S. 136. Zuweilen will man wissen, wieviel Sulfate im Gaswasser schon ursprünglich vorhanden waren, was man durch Ansäuern einer Probe von nicht-oxydiertem Gaswasser und Fällen mit Baryumchlorid ermittelt.

*) Vgl. C. T. U. III, 352 ff. Ausführlicher in Lunge und Köhlers Industrie des Steinkohlenteers und Ammoniaks, 5. Aufl., II, 187 ff.

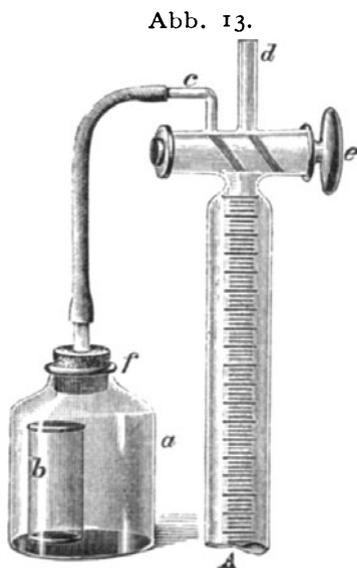
5. Rhodanammonium (Linder). 50 ccm Gaswasser werden zur Vertreibung der flüchtigen Bestandteile gekocht, hierauf noch warm mit Eisenchlorid versetzt, nach dem Erkalten vom Berlinerblau abfiltriert und dreimal mit natriumsulfathaltigem Wasser nachgewaschen. Nach Zusatz von viel schwefliger Säure und wenig Kupfersulfat zum Filtrat wird im verschlossenen Kolben 24 Stunden stehen gelassen und der weiße CuCNS -Niederschlag abfiltriert. Nach 3—4 maligem Waschen mit natriumsulfathaltigem Wasser wird der Niederschlag in ein Becherglas gespült, 5 ccm Salpetersäure zugefügt, die am Filter gebliebenen Reste mit heißer, verdünnter Salpetersäure ausgezogen und das Ganze am Wasserbade zur Trockne verdampft. Der Rückstand wird mit Wasser aufgenommen, zuerst mit einigen Tropfen Sodalösung, dann mit Essigsäure im Überschuß versetzt, 20 ccm $\frac{1}{2}$ N-Jodkaliumlösung zugefügt, die Lösung auf höchstens 100 ccm verdünnt und mit $\frac{1}{10}$ N-Thiosulfatlösung titriert; 1 ccm entspricht 0·007612 g ($\log = 0\cdot88150 - 3$) NH_4CNS .

Oder kolorimetrisch nach Pfeiffer, C. T. U. III, 360.

B. Schwefelsaures Ammoniak.

1. Ammoniakgehalt. Das sorgfältig gezogene Durchschnittsmuster wird ganz durchgerieben, vollständig durch ein Sieb von 7—8 Maschen pro Quadratcentimeter geschlagen und hier von eine kleine Durchschnittsprobe genommen. Von der so vorbereiteten Probe werden 17·03 g abgewogen, zu 500 ccm gelöst und davon 50 ccm unfiltriert wie sub A 3 destilliert. Jedes ccm der neutralisierten Säuremenge ist = 0·01703 g $\text{NH}_3 = 1\cdot0$ Prozent.

Bequemer und weit schneller ist die Bestimmung des NH_3 durch die Bromnatronmethode, welche man in einem Azotometer oder im Gasvolumeter vornehmen kann, wobei das



Ammoniak in Stickstoff übergeht und als solcher gemessen wird. Hierzu wird das in vorstehender Fig. 13 gezeichnete Anhängeläschen verwendet, welches an dem Gasvolumeter, Fig. 7, S. 166, angebracht wird. Die Bromnatronlauge bereitet man durch Auflösen von 100 g bestem Ätznatron in 1250 g Wasser und vorsichtigem Zusatz von 25 g Brom. Sie muß an einem dunklen, kühlen Orte aufbewahrt werden und hält sich auch so nur wenige Tage wirksam. Das Ammoniaksalz, fest oder in Lösung, wird in den äußeren Raum des Fläschchens *a*, die Bromnatronlauge (25—30 ccm) in das innere Gefäß *b* eingeführt. Der Stopfen *f*, welcher schon an dem Gasmeßrohre *A* bei *c* hängt, wird dicht in das Fläschen eingepreßt und der dadurch entstehende Druck durch augenblickliches Lüften des Stopfens *e* ausgeglichen; sollte dabei das Quecksilber in *A* etwas sinken, so bringt man es durch Heben des Niveauröhres, während *A* durch *e* mit der Außenluft kommuniziert, wieder auf den Nullpunkt. Beim Aufsetzen des Stopfens *f*, sowie beim späteren Schütteln etc. faßt man das Fläschen *a* nur am Halse mit Daumen und Zeigefinger, um Erwärmung zu verhüten. Nach erfolgtem Temperatenausgleich und Einstellung des Quecksilbers wird Hahn *e* so gestellt, daß *a* durch *e* mit *A* kommuniziert, das Fläschen wird geneigt, so daß die Bromatlauge aus *b* nach *a* läuft, gut umgeschüttelt und in dem Maße als sich Gas entwickelt, das Niveaurohr gesenkt, so daß im Meßrohr und im Niveaurohr die Quecksilberniveaus jederzeit ungefähr gleich hoch stehen. Nach wenigen Minuten ist die Reaktion beendet, was daran zu erkennen ist, daß das Quecksilber in *A* nicht mehr sinkt. Da die Reaktion in diesem Falle unter erheblicher Wärmeentwicklung vor sich geht, so empfiehlt es sich hier ganz besonders, das Fläschen *a* vor Beginn und wiederum nach Beendigung der Reaktion längere Zeit (10 bis 15 Minuten) in ein großes, mit Wasser von Zimmertemperatur gefülltes Gefäß bis zum Halse einzutauchen. Am Schlusse stellt man die Röhren so, daß das Volum des Stickstoffgases auf 0° und 760 mm im trockenen Zustand reduziert abgelesen werden kann (s. S. 167). Jedes ccm entspricht dann 0.0012818 g ($\log = 0.10782 - 3$) N oder 0.0015582 g ($\log = 0.19263 - 3$) NH₃, wobei schon die der sogenannten „Absorption“ des Stickstoffs (d. h. der unvollkommenen Reaktion) entsprechende Korrektur angebracht ist und besondere Korrekturstabellen ganz entbehrlich sind. Wenn man direkt Prozente ablesen will, so wägt man 1.558 g schwefelsaures Ammoniak ab, löst in 100 ccm Wasser auf, verwendet 10 ccm der Lösung zur Analyse und setzt dann jedes ccm des Stickstoffs = 1 Proz. NH₃.

2. Rhodanammonium wird qualitativ durch verdünnte Eisenchloridlösung nachgewiesen, quantitativ nach S. 255 A 5 bestimmt.

3. Freie Säure wird durch Titration der Lösung von 5 g Sulfat in 100 ccm Wasser mittels $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge und Methylorange bestimmt.

4. Die Wasserbestimmung erfolgt durch Trocknen von 50 g im Trockenschrank bei 100° bis zur Gewichtskonstanz.

Tabelle über das spezifische Gewicht von Ammoniumsulfatlösungen bei 15° .

Proz.	Spez. Gew.						
1	1.0057	14	1.0805	27	1.1554	40	1.2284
2	1.0115	15	1.0862	28	1.1612	41	1.2343
3	1.0172	16	1.0920	29	1.1670	42	1.2402
4	1.0230	17	1.0977	30	1.1724	43	1.2462
5	1.0287	18	1.1035	31	1.1780	44	1.2522
6	1.0345	19	1.1092	32	1.1836	45	1.2583
7	1.0403	20	1.1149	33	1.1892	46	1.2644
8	1.0460	21	1.1207	34	1.1948	47	1.2705
9	1.0518	22	1.1265	35	1.2004	48	1.2766
10	1.0575	23	1.1323	36	1.2060	49	1.2828
11	1.0632	24	1.1381	37	1.2116	50	1.2890
12	1.0690	25	1.1439	38	1.2172		
13	1.0747	26	1.1496	39	1.2228		

C. Salmiakgeist

wird nach „Grädigkeit“ verkauft. Die Tabelle L gibt die Beziehung zwischen dem spez. Gewicht und dem Prozentgehalt an NH_3 .

Empyreumatische Bestandteile im Salmiakgeist findet man qualitativ durch den Geruch bei genauer Neutralisation mit Schwefelsäure. Zur quantitativen Bestimmung von Pyridinbasen (welche das Phenolphthalein nicht röten) neutralisiert man nach Pennock und Morton (Chem. Cbl. 1902, I, 1180) 100 ccm unter Zusatz von Methylorange genau mit Schwefelsäure (1 : 5) unter Kühlung, destilliert in eine mit 30 ccm Wasser beschickte Vorlage, bis diese wieder etwa 100 ccm enthält, kühlt das Destillat auf 10° ab, versetzt mit Phenolphthalein und mit Quecksilberchloridlösung bis zur Entfärbung, setzt noch einige Tropfen des letzteren hinzu (wodurch NH_3 ausfällt), filtriert und titriert nach Zusatz von Methylorange mit $\frac{1}{10}$ N-Säure, wovon 1 ccm = 0.0079 g ($\log = 0.89763 - 3$) Pyridin.

Tabelle der spezifischen Gewichte von Ammoniak-
lösungen bei 15° nach Lunge und Wiernik.

Spez. Gew. bei 15	Proz. NH ₃	1 Liter enthält NH ₃ bei 15° g	Korrektion des spez. Gew. für ± 1°	Spez. Gew. bei 15°	Proz. NH ₃	1 Liter enthält NH ₃ bei 15° g	Korrektion des spez. Gew. für ± 1°
1·000	0·00	0·0	0·00018	0·940	15·63	146·9	0·00039
0·998	0·45	4·5	0·00018	0·938	16·22	152·1	0·00040
0·996	0·91	9·1	0·00019	0·936	16·82	157·4	0·00041
0·994	1·37	13·6	0·00019	0·934	17·42	162·7	0·00041
0·992	1·84	18·2	0·00020	0·932	18·03	168·1	0·00042
0·990	2·31	22·9	0·00020	0·930	18·64	173·4	0·00042
0·988	2·80	27·7	0·00021	0·928	19·25	178·6	0·00043
0·986	3·30	32·5	0·00021	0·926	19·87	184·2	0·00044
0·984	3·80	37·4	0·00022	0·924	20·49	189·3	0·00045
0·982	4·30	42·2	0·00022	0·922	21·12	194·7	0·00046
0·980	4·80	47·0	0·00023	0·920	21·75	200·1	0·00047
0·978	5·30	51·8	0·00023	0·918	22·39	205·6	0·00048
0·976	5·80	56·6	0·00024	0·916	23·03	210·9	0·00049
0·974	6·30	61·4	0·00024	0·914	23·68	216·3	0·00050
0·972	6·80	66·1	0·00025	0·912	24·33	221·9	0·00051
0·970	7·31	70·9	0·00025	0·910	24·99	227·4	0·00052
0·968	7·82	75·7	0·00026	0·908	25·65	232·9	0·00053
0·966	8·33	80·5	0·00026	0·906	26·31	238·3	0·00054
0·964	8·84	85·2	0·00027	0·904	26·98	243·9	0·00055
0·962	9·35	89·9	0·00028	0·902	27·65	249·4	0·00056
0·960	9·91	95·1	0·00029	0·900	28·33	255·0	0·00057
0·958	10·47	100·3	0·00030	0·898	29·01	260·5	0·00058
0·956	11·03	105·4	0·00031	0·896	29·69	266·0	0·00059
0·954	11·60	110·7	0·00032	0·894	30·37	271·5	0·00060
0·952	12·17	115·9	0·00033	0·892	31·05	277·0	0·00060
0·950	12·74	121·0	0·00034	0·890	31·75	282·6	0·00061
0·948	13·31	126·2	0·00035	0·888	32·50	288·6	0·00062
0·946	13·88	131·3	0·00036	0·886	33·25	294·6	0·00063
0·944	14·46	136·5	0·00037	0·884	34·10	301·4	0·00064
0·942	15·04	141·7	0·00038	0·882	34·95	308·3	0·00065

Über flüssiges (komprimiertes) Ammoniak vgl. C. T. U. I, 644.

Tabelle über das spez. Gewicht der Lösungen von
gewöhnlichem kohlsaurem Ammoniak bei 15°.

(Lunge und Smith.)

Densimeter	Grade Baumé	Spez. Gewicht bei 15°	Prozent kohlens. Ammoniak	Veränderung des spez. Gewichts für $\pm 1^\circ$
0.5	0.7	1.005	1.66	0.0002
1	1.4	1.010	3.18	0.0002
1.5	2.1	1.015	4.60	0.0003
2	2.7	1.020	6.04	0.0003
2.5	3.4	1.025	7.49	0.0003
3	4.1	1.030	8.93	0.0004
3.5	4.7	1.035	10.35	0.0004
4	5.4	1.040	11.86	0.0004
4.5	6.0	1.045	13.36	0.0005
5	6.7	1.050	14.83	0.0005
5.5	7.4	1.055	16.16	0.0005
6	8.0	1.060	17.70	0.0005
6.5	8.7	1.065	19.18	0.0005
7	9.4	1.070	20.70	0.0005
7.5	10.0	1.075	22.25	0.0006
8	10.6	1.080	23.78	0.0006
8.5	11.2	1.085	25.31	0.0007
9	11.9	1.090	26.82	0.0007
9.5	12.4	1.095	28.33	0.0007
10	13.0	1.100	29.93	0.0007
10.5	13.6	1.105	31.77	0.0007
11	14.2	1.110	33.45	0.0007
11.5	14.9	1.115	35.08	0.0007
12	15.4	1.120	36.88	0.0007
12.5	16.0	1.125	38.71	0.0007
13	16.5	1.130	40.34	0.0007
13.5	17.1	1.135	42.20	0.0007
14	17.7	1.140	44.29	0.0007
14.1	17.9	1.1414	44.90	0.0007

X. Leuchtgasfabrikation.

A. Leuchtgas.

Für die hier vorzunehmenden Arbeiten ist der Orsatapparat (S. 124) nicht geeignet. Man wird entweder mit der Apparatur von Bunte (C. T. U. I, 248; III, 254) oder von Hempel (eb. I, 262), Drehschmidt (eb. III, 264) oder Pfeiffer (eb. III, 266) arbeiten. In dem hier zu gebenden kurzen Abriss gehen wir nach den als Manuskript gedruckten Leitsätzen „Zum Gaskursus“, 1906 von H. Bunte (mit dessen gültiger Erlaubnis).

Die erforderlichen Buntbüretten müssen folgende Bedingungen erfüllen: Die Kapillare unter dem Bodenhahn darf auch beim Schütteln kein Wasser ausfließen lassen. Der Dreiweghahn (oben) muß sich so drehen lassen, daß alle drei Öffnungen verschlossen sind. Bei Anwendung der durchaus empfehlenswerten Greiner-Friedrichs-Hähne mit 2 Schiefbohrungen macht das keinerlei Schwierigkeit. Die Hähne sind mit einem zusammengeschmolzenen Gemenge aus 2 Paragummi, 2 Bienenwachs, 10 Talg oder aus Vaseline und Parakautschuk zu schmieren.

Die Hähne müssen selbst bei starker Luftverdünnung dicht schließen. Das vorteilhaft sehr schwach saure Sperrwasser muß genau die Temperatur des Arbeitsraumes haben, und diese muß während der Analyse ganz gleich bleiben. Die Bürette darf nur am Trichteraufsatz oder an den Kapillaransetzen angefaßt werden. Die Teilung ist durch Ausfließenlassen des Wassers von 10 zu 10 ccm nachzuprüfen. Nach der Absorption eines Gases läßt man zuerst Wasser von unten aufsteigen und stellt dann den Arbeitsdruck durch Einfließen von Wasser aus dem oberen Trichter her; dieser wird bis zur Marke gefüllt, der obere Hahn geöffnet und 1 Minute gewartet, bis die Oberfläche des Sperrwassers in der Bürette nicht mehr steigt.

Entnahme der Gasproben geschieht entweder bei leerer Bürette durch Durchstreichen des Gases von oben nach unten (bei gefülltem Trichter), bis alle Luft verdrängt ist, worauf erst der untere, dann sofort der obere Hahn geschlossen wird, oder bei mit Wasser gefüllter Bürette, indem man den unteren Hahn öffnet, bis das Wasser etwas unter die Nullmarke gesunken ist, dann erst den oberen, darauf den unteren Hahn schließt. Bei Unterdruck des Gases entnimmt man eine Probe mittels Saugball, Wassersaugflasche oder Wasserstrahlpumpe, die mit der unteren Kapillare verbunden werden.

Abmessen des Gasvolumens in der Bürette. Man stellt den Dreiweghahn so, daß alle Öffnungen verschlossen sind,

füllt den Trichter mit Wasser bis zur Marke, verbindet den mit Wasser vollständig gefüllten Schlauch der Druckflasche mit dem unteren Hahne und läßt Wasser bis etwa 0.2 ccm unter der Nullmarke einsteigen. Dann öffnet man den Dreiweghahn, worauf etwas Gas entweicht und Druckausgleich stattfindet. Das nachfließende Wasser stellt sich meist auf die Nullmarke ein; sonst liest man ab und rechnet mit dem wirklichen Volum. Dann läßt man etwas Wasser aus dem Trichter durch den Dreiweghahn in einen kurzen Ansatzschlauch nach außen (Stellung 1) abfließen und verschließt den kleinen Schlauch durch ein Glasstäbchen; so lange der Hahn nicht benützt wird, bleibt er in dieser Stellung.

Einbringen der Absorptionsflüssigkeiten. Man saugt die Sperrflüssigkeit mittels einer Saugflasche ab, wobei man den unteren Glashahn festhält und sofort schließt, wenn das Wasser bis zur Kapillare gelangt ist. Nach Abnahme des Schlauches von der Bürette saugt man die Flüssigkeit in der Saugflasche zurück, damit sie nicht abgehebert wird. Dann läßt man die Absorptionslösung aus einem Porzellanschälchen in die Bürette aufsteigen.

Die einzelnen Bestandteile werden in folgender Reihenfolge bestimmt:

1. Kohlendioxyd, CO_2 , durch Absorption mit Kalilauge von 1:3, d. h. vom spez. Gew. 1.23, wovon 1 ccm 90 bis 100 ccm CO_2 aufnimmt. Es genügt einmaliges Bespülen der Rohrwandungen mit der Lauge. Nachher läßt man Wasser von unten aufsteigen und auch von oben langsam nachfließen, zum Abspülen der Wände, stellt den Druck wieder ein und liest ab. Beim Rohgas ist vorher H_2S durch ein vorgelegtes Rohr mit Kupfervitriol-Bimstein zu entfernen.

2. Schwere Kohlenwasserstoffe, C_mH_n . Man saugt das Sperrwasser möglichst gut ab, spült die Kalilauge noch mit etwas Wasser nach (ebenfalls abzusaugen) und läßt nun ca. 10 ccm mit Brom gesättigtes Wasser eintreten. Sollte nach dem Schütteln der Gasraum nicht mehr gelbbraun gefärbt sein, so saugt man die Flüssigkeit ab und ersetzt sie durch frisches Bromwasser. Zuletzt zieht man zur Absorption der Bromdämpfe ca. 1 ccm Kalilauge in die Bürette ein, schüttelt um, läßt oben etwas Wasser einlaufen, stellt den Druck ein und liest ab. Jetzt sind alle Lichtgeber, d. h. Äthylen und die anderen ungesättigten Kohlenwasserstoffe, auch Benzol, absorbiert.

3. Sauerstoff wird absorbiert durch Eintreten von ca. $2\frac{1}{2}$ ccm Pyrogallollösung (1:5 Wasser) und darauf $7\frac{1}{2}$ ccm Kalilauge (1:3). Man schüttelt 5 Minuten lang kräftig, läßt durch den Trichter Wasser bis zum Druckausgleich eintreten,

schüttelt wieder und setzt dies fort bis kein Wasser mehr eintritt. Nun läßt man die dunkle Flüssigkeit unten abfließen, während oben Wasser nachläuft, so daß man oben eine Schicht klaren Wassers erhält, über der man gut ablesen kann, nachdem der Druck eingestellt worden ist.

Für genaue Sauerstoffbestimmungen wendet man die Methode der Titrierung mit Jodkalium, Manganchlorür und Thio-sulfat an; C. T. U. III, 285.

4. Kohlenoxyd. Nach Absaugen des Sperrwassers und Nachwaschen mit Wasser saugt man 10 ccm ammoniakalische Kupferchlorür-lösung (200g käufliches Kupferchlorür, 250g Salmiak in 750 ccm Wasser und Kupferspirale, vor dem Gebrauch 3 Vol. dieser Lösung mit 1 Vol. Ammoniak vom sp. G. 0.905 zu versetzen) ein, schüttelt 1 Minute um, saugt die Lösung ab, ersetzt sie durch neue Lösung, schüttelt wieder und wiederholt dies noch mindestens zweimal. Nach dem letzten Absaugen läßt man aus dem Trichter 3—4 ccm konz. Salzsäure herabfließen, dann Wasser, das sich darauf lagert. Man saugt alles ab, wäscht mit Wasser nach, saugt 1—2 ccm Kalilauge ein, schüttelt um, läßt Wasser eintreten, stellt den Druck her und liest ab.

5. Wasserstoff. In dem Gase sind jetzt nur noch H₂ und N vorhanden. Der H wird durch fraktionierte Verbrennung bestimmt, wozu man eine zweite Bürette (B) braucht. Man mißt in der ersten Bürette (A) 22—25 ccm des Gasrestes unter Einstellung des Druckes ab und mischt mit Luft zur Verbrennung des H. Hierzu öffnet man erst den unteren Hahn, dann den oberen so, daß er nach außen hin kommuniziert, wodurch das Wasser ausläuft und Luft eintritt. Ist der Wasserspiegel bis ca. 5 ccm unter 0 gesunken, so schließt man rasch den oberen Hahn, dann den unteren, mischt die Gase durch Schütteln, stellt den Druck auf den der Atmosphäre plus der Wassersäule im Trichter ein und liest ab. Nun füllt man die Hilfsbürette mit Wasser bis zur Kapillare und setzt die beiden Dreiweghähne unter Einschaltung eines Palladiumrohrs C in Verbindung miteinander. Das letztere ist ein schwer schmelzbares Glasröhrchen, 10 cm lang, von 3 mm innerem und 5 mm äußerem Durchmesser. Der Palladiumdraht ist 100 mm lang, 0.5 mm stark; er wird viermal zusammengelegt, in das Röhrchen bis zur Mitte eingeführt. Diese Stelle läßt man dann durch Erhitzen des Rohres zusammenfallen, so daß der Draht eingeklemmt wird, während man den übrigen Teil des Rohres mit langfaserigem Asbest lose ausfüllt. Die Verbindung von C mit den beiden Büretten A und B geschieht mittels dickwandiger kurzer Gummischläuche.

Man stellt nun beide Dreiweghähne so, daß keine der Bohrungen offen ist, füllt den Trichter der Bürette A mit

Wasser, bringt durch kurzes Öffnen des unteren Hahnes in ihr Unterdruck hervor, dreht beide Dreiweghähne gleichzeitig und rasch so, daß das Palladiumrohr *C* mit dem Inneren beider Büretten kommuniziert, und erhitzt *C*, wodurch die Luft sich ausdehnt und das Wasser aus den oberen Kapillaren nach den Büretten zurückdrängt. Man verbindet den Gummischlauch der Druckflasche mit dem unteren Hahn von *A*, öffnet diesen, erwärmt *C* an der Verengung bis zur Gelbfärbung der kleinen Flamme und öffnet den unteren Hahn von *B*, so daß das Gas in mäßig raschem Strome aus *A* durch *C* nach *B* übertritt. Das Wasser soll aus *B* im Strahle, nicht in Tropfen austreten und der Draht soll am Eintrittsende des Gases nicht rotglühend werden (weil sonst etwas Methan mitverbrennt). Sobald das Wasser in der Bürette *A* bis obenhin gestiegen ist, schließt man rasch erst ihren unteren Hahn, dann denjenigen von *B* und führt das Gas wie vorhin aus *B* nach *A* zurück, wo man nach Abkühlung den Druck auf das Normale einstellt und abliest und dadurch die Kontraktion bestimmt. Beispiel: Volum des Gasrestes (von 100 Leuchtgas) nach Absorption des CO₂, der schweren Kohlenwasserstoffe, des O und des CO = 85·0 ccm. Hiervon angewendet 22·2 ccm. Verdünnt mit Luft auf 105·3; Volum nach der Verbrennung 85·3, also Kontraktion 19·0; umgerechnet auf 100 ursprüngliches Gas ist die Kontraktion $\frac{19 \cdot 0 \times 85 \cdot 0}{22 \cdot 2} = 72 \cdot 8$. Hiervon ist $\frac{2 \times 72 \cdot 8}{3} = 48 \cdot 5$ % Wasserstoff. Zur Kontrolle bestimmt man den nach der Explosion übrig gebliebenen Sauerstoff, von dem jetzt $\frac{1}{3}$ der Kontraktion fehlen muß.

6. Methan wird bestimmt (zugleich mit Wasserstoff) durch Explosion eines Teiles des nach den Operationen 1—4 verbliebenen Gasrestes in der „Explosionsbürette“. Man mißt in dieser 12—15 ccm des Gasrestes ab, saugt einen Überschuß von Luft ein, schüttelt um, ermittelt das Volum, saugt das Sperrwasser ab, bewirkt durch den elektrischen Funken (aus einer Tauchbatterie und Induktorium) die Explosion, liest die Kontraktion ab, läßt 1—2 ccm Kalilauge an den Wänden herabfließen und langsam Wasser nachtreten, stellt den Druck ein und bestimmt die Gesamt-Kontraktion = H₂O und CO₂. Zieht man hiervon den dem H entsprechenden Betrag (aus Bestimmung Nr. 5) ab, so zeigt $\frac{1}{3}$ der übrigen Kontraktion das Methan, denn 1 Vol. CH₄ + 2 Vol. O₂ = 0 Vol. CO₂ + 0 Vol. 2 H₂O. Beispiel: Angewendeter Gasrest 12·7 ccm (von einer Gesamtmenge von 85 ccm, die nach der Absorption von CO₂, CmHn, O₂ und CO übrig blieben), nach Zufügen von Luft 104·1, also Luft = 91·4. Nach Explosion Gasrest 78·9, also Kontraktion = 25·2, berechnet auf das ganze Gas

$$= \frac{85 \times 25 \cdot 2}{12 \cdot 7} = 168 \cdot 8$$

Hiervon abzuziehen die nach Nr. 5 auf den Wasserstoff fallende Kontraktion von 72·8; bleibt für Methan-Kontraktion $168·8 - 72·8 = 96·0$, oder $\frac{1}{3}$ davon = 32·0 % Methan.

7. Stickstoff ist der nach Bestimmung der anderen Bestandteile zu 100 fehlende Betrag. Man habe z. B. gefunden:

aus Nr. 1	2·0	Volumproz. CO ₂	
„ 2	4·0	„	schwere Kohlenwasserstoffe
„ 3	0·4	„	O ₂
„ 4	8·6	„	CO
zusammen	15·0		
Nr. 5	48·5	„	H ₂
„ 6	32·0	„	CH ₄
	95·5		
bleibt	4·5	„	N ₂ .

Über Bestimmung von Äthylen, Benzol, Acetylen, Naphthalin, Schwefelwasserstoff, Gesamtschwefel, Ammoniak, Cyan etc. vgl. C. T. U. III, 273.

Die Heizkraft des Gases bestimmt man am besten mittelst des Gaskalorimeters von Junckers (vgl. S. 128).

B. Reinigungsmasse.

Cyan (nach Knublauch). 10 g des lufttrockenen Pulvers werden in einem 250 ccm-Kolben mittels 50 ccm 10proz. Kalilauge zersetzt und zwei Stunden lang häufig geschüttelt. Man füllt bis zur Marke auf, fügt noch 5 ccm Wasser hinzu (um das Volumen des Niederschlages zu berücksichtigen), schüttelt gut durch, läßt etwas absitzen und filtriert, wobei man die ersten Anteile mehrfach zurückgießt. 100 ccm des Filtrats werden in einem Becherglas zu 50 ccm einer heißen Eisenchloridlösung (60 g FeCl₃ + 200 ccm konz. HCl zu 1 l) gefügt, der entstandene Berlinerblau-niederschlag auf ein Falterfilter noch heiß filtriert und auf dem Filter kurze Zeit mit siedendem Wasser gewaschen. Das Filter mit dem Niederschlag wird in das Becherglas zurückgebracht, mit 20 ccm der 10proz. Kalilauge zersetzt, zu einem Brei verrührt und in einen 250 ccm Kolben eingespült. Nach Zufügung von ca. 1 g Bleicarbonat wird bis zur Marke aufgefüllt, gut umgeschüttelt und filtriert. Je 50 ccm des Filtrats werden mit 5 ccm Schwefelsäure angesäuert und mit einer eingestellten Kupfersulfatlösung wie unten bei der Titerstellung beschrieben, austitriert. Der

Gehalt an K₄FeCy₆ + 3H₂O ergibt sich aus $\frac{\text{ccm Verbrauch}}{\text{Kupfertiter}} \times 25$ Proz. [1 K₄FeCy₆ + 3H₂O = 0·678 (log = 0·83123 - 1) Berlinerblau: Fe₇(CN)₁₈ = 0·3695 (log = 0·56761 - 1) Cyan].

Titerstellung der Kupfersulfatlösung. 12—13 g Kupfersulfat werden zu 1 l gelöst. Von dieser Lösung wird so viel zu 50 ccm einer mit 2.5 ccm H_2SO_4 (1 : 5) angesäuerten Ferrocyankaliumlösung (4.000 g $K_4FeCy_6 + 3H_2O$ zu 1 l gelöst) in einer weißen Porzellanschale zufließen gelassen, bis eine sichtbare Fällung von Ferrocyan kupfer aufgehört hat. Man fügt nun Ferrocyan kaliumlösung in kleinen Mengen zu, wobei man wenige Tropfen der Lösung durch ein kleines Filter filtriert und das Filtrat mit einer sehr verdünnten Eisenchloridlösung prüft. Die Titration ist beendet, wenn die letzte Filterprobe mit der Eisenchloridlösung nach einer Minute keine Blaufärbung mehr ergibt.

Über andere Methoden der Cyanbestimmung vgl. man C. T. U. II, 11 ff. und III, 341 ff.

2. Schwefel. Man extrahiert 15 g der lufttrockenen Masse im Soxhletapparate mit Schwefelkohlenstoff, von dem man 100 ccm für den 200 ccm fassenden (gewogenen) Rundkolben verwendet, erhitzt auf dem Wasserbade und verdichtet die Dämpfe durch einen aufgesetzten Rückflußkühler. 20 Extraktionen genügen. Der Schwefelkohlenstoff wird nun abdestilliert, die letzten Teile desselben durch erwärmte Luft verdrängt und nach dem Erkalten durch Rückwägen des Kolbens die Menge des Schwefels gefunden.

Will man auf den Schwefel Rücksicht nehmen, der bei der Verbrennung der Gasmasse durch den Kalk etc. zurückgehalten wird, also nur den wirklich als Schwefeldioxyd zu verflüchtigenden S bestimmen, so verbrennt man nach Pfeiffer (Chem. Cbl. 1905, II, 1831) 1 g der Rohsubstanz, unter Einsteckung eines Zünders, in einer mit Sauerstoff gefüllten Literflasche, auf deren Boden sich 25—50 ccm Normalnatronlauge befinden. Am Schlusse gibt man 1 ccm neutrales 30prozentiges Wasserstoffsperoxyd zu und titriert nach erfolgtem Erwärmen und Abkühlen mit Normalsäure und Methylorange zurück. Jedes ccm der verbrauchten N-Lauge entspricht 1.6 Prozent verbranntem S.

Ausführlicheres über Untersuchung der gebrauchten Gasreinigungsmasse auf alle wesentlichen Bestandteile in C. T. U. III, 336 ff.

XI. Calciumkarbid und Acetylen *).

I. Ausgangsmaterialien.

- a) Koks s. S. 121.
- b) Kalkstein s. S. 185.

II. Technisches Calciumkarbid. a) Die Probenahme (näheres im Anhang) ist hier besonders sorgfältig zu veranstalten, da es nicht ganz leicht ist, ein wirklich den Durchschnitt darstellendes Muster zu erhalten. Die Probe wird in einem Eisenmörser mit Kautschukkappe oder in einer Kaffeemühle möglichst schnell zerkleinert und vor Luftzutritt geschützt aufbewahrt.

b) Bestimmung der Gasausbeute soll stets durch wirkliche Messung des Gases, nicht durch Gewichtsverlust, geschehen. Man verwendet recht häufig große Apparate, welche die Vergasung von 1 kg und mehr gestatten (siehe C. T. U. II, 826). Für Untersuchungen im kleineren Maßstabe werden wenigstens 50 g Calciumkarbid angewendet, die man in ein Glasrohr von 2—3 ccm innerer Weite bringt, das mit der 250 ccm fassenden Entwicklungsflasche durch einen Kautschuk-schlauch in der Art verbunden ist, daß man das Karbid allmählich hineinfallen lassen kann. Der Entwicklungskolben wird mit 150 ccm vorher mit Acetylen gesättigtem Wasser beschickt. Außer der Öffnung für das Karbid besitzt er eine solche, durch die das Gas in die Meßflasche von oben übertritt. Diese zylindrische Flasche hält 20 l und ist so eingeteilt, daß man auf $\frac{1}{4}$ l abschätzen kann. Sie ist durch einen Seitentubulus dicht über dem Boden mittels eines längeren Schlauches mit dem Bodentubulus einer eben so großen Niveauflasche verbunden, die mit Acetylen gesättigtem Wasser gefüllt ist. Durch Heben der letzteren wird das Wasser in die Meßflasche bis zu deren Halse eingefüllt und die Niveauflasche während der Entwicklung des Gases in dem Maße gesenkt, daß nie ein irgend größerer Druck entsteht. Zur Ablesung des Gasvolums wird sie so gestellt, daß das Wasserniveau in ihr genau ebenso hoch wie in der Meßflasche steht, vorher wartet man aber 2 Stunden auf den völligen Temperatúrausgleich. Man liest dann das Thermometer und Barometer ab und reduziert das, als mit Feuchtigkeit gesättigt anzunehmende Gas mittelst der Tabellen S. 36, 42 u. 53 auf Normalzustand. Falls (wie meist üblich) das Gasvolum nicht auf 0°, sondern auf 15° reduziert werden soll, kann man als genügend angenähert die Formel anwenden:

$$V = \frac{v}{100} \cdot (140 \cdot 2 - 0 \cdot 6 t) \frac{B}{100}, \text{ wo } V \text{ das gesuchte Volum bei } 15^\circ.$$

*) Näheres in C. T. U. II, 821 ff.

v das Volum bei t° C und B den korrigierten Barometerstand bedeutet. Handelskarbid soll wenigstens 300 l Rohacetylen bei 15° und 760 mm Druck geben.

c) Verunreinigungen. Diese werden besser nicht im Karbid, sondern in dem daraus entwickelten Acetylen bestimmt. In einen gut ausgetrockneten Halbliterkolben bringt man nach Lidholm 10 g auf Erbsengröße zerkleinertes Karbid, das man in einen Tiegel einfüllt. Die im Kolben befindliche Luft wird durch Wasserstoff vertrieben. Auf dem Kolben befindet sich ein Rückflußkühler und dann ein Acetylenbrenner, der unter einem 32 cm langen, 5 cm weiten Glaszylinder brennt, dessen oberes Ende mit einer Waschflasche und dann mit einer Saugpumpe verbunden ist. Nach Entfernung der Luft durch Wasserstoff wird dieser angezündet und dann zuerst 50 ccm wasserfreier Alkohol, dann ebensoviel Wasser zum Karbid gefügt. Das gebildete Acetylen verbrennt dabei; die gebildete Phosphorsäure, die aus dem Phosphorwasserstoff stammt und die Schwefelsäure, die durch Verbrennung des Schwefels entsteht, werden teils im Zylinder, teils in der Waschflasche zurückgehalten. Nach Beendigung der Gasentwicklung wird zum Kolbeninhalt Salzsäure gefügt und unter stetem Durchleiten von Wasserstoff zum Sieden erhitzt. Zylinder, Leitungsrohre und Wasserflasche werden mit verdünntem, wässrigem Ammoniak ausgespült und in einem aliquoten Teile der so resultierenden Flüssigkeit die Phosphorsäure mit Magnesiämischung, in einem anderen nach Zusatz von Wasserstoff-superoxyd und Ansäuern die Schwefelsäure mit Baryumchlorid bestimmt.

XII. Untersuchung der Rohmaterialien und Fabrikate der Düngfabriken *).

I. Probenahme. Proben sind zu entnehmen aus jedem zehnten Sack, bei loser Verladung an mindestens 10 Stellen mittels des Probstechers (s. S. 293), bei Schiffsladungen aus jedem 50. Entladungsgefäß, im Gesamtgewicht von ca. 300 g für jede der 3 Normalproben; bei ungleichmäßiger Zusammensetzung nach vorheriger Zerkleinerung und Mischung; bei feuchten Düngmitteln nach Durchmischung mit der Hand.

II. Wasserbestimmung bei Rohphosphaten und Knochenkohle usw. durch Trocknen von 10 g bei 100° bis zum konstanten Gewicht, bei Gips enthaltenden Substanzen 3 Stunden

*) Bearbeitet unter Zugrundelegung der am V. Internationalen Kongresse in Berlin (1903) vereinbarten Vorschriften.

lang. Bei Substanzen, die beim Pulvern ihren Wassergehalt ändern, ist die Feuchtigkeit sowohl in der groben, wie auch in der feingepulverten Probe zu bestimmen und das Resultat der Analyse auf den Wassergehalt der ursprünglichen, groben Substanz umzurechnen.

III. Unlösliches wird bestimmt in 10 g.

a) Bei Lösung in Mineralsäuren nach Unlöslichmachung der SiO_2 durch mehrstündiges Erhitzen auf dem Wasserbade oder bei 120° im Luftbade; der Rückstand ist zu glühen.

b) Bei Lösung in Wasser ist der Rückstand bei 100° bis zu konstantem Gewicht zu trocknen.

IV. Phosphorsäure.

A. Herstellung der Lösungen.

1. Für wasserlösliche Phosphorsäure werden 20 g in einer Literflasche mit ca. 800 g Wasser 30 Minuten lang ausgeschüttelt und bis zur Marke aufgefüllt. Lösungen von sog. Doppelsuperphosphaten müssen vor Fällung der Phosphorsäure unter Zusatz von Salpetersäure gekocht werden (auf je 25 ccm der Lösung je 10 ccm konz. Salpetersäure), um vorhandene Pyrophosphorsäure in Orthophosphorsäure umzuwandeln.

2. Zitratlösliche Phosphorsäure wird nach Petermanns Vorschrift bestimmt. Man nimmt bei Superphosphaten mit über 20 % P_2O_5 je 1 g, bei 10—20 % P_2O_5 je 2 g, bei weniger als 10 % P_2O_5 und bei zusammengesetzten Düngemitteln je 4 g, zerreibt erst trocken, dann mit 20—25 ccm Wasser, dekantiert auf ein Filter und sammelt das Filtrat in einem 250 ccm Kolben. Nach dreimaliger Wiederholung dieser Operation bringt man alles auf das Filter und wäscht mit Wasser aus, bis das Volum des Filtrats etwa 200 ccm beträgt. Sollte dieses trüb sein, so fügt man einen Tropfen Salpetersäure hinzu. Das Filter mit Rückstand bringt man ebenfalls in ein 250 ccm Kölbchen, fügt 100 ccm der Ammoniumzitratlösung zu (Bereitung derselben nachstehend), läßt bei gewöhnlicher Temperatur etwa 15 Stunden unter öfterem Umschütteln stehen, digeriert 1 Stunde bei 40° , füllt nach dem Erkalten bis zur Marke auf, filtriert, nimmt 50 ccm des Filtrates und 50 ccm der zuerst erhaltenen wässerigen Lösung und bestimmt in dem Gemische beider nach 10 Minuten langem Kochen mit 10 ccm konz. Salpetersäure die Summe der wasserlöslichen und zitratlöslichen Phosphorsäure nach der Molybdän- oder Zitratmethode.

Bereitung der Ammoniumzitratlösung. Man löst 500 g Zitronensäure in Wasser, neutralisiert mit NH_3 , läßt erkalten, bringt auf spez. Gewicht 1.09 und fügt pro l der Lösung 50 ccm Ammoniaklösung vom spez. Gewicht 0.92 hinzu; nach 48stündigem Stehen wird filtriert. Spez. Gewicht der fertigen Lösung 1.082—1.083.

3. Gesamt-Phosphorsäure. Man kocht 5 g mit Königswasser (3 Tl. Salzsäure, sp. G. 1.12 + 1 Tl. Salpetersäure, sp. G. 1.20) oder mit 20 ccm Salpetersäure und 50 ccm konz. Schwefelsäure $\frac{1}{2}$ Stunde und füllt auf 250 ccm auf.

4. Bei Thomasphosphat bestimmt man die Phosphorsäure nur in dem durch ein 2 mm Sieb durchfallenden Teile, berechnet aber das Resultat auf das Ganze, einschl. der groben Teile.

a) Zitronensäurelösliche Phosphorsäure. Man schüttelt 5 g Thomasmehl in einem (vorher mit 5 ccm Alkohol beschickten) $\frac{1}{2}$ l-Kolben mit 2proz. Zitronensäurelösung (20 g reine kristallisierte Säure in 1 l) $\frac{1}{2}$ Stunde in einem Rotierapparat mit 30—40 Touren per Minute bei $17\frac{1}{2}^{\circ}$ aus.

b) Gesamtposphorsäure. 10 g Thomasmehl (für Feinmehl-Analyse durch ein Sieb Nr. 100 = 0.17 mm Maschenweite zu sieben) wird in einem $\frac{1}{2}$ l-Kolben mit 5 ccm Wasser durchfeuchtet, dann mit 50 ccm konz. Schwefelsäure $\frac{1}{2}$ Stunde unter häufigem Umschwenken gekocht und bis zur Marke aufgefüllt.

B. Untersuchung der Lösungen.

1. Auf Phosphorsäure nach einer der folgenden Methoden.

a) Molybdänmethode nach Wagner. Man versetzt 25 bzw. 50 ccm kieselsäurefreie Lösung, enthaltend 0.1—0.2 g P_2O_5 , mit so viel konz. Lösung von Ammonnitrat (750 g per l) und so viel Molybdänlösung (150 g Ammonmolybdat zu 1 l aufgelöst und in 1 l Salpetersäure von 1.2 spez. Gewicht gegossen), daß die Gesamtflüssigkeit 15 Proz. Ammonnitrat enthält und auf 0.1 g P_2O_5 nicht unter 50 ccm Molybdänlösung kommt. Man erwärmt 10 Minuten auf 80—90 $^{\circ}$, stellt 1 Stunde beiseite, filtriert, wäscht den Niederschlag mit verdünnter Ammonnitratlösung (150 g Ammonnitrat + 10 ccm Salpetersäure im l) bis zum Verschwinden der Kalkreaktion aus, spült ihn nach Durchstechen des Filters mittels 2 $\frac{1}{2}$ proz. Ammoniaklösung in ein Becherglas, löst ihn durch Umrühren auf und fügt so viel Ammoniaklösung hinzu, daß man auf 75 ccm kommt. Dann setzt man auf 0.1 g P_2O_5 10 ccm Magnesiummischung (55 g krist. Chlormagnesium + 70 g Chlorammonium in 1 l 2 $\frac{1}{2}$ proz. Ammoniak aufgelöst) unter beständigem Umrühren in einzelnen Tropfen zu, bedeckt das Glas, läßt 2 Stunden stehen, filtriert den Niederschlag ab, wäscht ihn mit 2 $\frac{1}{2}$ proz. Ammoniak bis zum Verschwinden der Chlorreaktion aus und trocknet bei 100 $^{\circ}$. Der Niederschlag wird vom Filter getrennt, in einen Platintiegel gebracht, das zusammengerollte Filter hinzugefügt und bei bedecktem Tiegel verkohlt, dann der schiefgestellte Tiegel 10 Minuten in der Bunsenflamme und 5 Minuten im Gebläse geglüht.

b) Zitratmethode. Man versetzt bei wässrigen Superphosphatlösungen 50 ccm Lösung = 1 g Substanz mit 50 ccm Zitratlösung, bei sauren Lösungen von Knochenmehl, Fischguano, Thomasmehl etc. 50 ccm Lösung = $\frac{1}{2}$ g. Substanz mit 100 ccm Zitratlösung (1100 g reiner Zitronensäure in Wasser gelöst, mit 4 l 24proz. Ammoniaklösung versetzt und zu 10 l aufgefüllt) und dann sofort mit 25 ccm Magnesiamischung (550 g Chlormagnesium + 1050 Chlorammonium in 6 $\frac{1}{2}$ l Wasser und 3 $\frac{1}{2}$ l 24proz. Ammoniak gelöst) und schüttelt oder rührt $\frac{1}{2}$ Stunde. Den Niederschlag filtriert man am besten durch einen Gooch-Tiegel oder Neubauer-Tiegel (s. u.), spült mit 5proz. Ammoniak nach und wäscht durch 5—6 malige Füllung des Tiegels mit eben solchem Ammoniak nach, unter Benutzung der Filtrierpumpe. Den Tiegel trocknet man auf einer heißen Platte, bis der Niederschlag rissig wird, glüht 3—5 Minuten (am besten im Heraeus-Ofen) und läßt im Exsikkator erkalten. Der gewogene Tiegel kann sofort, ohne Entfernung des Niederschlages, zu einer neuen Operation benutzt werden, so daß man darin 30—40 Bestimmungen vornehmen kann, ohne das Asbestfilter zu erneuern.

Bei dieser Methode kompensieren sich verschiedene Fehler, und zwar bei genauer Einhaltung der Vorschrift so weit, daß die Ergebnisse vollkommen richtig werden. Nach den Beschlüssen des Verbandes der deutschen landwirtschaftlichen Versuchstationen von 1903 ist die Zitratmethode bei allen Düngemitteln, außer Rohphosphaten, allein zulässig.

Die etwas umständliche Herstellung eines Goochtiegels, d. h. eines Platintiegels mit Siebboden und Asbestfilter ist in den C. T. U. I., 30 beschrieben.

Der Neubauertiegel (zu beziehen von W. C. Heraeus, Hanau) enthält ein Platinschwammfilter auf dem Siebboden, ist gleich fertig zum Gebrauche und erheblich bequemer als der Asbestgoochtiegel.

2. Auf freie Säure. a) Freie Gesamtsäure wird durch Titrieren mit Methylorange und Natronlauge bestimmt.

b) Freie Phosphorsäure wird im alkoholischen Extrakt wie oben gewichtsanalytisch bestimmt.

V. Eisenoxyd und Tonerde.

Maßgebend in Deutschland ist das Verfahren von Eug. Glaser. Man löst 5 g Phosphat in 25 ccm konz. Salpetersäure (sp. G. 1·2) + 12 $\frac{1}{2}$ ccm Salzsäure (sp. G. 1·12) und bringt auf 500 ccm. 100 ccm = 1 g Substanz werden im $\frac{1}{4}$ l-Kolben mit 25 ccm Schwefelsäure (sp. G. 1·84) und nach 5 Minuten Schütteln mit 100 ccm 95proz. Alkohol versetzt, abgekühlt, bis zur Marke mit Alkohol aufgefüllt, geschüttelt und wieder aufgefüllt. Nach $\frac{1}{2}$ stündigem Stehen wird filtriert, 100 ccm des Filtrats in

der Platinschale bis zur Austreibung des Alkohols erhitzt, im Becherglase mit 50 ccm Wasser versetzt und zum Kochen erhitzt. Man entfernt von der Flamme, setzt NH_3 bis zur alkalischen Reaktion zu, kocht das überschüssige NH_3 weg, läßt erkalten, filtriert, wäscht mit warmem Wasser aus, glüht und wägt. Das Gewicht kann man gleich Ferriphosphat + Aluminiumphosphat, oder 50 Proz. davon gleich $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ setzen.

VI. Stickstoff.

1. Salpeterstickstoff wird gasvolumetrisch mittels des Nitrometers (S. 163 bzw. 166) oder nach Schlösing-Grandeau (C. T. U. I, 385 und III, 7) bestimmt, oder aber durch eine der Methoden, welche ihn zu NH_3 reduzieren (eb. I, 379 ff. und III, 9). Wir geben hier die von Ulsch. In einem flachbodigen $\frac{1}{2}$ l-Kolben bringt man 25 ccm der wässrigen Nitratlösung, die höchstens 0.5 g $\text{KNO}_3 = 0.4$ g NaNO_3 enthalten sollen, und 10 ccm verdünnte Schwefelsäure (2 Vol. Wasser + 1 Vol. konz. Säure), setzt 5 g käufliches Ferrum hydrogenio reductum zu und verschließt den Kolben mit einem birnförmigen, mit Wasser gefüllten Glasgefäß von 25 ccm Inhalt, das zugleich als Rückflußkühler dient. Man erwärmt zuerst vorsichtig, dann stärker, zuletzt $\frac{1}{2}$ Min. zum vollen Sieden, alles zusammen ca. 5 Minuten, verdünnt mit 50 ccm Wasser, übersättigt mit 20 ccm Natronlauge (1.25 spez. Gew.) und destilliert das gebildete Ammoniak ab, das man in titrierter Salz- oder Schwefelsäure auffängt. Die Destillation kann nach Eintreten des Siedens in 5—7 Minuten beendigt sein. Durch Rücktitrieren erfährt man die Menge des NH_3 , und rechnet für jeden ccm N-Flüssigkeit: 0.01401 g ($\log = 0.14644 - 2$) N oder 0.06302 g ($\log = 0.79948 - 2$) HNO_3 oder 0.1011 g ($\log = 0.00479 - 1$) KNO_3 oder 0.08501 g ($\log = 0.92947 - 2$) NaNO_3 .

2. Ammoniakstickstoff. Vgl. S. 255. Am besten destilliert man mit frisch gebrannter Magnesia (3 g auf 1 g NH_3 zu rechnen). Bei Ammoniaksuperphosphaten ist die nach IV. A. Nr. 1 S. 268 hergestellte Lösung zu benutzen.

3. Gesamtstickstoff wird bei Gegenwart von Nitraten nach Kjeldahl-Jodlbaur bestimmt. Zu 1 g Substanz setzt man in einem schwer schmelzbaren Kolben von ca. 350 ccm Inhalt nach und nach 30 ccm Phenolschwefelsäure (hergestellt durch Lösen von 200 g Phosphorsäureanhydrid in $\frac{1}{2}$ l konz. Schwefelsäure, ebenso von 40 g Phenol in $\frac{1}{2}$ l konz. Schwefelsäure und Zusammengießen beider Lösungen nach dem Erkalten) unter beständigem Umschwenken und Kühlen durch Einstellen in Wasser, schüttelt nach $\frac{1}{2}$ —1 Stunde öfters um und versetzt unter kräftigem Umschütteln und Kühlen allmählich mit 2—3 g getrocknetem Zinkstaub und 1 Tropfen

(ca. 1 g) Quecksilber. Nach 1—2stündigem Stehen kocht man, bis die Lösung klar und farblos geworden ist, läßt erkalten, spült mit Wasser in einen Destillationskolben, setzt 110 ccm Natronlauge von 32° B. (stickstofffrei!) zu und destilliert das Ammoniak ab, das man in Normalsalzsäure auffängt und durch Zurücktiteren bestimmt; Berechnung wie S. 271 bei Nr. VI. 1.

Feuchte Substanzen zerreibt man vor Zusatz der Phenolschwefelsäure mit etwas Gips.

4. Organischer Stickstoff. Bei Abwesenheit von Nitraten und Ammoniaksalzen nach Kjeldahl-Wilfarth. Man bringt 1 g Substanz in ein langhalsiges Kölbchen aus schwer schmelzbarem Glase von 150 ccm Inhalt, fügt 1 Tropfen (ca. 1 g) Quecksilber und 25 ccm einer konz. Schwefelsäure hinzu, die man auf 1 l mit 200 g Phosphorsäureanhydrid und 15 g Kaliumsulfat versetzt hat, und erhitzt, anfangs langsam, dann zum heftigen Sieden. Dabei stellt man das Kölbchen oder eine Reihe derselben in schiefer Lage auf ein Drahtnetz. Das Ganze stellt man zweckmäßig auf einer mit Sand dick bestreuten Bleiplatte mit aufgebogenen Rändern unter einem Säureabzug auf, so daß beim Springen eines Kölbchens kein Schaden entsteht. Bei stark schäumenden Flüssigkeiten bringt man ein wenig Paraffin in das Kölbchen, das man dann mit einem Kreuzlerschen Stopfen (d. i. einer unten zu einer langen, zugeschmolzenen Spitze ausgezogenen Glasröhre) lose verschließt. Man muß das Kochen fortsetzen, bis der Kolbeninhalt vollständig klar geworden ist, was $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Stunden dauern kann. Dann spült man ihn mittels 200 ccm Wasser in einen $\frac{1}{2}$ l-Kolben, setzt 100 ccm Natronlauge von 32° B. (stickstofffrei) und 1 bis 1.5 g Zinkstaub zu und destilliert das NH_3 wie bei Nr. 1 in titrierte Salzsäure ab. Im weiteren wie bei Nr. 1.

Bei Substanzen, die sich schlecht zerkleinern lassen, wägt man behufs Erzielung einer guten Durchschnittsprobe 3—5 g ab, kocht mit 50—60 ccm Schwefelsäure und 2—3 g Quecksilber, spült nach dem Erkalten in einen 300 ccm Kolben, füllt bis zur Marke, schüttelt auf und entnimmt davon 100 ccm zur Destillation mit Natronlauge und Zinkstaub.

VII. *Kali* zu bestimmen wie im sulfathaltigen Kaliumchlorid S. 240, oder nach der Überchlorsäuremethode (C. T. U. I, 611 und 618).

Näheres über Untersuchung der einzelnen Düngemittel s. C. T. U. III, 1.

XIII. Tonerdepräparate.

I. Rohmaterialien.

1. Kaolin s. bei Ton S. 277.

2. Bauxit (nach Mitteilung der Aluminium-Industrie-A.-G. Neuhausen). 2 g des feinst gepulverten Bauxits werden

in einer Porzellanschale mit 25—30 ccm Wasser übergossen und unter Umrühren 20 ccm konz. Schwefelsäure zugefügt. Man bedeckt mit einem Uhrglas und erwärmt mit kleiner Flamme, anfangs unter öfterem Umrühren, bis Schwefelsäuredämpfe entweichen. Man läßt erkalten, verdünnt mit kaltem Wasser auf 250—300 ccm, filtriert in einen 500 ccm-Kolben und füllt bis zur Marke auf (Filtrat A). Der Rückstand (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2) wird geglüht und gewogen, hierauf mit Flußsäure und Schwefelsäure abgeraucht, wieder geglüht und gewogen. Die Gewichts-differenz ergibt die Kieselsäure. Der Abrauchrückstand wird mit Bisulfat aufgeschlossen, die Schmelze unter Zusatz von etwas Schwefelsäure in lauwarmem Wasser gelöst und darin die Titansäure kolorimetrisch bestimmt (s. u.).

Vom Filtrat A werden nach gutem Durchmischen 200 ccm = 0.8 g zur Eisenoxydbestimmung verwendet.

Zur Eisenbestimmung werden nach Reinhard-Zimmermann 200 ccm des Filtrats in einem 800 ccm fassenden Becherglas zum Sieden erhitzt. Nach Entfernen der Flamme werden 20 ccm konz. HCl zugefügt, die noch heiße Lösung bis zur Entfärbung durch tropfenweisen Zusatz von in einer Burette befindlichen Zinnchlorürlösung (250 g krist. Zinnchlorür in 100 ccm konz. HCl gelöst, auf 1000 ccm verdünnt) reduziert, etwas abgekühlt, sofort 10 ccm gesättigte Mercurichloridlösung zugefügt und auf ca. 5—600 ccm verdünnt. Hierzu werden 200 ccm einer sauren Mangansulfatlösung (67 g krist. Mangansulfat in 500 ccm H_2O gelöst, 138 ccm Phosphorsäure spez. Gew. 1.7 zugefügt, zum Gemisch 130 ccm konz. H_2SO_4 zugegeben und auf 1000 ccm verdünnt) zugefügt und mit einer auf gleiche Weise eingestellten Permanganatlösung auf schwach rosa titriert.

Zur Titansäurebestimmung (nach Weller) werden 100 oder 200 ccm des Filtrates A in einen 300 ccm-Kolben gegossen, etwas Wasserstoffsperoxyd und Schwefelsäure zugefügt und auf 300 ccm aufgefüllt. Man vergleicht die Intensität dieser Lösung (zu welcher noch die Titansäuremenge des Abrauchrückstandes zuzufügen ist) mit einer Vergleichslösung, welche in 1 ccm 0.0001 g Titansäure enthält. Zu deren Herstellung glüht man ca. $\frac{1}{10}$ g reiner Titansäure vorsichtig bis zur Gewichtskonstanz (Gewicht a g), schließt mit Bisulfat auf, löst die Schmelze in konz. Schwefelsäure und füllt mit 5proz. Schwefelsäure und etwas Wasserstoffsperoxyd zum Volumen 10000 a in ccm ausgedrückt, auf. Diese Vergleichslösung ist in einer dunklen Flasche im Dunkeln aufzubewahren.

Eine neue Probe Bauxit glüht man 15 Minuten vor dem Gebläse; der Gewichtsverlust = chemisch gebundenes Wasser + organische Substanz.

II. Betriebskontrolle.

1. Vom Rückstande von der Aufschließung des Bauxits kocht man 2 g mit 3 ccm konzentrierter Schwefelsäure + 3 ccm Wasser bis zum Verschwinden der roten Farbe, verdünnt ein wenig, filtriert und bringt das Filtrat auf 100 ccm. Hierin bestimmt man:

a) das Eisen in 10 ccm (nach Reduktion) durch Permanganat (S. 139).

b) Eisenoxyd und Tonerde in 20 ccm durch Ausfällung mit NH_3 .

c) Lösliches Natron durch Kochen von 20 ccm mit Salmiaklösung und Auffangen des dem Natron entsprechenden NH_3 in titrierter Salzsäure.

2. Aluminatlauge. Man bestimmt darin Na_2O und Al_2O_3 in einer Operation, wie unten bei Natriumaluminat S. 276.

III. Handelswaren.

1. Schwefelsaure Tonerde und Alaun (vgl. C. T. U. II, 71).

a) Tonerde. Gewichtsanalyse (nach Stock). Man löst 10 g mit Wasser zu 500 ccm, entnimmt 50 ccm der klaren Lösung = 1 g, neutralisiert mit Natronlauge bis zur beginnenden Fällung, fügt einige Tropfen Säure zur Wiederauflösung des Niederschlags und hierauf einen Überschuss einer Mischung aus gleichen Teilen 25proz. Kaliumjodid- und gesättigter Kaliumjodatlösung zu. Das entstandene freie Jod entfernt man genau mit einer 20proz. Natriumthiosulfatlösung und fügt noch etwas Jodid-Jodatgemisch und dann noch ca. 1 ccm der 20proz. Natriumthiosulfatlösung zu und erwärmt $\frac{1}{2}$ Stunde auf dem Wasserbade. Das gefällte Tonerdehydrat wird mit heißem Wasser gewaschen und geglüht.

Maßanalyse. Man löst 5 g zu $\frac{1}{2}$ l und ermittelt den Tonerdegehalt in 50 ccm (= 0.5 g Substanz) durch Neutralisierung der freien Säure mit verdünnter Natronlauge unter Zusatz von Methylorange (also bis zum Umschlag der Rosafarbe in gelb); dann setzt man Phenolphthalein zu und titriert die vorhandene Tonerde durch N-Natronlauge, bis zum Eintreten der Rosafärbung. Jedes ccm des N-Natrons zeigt 0.1703 g ($\log = 0.23121 - 1$) Al_2O_3 .

Diese Methode gibt nur bei genauer Beobachtung der C. T. U. II, 76 gegebenen näheren Vorsichtsmaßregeln ganz richtige, sonst nur annähernde Resultate.

b) Eisen. Die Bestimmung desselben durch Gewichts- oder Maßanalyse ist wegen dessen geringer Menge nicht tunlich. Man bestimmt es daher auf kolorimetrischem Wege nach Kéler und Lunge (C. T. U. I, 466 und II, 78) wie folgt.

Verwendet werden Stöpsel-Zylinderchen aus weißem Glase, 13 mm innere Weite, 17 cm hoch, geteilt in 25 ccm ($\frac{1}{10}$ ccm Striche), mit etwa 5 ccm freiem Raume über der Marke 25. Reagentien: a) 10proz. Lösung von Rhodankalium, b) reiner Äther, c) Lösung von 8.630 g Ammoniak-Eisenalaun und 5 ccm reiner konz. Schwefelsäure in 1 Liter; zum Gebrauch verdünnt man diese dann noch von 1 auf 100, so daß die zweite Lösung (d) im Liter 10 mg Eisen enthält. Diese verdünntere Lösung d hält sich auch bei Lichtabschluß nur einige Tage, die Lösung c aber bei Licht- und Luftabschluß lange ohne Trübung, e) möglichst reine Salpetersäure, die allerdings kaum je absolut eisenfrei sein wird, was aber, wenn mit Rhodankalium nur blaßrötliche Färbung entsteht, nichts schadet, da man davon sehr wenig, und zum Kontrollversuch gerade ebensoviel braucht.

Von dem zu prüfenden Aluminiumsulfat löst man 1—2 g (gewogen) in wenig Wasser, setzt genau 1 ccm der reinen Salpetersäure zu, erwärmt einige Minuten, läßt abkühlen und verdünnt auf 50 ccm. Hiervon kommen 5 ccm in einen der Kolorimeter-Zylinder A. (Bei Anwendung dieser Methode auf Schwefelsäure verdünnt man diese ebenso.) In einen anderen Zylinder B bringt man 5 ccm der verdünnten Salpetersäure (1 ccm von e auf 50 ccm Wasser) und eine beliebige, abgemessene Menge der Eisenalaunlösung d, z. B. 1 ccm. In dem Zylinder A setzt man stets dasselbe Volum reines Wasser zu, als man in B Eisenalaunlösung zugefügt hatte, um stets identische Verdünnungsgrade zu haben. Dann setzt man sowohl zu A wie zu B je 5 ccm der Rhodanlösung a und 10 ccm des Äthers b, setzt den Stopfen auf und schüttelt anhaltend, bis die wässerige Schicht vollkommen entfärbt und die Farbe ganz in den Äther übergegangen ist. Die genaue Vergleichung der Farben erfolgt am besten erst nach einigen Stunden, da sie etwas nachdunkeln.

Grobe Unterschiede lassen sich aber sofort bemerken, so daß man mit drei Zylindern auskommen wird, von denen A das zu prüfende Objekt, B und C die ihm zunächst kommenden Vergleichsproben mit bestimmtem Eisensalzzusatz enthalten. Die Vergleichung geschieht, indem man die Zylinder etwas über einer weißen Unterlage (nicht auf dieser stehend!) von oben nach unten betrachtet. Man kann dann ganz gut auf ± 0.1 ccm der Eisenalaunlösung d, also auf $\pm \frac{1}{1000}$ mg Eisen in den zur Prüfung angewendeten 5 ccm schätzen, jedoch nur, wenn die Gesamtmenge des Eisens nicht über 2 ccm der Lösung d, d. h. über $\frac{2}{100}$ mg Fe beträgt. (Größere Mengen Eisen könnte man durch die bei den kleineren versagende Permanganattitrierung (S. 139) bestimmen.)

c) Freie Säure im Aluminiumsulfat läßt sich mittels keines der bekannten Indikatoren direkt titrieren. Man verfährt daher nach Beilstein und Große wie folgt. Man löst 1—2 g des Sulfates in 5 ccm Wasser, fügt 5 ccm einer kaltgesättigten Lösung von Ammoniumsulfat hinzu, rührt $\frac{1}{4}$ Stunde lang um und fällt mit 50 ccm 95proz. Alkohol aus. Der Niederschlag wird mit 50 ccm Alkohol nachgewaschen, Waschflüssigkeit und Filtrat werden zusammen im Wasserbad vom Alkohol befreit und im Rückstande die Säure durch $N/_{10}$ Natron und Phenolphthalein bestimmt.

d) Zink ist ein nur ausnahmeweise vorkommender, aber sehr schädlicher Bestandteil im Aluminiumsulfat. Man bestimmt es durch Versetzen der Lösung des Aluminiumsulfats mit genügender Menge von Baryumacetat, um alle Schwefelsäure auszufällen und schlägt im Filtrate das Zink als Schwefelzink nieder.

2. Natriumaluminat (vgl. C. T. U. II, 80).

a) Natron und Tonerde. Man löst 2 g in Wasser zu 100 ccm auf, entnimmt 20 ccm (0.4 g), fügt etwas Phenolphthalein hinzu, leitet Kohlendioxyd bis zur Entfärbung ein, filtriert das gefällte Tonerdehydrat ab, wäscht es heiß aus, glüht es und wägt es als Al_2O_3 . Das Filtrat wird in der Kälte mit $\frac{1}{5}$ N-Salzsäure und Methylorange titriert. 1 ccm $\frac{1}{5}$ N-HCl = 0.0062 g (log = 0.79239 — 3) Na_2O .

b) Unlösliches bestimmt man in 10—20 g Substanz in bekannter Weise, aber unter Anwendung von „gehärtetem“ Filtrierpapier, da gewöhnliches durch die stark kaustische Flüssigkeit reißen würde.

c) Kieselsäure durch Eindampfen mit Salzsäure, Aufnehmen mit verdünnter Salzsäure, Filtrieren, Auswaschen, Glühen und Wägen des Rückstandes.

3. Tonerde des Handels ist entweder Hydrat oder wasserfrei. Man bestimmt darin die als Verunreinigung auftretende Kieselsäure wie bei 2 c. Gesamt-Natron durch Erhitzen zur Rotglut, Digestion mit Wasser, Erwärmen mit N-Salzsäure und Rücktitrieren der nicht verbrauchten Säure. Lösliches Natron: Kochen mit 100 ccm Wasser und Titration mit N-Salzsäure und Phenolphthalein. Eisen in der salzsauren Lösung wie in Nr. 1b. Glühverlust ($H_2O + CO_2$) durch 15 Minuten langes Glühen vor dem Gebläse.

XIV. Zementindustrie.

A. Portlandzement.

I. Rohmaterialien.

1. Kalkstein. a) Man bestimmt die Karbonate nach S. 185 durch Titrieren oder durch volumetrische Bestimmung der CO_2 nach S. 198. Sie werden auf CaCO_3 berechnet. Bei Anwesenheit irgend größerer Mengen von Magnesia (die als schädlich für den Zement angesehen wird), bestimmt man diese in der salzsauren Lösung nach S. 185, verrechnet sie auf MgCO_3 und rechnet den Überschuß der wie oben gefundenen CO_2 auf CaCO_3 um.

b) Als Tonrückstand nimmt man die Differenz von 100 und den nach a) gefundenen Carbonaten. Bei größeren Mengen von Tonrückstand kann man die Tonsubstanz wie bei 2 untersuchen.

2. Ton.

a) Gehalt an größerem Sand (Quarzsand) wird durch Schlammprobe ermittelt. Man wägt 50 g des nur gröblich zerkleinerten getrockneten Durchschnittsmusters in eine größere Porzellanschale, übergießt mit etwa 100 ccm verdünnter Salzsäure (3 Wasser + 1 konzentrierte Säure), kocht etwa drei Stunden lang, läßt erkalten, gießt die Säure ab und schlämmt weiter mit Wasser nach, indem man einen Wasserstrahl darauf fließen läßt und mit den Fingern vorsichtig verreibt, so daß nur Ton fortgeht, bis der klare Sand zurückbleibt. Dies ist sogar besser als die Anwendung mechanischer Schlammapparate (vgl. über diese: C. T. U. II, 173).

Den Sand kann man dann durch Sieben noch in verschiedene Korngrößen sortieren, nämlich Schluff (bis 0.025 mm), Staubsand (0.040 mm), Feinsand (0.200 mm), Grobsand (darüber).

b) Gesamtanalyse (C. T. U. II, 35 ff.).

1. Aufschluß mit kohlen saurem Alkali, d. h. gleichen Teilen von Kaliumkarbonat und Natriumkarbonat, wovon man auf 1 g Ton 6—10 g braucht. Man mischt den (vorher bei 120° getrockneten und feinstgeriebenen) Ton innigst mit dem Alkalikarbonat im Platintiegel selbst mittels eines Platin- oder Glasspatels, den man dann mit ein wenig des Karbonats nachreinigt und erhitzt, im bedeckten Tiegel erst langsam, dann bis zum vollen ruhigen Fließen, besser mit einem guten Bunsen- oder Teclubrenner, als über dem Gasgebläse. Nach dem Erkalten erhitzt man den Tiegelboden zweimal mit kleiner Flamme auf schwache Rotglut, was die Ablösung der Schmelze

erleichtert, übergießt nach dem Erkalten mit einigen ccm Wasser und erhitzt vorsichtig mit kleiner Flamme, bis der Schmelzkuchen sich vom Tiegel ablöst. Man spritzt ihn in eine geräumige Platinschale, die man mit einem Uhrglas bedeckt, und erhitzt auf dem Wasserbade, bis die Schmelze erweicht und zerfallen ist. Dann übersättigt man mit Salzsäure, entfernt das (abzuspritzende!) Uhrglas und dampft auf dem Wasserbade zur Trockne ein, wobei man durch Umrühren mit einem Glasstabe dafür sorgt, daß die Masse pulverförmig wird. Man erhitzt dann die Schale im Luftbade 1 Stunde lang auf 120° , befeuchtet nach dem Erkalten mit mäßig starker Salzsäure, erwärmt nach einer Stunde Stehen mit Wasser, gießt das Klare durch ein Filter und fährt so fort, bis der Rückstand mit Salzsäure keine Färbung mehr gibt. Nun bringt man ihn auf ein Filter, wäscht, trocknet, glüht erst über kleiner Flamme, dann stark bis zur Gewichtskonstanz und wägt ihn als Kieselsäure. Diese kann jedoch noch Titansäure enthalten, die man durch Abrauchen mit Flußsäure und konzentrierter Schwefelsäure auf dem Wasserbade als Rückstand erhält und wägt (qualitativ auf Ti durch violette Phosphorsalzperle zu prüfen!).

Das Filtrat von der Kieselsäure teilt man in zwei Hälften; in der einen bestimmt man Tonerde + Eisen, in der anderen das Eisen für sich. $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ erhält man durch Zusatz von Ammoniak in geringem Überschuß, kurzes Aufkochen, Filtrieren, Waschen und Glühen. Das Eisenoxyd bestimmt man für sich durch Reduktion mit Zink und Titrieren mit Permanganat, vgl. S. 139.

Im Filtrat von dem Niederschlage von Fe_2O_3 und Al_2O_3 bestimmt man den Kalk durch Fällern mit Ammonoxalat (S. 185) und im Filtrat davon die Magnesia durch Ammonphosphat (S. 185).

2. Die Alkalien bestimmt man, falls gewünscht, durch Aufschließen von ca. 5 g Ton mit Flußsäure; vgl. C. T. U. II, 39.

3. Schwefel in Form von Sulfaten oder Schwefelkies bestimmt man nach Oxydation des letzteren durch Königswasser in der salzsauren Lösung durch Fällern mit Baryumchlorid, S. 136.

4. Kohlensäure wie beim Kalkstein, S. 186 oder 198.

5. Glühverlust beim Erhitzen über dem Teclubrenner bis zur Gewichtskonstanz, zeigt Wasser + organische Substanz + CO_2 + Sulfidschwefel an.

c) Trennung von Quarzkieselsäure und gebundener Kieselsäure (sog. rationelle Tonanalyse, vgl. C. T.

U. II, 40 und Lunge und Millberg, Zeitschr. f. angew. Chem. 10, 393; 1899). Sie beruht darauf, daß äußerst fein verteilte kristallisierte Quarzkieselsäure durch konzentrierte Natronlauge, aber nicht durch 5prozentige Natriumkarbonatlösung aufgelöst wird. Die letztere löst aber die aus Silikaten durch Säure amorph abgeschiedene Kieselsäure bei halbstündigem Erhitzen auf dem Wasserbade auf. Man kann also diese beiden Arten von Kieselsäure voneinander trennen, wenn man 5 g bei 120° getrockneten Ton mit verdünnter Schwefelsäure (100 ccm Wasser + 50 ccm konzentrierter Säure) in einer mit Uhrglas bedeckten Porzellan- oder Platinschale zum Kochen erhitzt, bis das Wasser vertrieben ist und die Schwefelsäure stark abzurauchen beginnt, nach Erkalten mit Wasser verdünnt, abgießt, mit Salzsäure befeuchtet, $\frac{1}{4}$ Stunde erwärmt, filtriert und auswäscht. Den feuchten Rückstand, der ein Gemisch beider Modifikationen der SiO_2 enthält, spritzt man in eine Porzellanschale, ergänzt auf etwa 250 ccm, setzt ca. 12 $\frac{1}{2}$ g reine kalzinierte Soda hinzu und erwärmt $\frac{1}{2}$ Stunde auf dem Wasserbade. Das Klare gießt man ab und wiederholt die Behandlung mit 5prozentiger Sodalösung noch 3 mal. Schließlich spült man auf ein Filter und wäscht mit etwas Alkohol enthaltendem Wasser vollständig aus. Der getrocknete und geglühte Rückstand ergibt die Quarzkieselsäure, und durch Abzug von der sub b r gefundenen Gesamtkieselsäure ergibt sich die Silikat Kieselsäure.

II. Betriebskontrolle.

Das Rohmehl wird auf seinen Gehalt an Ton und Calciumcarbonat ebenso wie der Kalkstein bei A. I. untersucht. Meist genügt eine Bestimmung der CO_2 nach S. 186 oder 198.

Die Klinker analysiert man, wo erforderlich, wie den fertigen Zement.

III. Handels-Zement.

Man glüht 1 g Zement in einem Platintiegel 15 Minuten lang auf dem Gebläse, zersetzt dann mit Salzsäure, filtriert das Unlösliche ab, schmilzt dieses mit Natriumkarbonat, löst die Schmelze in Wasser auf und vereinigt diese Lösung mit dem zuerst erhaltenen Filtrate.

a) Kieselsäure wird bestimmt durch Eindampfen der vereinigten Lösungen und Abfiltrieren der ausgeschiedenen SiO_2 . Das Filtrat wird nochmals eingedampft und sich etwa noch abscheidende SiO_2 mit der ersten vereinigt. Die gesamte (rohe) SiO_2 wird nach dem Trocknen $\frac{1}{2}$ Stunde auf dem Gebläse geglüht und gewogen, dann mit 10 ccm Flußsäure und 4 Tropfen konzentrierter Schwefelsäure abgeraucht und der dabei bleibende Rest von der rohen SiO_2 abgezogen; Differenz-reine SiO_2 .

b) Man teilt die vereinigten Filtrate in zwei Hälften, in deren einer man die Sesquioxyde, d. h. $Al_2O_3 + Fe_2O_3$, bestimmt durch Fällung mit (kohlenstofffreiem) Ammoniak, wie S. 278.

c) Eisenoxyd allein bestimmt man in der zweiten Hälfte der Filtrate von a, indem man darin das Sesquioxyd zu Monoxyd durch Zink oder H_2S reduziert und das Eisen mit Permanganat titriert; vgl. S. 139.

d) Kalk bestimmt man in dem bei b erhaltenen Filtrate durch Fällung mit Ammonoxalat nach S. 185.

e) Magnesia wird im Filtrat von d durch Fällung mit Ammonphosphat bestimmt nach S. 185.

f) Sulfat-Schwefelsäure bestimmt man in einer besonderen Probe von 1 g durch Lösen in heißer Salzsäure, Filtrieren und Fällung mit Baryumchlorid nach S. 136.

g) Gesamtschwefel. Man schmilzt 1 g mit Natriumkarbonat und etwas Salpeter, löst in heißem Wasser, filtriert, säuert das Filtrat an und fällt mit Baryumchlorid.

h) Alkalien werden nur selten bestimmt, was auch ziemlich umständlich ist. Vgl. darüber C. T. U. II, 179.

i) Über die physikalischen Proben, Mahlfeinheit, Bindezeit, Festigkeit etc. vgl. ebenda S. 183.

B. Hydraulischer Kalk und Romanzement.

Für gewöhnlich bestimmt man in den Ausgangsmaterialien (Mergeln) nur CO_2 und Tonrückstand wie bei Kalksteinen S. 185.

Die genauere Analyse wird wie bei Ton, S. 277, vorgenommen, insbesondere auch die Trennung der Quarzkieselsäure von der Silikat Kieselsäure.

C. Puzzolanen, Traß, granuliert Hochofenschlacke.

1. Hygroskopisches Wasser wird bestimmt durch Trocknen von 10 g bei 110° .

2. Chemisch gebundenes Wasser durch Glühen der nach 1 getrockneten Substanz im Platintiegel in dem Gebläse oder im elektrisch geheizten Heräusofen u. dgl. Die Temperatur soll erst in ca. 10 Minuten auf Rotglut steigen, damit nicht Verlust durch mechanisches Fortreißen von Staub bei dem plötzlichen Freiwerden des Wasserdampfes entsteht; dann muß man noch $\frac{1}{2}$ Stunde auf Gelbglut erhitzen und sofort in den Exsikkator bringen. Der Glühverlust gilt als wichtiges Kriterium für die Hydraulizität.

3. Silikat Kieselsäure, neben der Quarzkieselsäure nach S. 278 zu bestimmen als wichtigster Hydraule-Faktor.

4. Mechanische Proben auf Mahlfeinheit etc. wie bei Zement.

XV. Bereitung der Normallösungen.

Alle Titrationsen dürfen nur mit Instrumenten ausgeführt werden, welche entweder vom Chemiker selbst oder von Instituten wie die Physikalische Reichsanstalt oder Dr. H. Goeckel, Berlin NW., Luisenstraße 6, auf ihren Rauminhalt genau untersucht worden sind. Über Eichung von Instrumenten für volumetrische und gasvolumetrische Analyse vgl. man C. T. U. I, 39.

A. Normalsäure und Normallauge.

Als Grundlage der Alkalimetrie und Acidimetrie dient chemisch reines Natriumkarbonat (Soda). Man prüft es durch Auflösen von ca. 5 g in Wasser, wobei eine völlig klare, farblose Lösung entstehen soll, welche nach Übersättigung mit reiner Salpetersäure und Verdünnung durchaus keine Trübung mit Baryumchlorid und mit Silbernitrat, höchstens eine ganz geringe Opalescenz geben soll; in diesem Falle kann man es für hinreichend rein annehmen.

Um es vollständig wasserfrei zu machen und die letzten Spuren von Bikarbonat-Kohlensäure zu entfernen, erhitzt man es in einem damit etwa halb gefüllten Platintiegel auf einem Sandbade (wobei der Sand außen bis zur Höhe der Sodaschicht reichen soll) mit eingesetztem Thermometer, mit dem man häufig umrührt, auf 270—300° etwa 30 Minuten lang, schüttet den Inhalt noch heiß in ein Wägegglas mit Glasstopfen und bewahrt dieses im Exsikkator bis zum Wägen auf. Man wägt dann bei der Titerstellung von N-Säure 4 Proben von etwa 2 g hintereinander in die Bechergläser ab, in denen die Titration stattfinden soll. (Bei Darstellung von $n/5$ Säure wägt man nur ca. 0.4 g Soda ab, um nicht mehr als eine Burettenfüllung der Säure zu brauchen.)

Als Normalsäure dient Salzsäure, welche vor der Schwefelsäure und Oxalsäure folgende Vorteile hat: 1. ist sie allgemeiner verwendbar z. B. auch für Erdalkalien; 2. man kann ihren Titer, abgesehen von der Stellung auf reine Soda, durch Fällen mit Silbernitrat sehr genau kontrollieren, viel sicherer als diejenigen der Schwefelsäure durch Baryumchlorid. Man verdünnt zunächst reine Salzsäure auf ca. 1.020 spez. Gew., so daß man eine Säure erhält, welche etwas über die

Normalstärke (36.47 g NCl pro Liter) besitzt. Diese füllt man in eine Bürette und titriert damit eine der wie oben abgewogenen, frisch geglühten Sodaproben vom Gewicht W , wozu man x ccm Säure braucht.

Wenn die Säure wirklich normal wäre, so müßte $x = \frac{W}{0.053}$ sein, was aber kaum eintreffen wird; vermutlich wird man weniger Säure brauchen. Man berechnet nun nach der obigen Formel, wie viel Kubikzentimeter wirkliche Normalsäure gebraucht werden sollten; diese Zahl y ist also $= \frac{W}{0.053}$ und x wird kleiner als y sein. Um nun zu erfahren, wie stark man diese vorläufige Säure verdünnen muß, damit sie normal werde, setzen wir $u = \frac{1000x}{y}$; u ist dann die Zahl der Kubikzentimeter der vorläufigen Säure, welche man in den Mischzylinder einfüllt und durch Zusatz von reinem Wasser auf 1000 ccm bringt.

Für die für genauere Arbeiten erforderliche N/5-Säure wird $y = \frac{W}{0.0106}$ sein.

Wenn man brauchbare Normalnatronlauge oder Halbnormal-Sodalösung (S. 284) vorrätig hat, so kann man diese dazu benutzen, um durch eine völlig analoge Methode die vorläufige Säure zu untersuchen und auf Normalsäure zu bringen.

Die fertig gemischte Normalsäure muß aber nun jedenfalls durch Titrieren neuer Proben von geglühter reiner Soda darauf untersucht werden, ob sie völlig richtig, also $x = y$ ist.

Als Indikator beim Titrieren wurde früher allgemein und wird noch heute vielfach Lackmustinktur gebraucht, die man bekanntlich in offenen Gefäßen aufbewahren muß, damit sie nicht verdirbt. Man muß bei Anwendung derselben die mit Probesäure versetzte Flüssigkeit anhaltend kochen, um sämtliche Kohlensäure auszutreiben, und mit dem Zusatz von Säure so lange fortfahren, als noch bei längerem Kochen die Farbe von rot nach violett oder blau zurückgeht. Hierbei wird bei vielen Glassorten eine ganz erhebliche Menge von Alkali aufgelöst und dadurch der Versuch ungenau gemacht. Das Titrieren in der Hitze gibt überhaupt keine ganz genauen Resultate; läßt man aber erkalten, so kann wieder die Luftkohlen-säure störend einwirken. Ein Versuch mit Lackmus dauert selten unter $\frac{1}{2}$ Stunde, oft darüber. Phenolphthalein zeigt genau dieselben Übelstände. Dagegen ist die Titration in wenigen Minuten beendet, wenn man Dimethylanilin-Orange (kurz bezeichnet als Methylorange) in verdünnter wäßriger Lösung

als Indikator anwendet. Man darf alsdann aber nicht mit heißen Lösungen, sondern nur bei gewöhnlicher Temperatur arbeiten und darf nur starke Mineralsäuren (nicht Oxalsäure) zum Titrieren anwenden. Man versetzt die kalte Lösung der wie oben abgewogenen Soda mit einigen Tropfen der Lösung des Methylorange, so daß eine eben sichtbare hellgelbe Färbung entsteht (bei zu starker Färbung ist später der Übergang in rot nicht scharf), und titriert dann mit Normalsäure, ohne sich um das entweichende CO_2 zu kümmern. Sobald die Soda genau neutralisiert ist, tritt eine Änderung der Farbe von hellgelb in bräunlich ein, verursacht durch die Wirkung des freien CO_2 auf den Indikator. Man liest jetzt ab, am besten mittels einer Göckelschen Visierblende, und setzt noch einen Tropfen der Säure zu. Wenn jetzt die Farbe deutlich rot wird, so war die frühere Ablesung die richtige; wenn sie aber bräunlich bleibt, so liest man wieder ab, setzt wieder einen Tropfen Säure zu usw. Genau ebenso verfährt man beim Titrieren von Säuren mit Natronlauge, wo auch bei der bräunlichen Übergangsfarbe abgelesen wird, ehe die Farbe in hellgelb übergegangen ist. Die Resultate sind identisch mit den bei richtiger Anwendung von Lackmus oder Phenolphthalein erhaltenen, d. h. wenn man bei diesen Indikatoren unter völligem Ausschluß von Luftkohensäure mit längerem Kochen und in Porzellan oder Silbergefäßen arbeitet. Der Hauptvorteil bei Methylorange ist die große Ersparnis an Zeit und die Vermeidung des Erhitzens, sowie des Angriffs auf das Glas. Für Methylorange spricht ferner, daß es von Schwefelwasserstoff, welcher Lackmus zerstört, ebensowenig wie von Kohlensäure beeinflusst wird, also z. B. zum direkten Titrieren von Rohsodalauge verwendet werden kann. Schweflige Säure dagegen wirkt auf Methylorange ebenso wie die stärkeren Mineralsäuren, doch nur mit dem halben Wirkungswerte, so daß der Neutralisationspunkt bei Entstehung der Verbindung NaHSO_3 liegt. Bei Gegenwart salpetriger Säure wird Methylorange allmählich zerstört, ist aber bei Anwendung des S. 160 u. 161 beschriebenen Verfahrens dennoch vollkommen brauchbar.

Bei Fünftel-Normalsäure wird man stets auf die bräunliche Zwischenfarbe kommen, bei $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{1}$ Normalsäure wird oft das Gelb direkt in Rosa übergehen.

Nach allgemeiner Übereinstimmung ist Methylorange der beste Indikator bei der Titrierung von Basen mittels starker Mineralsäuren; aber ganz genau dasselbe gilt von der Titrierung von starken Säuren (Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure), bei der sogar seine Vorzüge eher noch mehr zur Geltung kommen, weil man durch einen kleinen Kohlensäuregehalt des Normalalkalis durchaus nicht gestört wird, der bei Anwendung von Lackmus oder Phenolphthalein genaueres Arbeiten

erschwert. Organische Säuren allerdings kann man mit Methylorange nicht titrieren. Die zuweilen als Indikator empfohlene Muttersubstanz desselben (Dimethylamidoazobenzol), die nur in Alkohol löslich ist, ist viel weniger empfehlenswert als das wasserlösliche Methylorange des Handels. Dasselbe gilt vom Äthylorange.

Wenn die Normalsäure fertig ist, stellt man das Normalalkali dar, indem man etwa 50 g bestes käufliches Ätznatron in 1 l reinem Wasser auflöst und 50 ccm der Lösung mit der Normalsäure titriert. Man wird mehr als 50 ccm Säure brauchen, nämlich x ccm, und findet die Anzahl u ccm, welche man mit reinem Wasser auf 1 l verdünnen muß, um Normalnatron zu erhalten, durch den Ansatz: $u = \frac{50 \cdot 000}{x}$. Die jetzt erhaltene Flüssigkeit wird von neuem durch Titrieren auf ihre Richtigkeit geprüft.

Normalnatronlauge muß, wenn man mit Lackmus arbeiten will, möglichst kohlenstofffrei sein und später möglichst vor der Kohlensäure der Luft geschützt werden, weil nach dem Anziehen von CO_2 (das übrigens im käuflichen Ätznatron nie fehlt) der Farbenübergang in der Kälte nicht mehr scharf ausfällt. Ganz kohlenstofffreie Lauge ist umständlich herzustellen (siehe Küster, Zeitschr. f. anorg. Chem. **41**, 474; 1904) und schwierig in diesem Zustande bei längerem Gebrauche zu erhalten. Wenn man dagegen Methylorange als Indikator verwendet, so kann man die Natronlauge ohne weitere Vorsichtsmaßregeln anwenden und kann sogar statt derselben eine durch Auflösen von 53·00 g reiner Soda in 1 l Wasser dargestellte Normal-Natriumkarbonatlösung als Normalalkali gebrauchen, welche in der Kälte angewendet wird und eben so scharfe Resultate wie Natronlauge gibt, wobei man sich um die zum Teil unter Aufbrausen entweichende Kohlensäure gar nicht zu kümmern braucht. Die allgemeine Anwendung einer Normal-Natriumkarbonatlösung ist jedoch wegen des Herauskrystallisierens an Büretten, Flaschenhälsen etc. nicht bequem. Deshalb ist es vorzuziehen, schwächere Natriumkarbonatlösungen darzustellen; schon eine halbnormale Lösung zeigt jenes Auskrystallisieren kaum.

Alle Normalflüssigkeiten müssen so nahe als möglich bei einer bestimmten Temperatur, z. B. 15° oder 18° C, zubereitet und bei derselben verwendet werden. Wenn sie längere Zeit in einer Flasche gestanden haben, wobei leicht etwas Wasser abdunstet und sich im oberen Teile der Flasche wieder kondensiert, so muß man durch Umschütteln wieder die richtige Mischung herstellen. Am besten bereitet man eine größere Menge, z. B. 50 l, und füllt davon nach Bedarf in eine 2—5 l

fassende Flasche um, aus der die Büretten versorgt werden, unter Umschütteln bei jedem Gebrauche der großen oder kleinen Flasche.

Falls die Temperatur des Arbeitsraumes mehr als 2—3° über der bei Herstellung der Normallösung angewendeten (gewöhnlich 15°) beträgt, so muß für genauere Bestimmungen eine Korrektur angebracht werden, wofür folgende Tabelle dienen kann. Um die bei t° abgelesenen Volumina auf 15° zu reduzieren, muß man pro 100 ccm die nebenstehenden Zahlen abziehen:

t	ccm	t	ccm
15 ⁰	0	23 ⁰	0·135
16	0·013	24	0·156
17	0·027	25	0·179
18	0·043	26	0·202
19	0·059	27	0·227
20	0·076	28	0·252
21	0·095	29	0·278
22	0·114	30	0·305

Der Wert von Normalsäuren ist folgender für je 1 ccm $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$ N-Säure in Gramm des zu bestimmenden Körpers

	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$
KOH	0·05611	0·02805	0·01122
K ₂ CO ₃	0·06910	0·03455	0·01382
NaOH	0·04001	0·02000	0·00800
Na ₂ CO ₃	0·05300	0·02650	0·01060
Ba ₂ CO ₃	0·09869	0·04934	0·01974
Ca(OH) ₂	0·03705	0·01853	0·00741
CaO	0·02804	0·01402	0·00561
CaCO ₃	0·05004	0·02502	0·01001
MgO	0·02016	0·01008	0·00403
MgCO ₃	0·04216	0·02108	0·00843

Der analytische Wert von Normallösungen von Alkalien ist folgender für je 1 ccm $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$ N-Lauge in Gramm des zu bestimmenden Körpers:

	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$
HCl	0·03647	0·01823	0·00729
HNO ₃	0·06302	0·03151	0·01260
H ₂ SO ₄	0·049045	0·02452	0·00981
H ₃ PO ₄			
mit Methylorange	0·06538	0·03269	0·01308
mit Phenolphthalein	0·03269	0·01635	0·00654

B. Kaliumpermanganat- oder Chamäleonlösung.

In der Regel wird eine Halbnormallösung verwendet, d. h. eine solche, welche pro Kubikzentimeter 0·004 g Sauerstoff abgeben kann. Sie dient z. B. zur Bestimmung der salpetrigen Säure in Schwefelsäure, zu der der Stickstoffsäuren im Kammer-Austrittsgase, zur Braunstein-Analyse, zu den analytischen Arbeiten für das Weldon-Verfahren usf.

Für die Bestimmung von Eisen, welches in den Produkten der Sodaindustrie in sehr kleinen Mengen vorzukommen pflegt, verwendet man besser eine Zehntel- oder Zwanzigstel-Normallösung, welche man aus der Halbnormallösung durch Verdünnung auf das Fünffache resp. Zehnfache darstellt, und welche pro Kubikzentimeter 0·005584 resp. 0·002792 g Eisen anzeigt. Bei der Verdünnung kann sich jedoch der Titer etwas ändern, weshalb man ihn von neuem kontrollieren muß.

Das Kaliumpermanganat kommt in schöner, kristallisierter Form in den Handel. Von einem ganz reinen Salze und mit ganz reinem Wasser würde man für eine Halbnormallösung 15·803 g im Liter auflösen müssen. Da aber weder für die Reinheit des Salzes noch für diejenige des (destillierten) Wassers absolute Sicherheit besteht, so löst man 16 g gut kristallisiertes Permanganat in 1 l destilliertem Wasser und läßt die Lösung mindestens 3—4 Tage (besser eine Woche) stehen, ehe man ihren Titer bestimmt, damit das Permanganat auf die Verunreinigungen des Wassers wirken kann. Erst dann bestimmt man den Titer und korrigiert ihn nötigenfalls mit ein wenig Wasser auf genau halbnormal. Eine so hergestellte Lösung, vor Staub und direktem Sonnenlicht geschützt, hält sich beliebig lange.

Keine der vielen früher angewandten Methoden (vgl. C. T. U. I, 127 ff.) zur Titerstellung von Permanganat ist einwurfsfrei; ganz gewiß nicht die früher auch in diesem Taschenbuche empfohlene mit Eisendraht, oder die auf Anwendung von Oxalsäure oder Kaliumtetraoxalat begründeten. Vollkommen genau aber ist die Titerstellung mit dem von Sörensen eingeführten reinen Natriumoxalat (Marke Kahlbaum), das man

nur einige Stunden im Trockenschrank bei 100° hält, und dann über Chlorcalcium im Exsikkator abkühlen läßt. Man löst davon ca. 1.3 g (genau gewogen) in ca. 200 ccm Wasser, das man auf 60—70° erwärmt, setzt verdünnte Schwefelsäure zu und läßt aus der Bürette die Permanganatlösung erst rasch, dann tropfenweise zulaufen, bis eine bleibende Rötung entsteht. Wenn a das Gewicht des Natriumoxalats, b die verbrauchte

Menge von Permanganat, so gibt der Bruch $29.851 \times \frac{a}{b}$ den Wirkungswert des letzteren, bezogen auf die von ihm pro ccm abgegebene Menge Sauerstoff.

Wenn während dieser Operation sich ein brauner Niederschlag (von Mangandioxyd) abscheidet, so verwirft man besser den Versuch, doch tritt dies nur bei zu konzentrierten oder zu heißen Lösungen ein.

Das Permanganat wird am besten in einer Bürette mit seitlichem (hohlem) Glashahne verwendet. Eine etwaige (durch Staub etc.) eintretende Veränderung in ihrem Titer macht sich schon durch Entstehen eines Niederschlages von MnO_2 in der Flasche bemerklich.

Es ist zweckmäßig, den Titer der Permanganatlösung mindestens alle zwei Monate zu kontrollieren.

Bei Gegenwart von freier Salzsäure ist die Titrierung mit Permanganat wegen Chlorentwicklung ungenau. Dies wird jedoch ganz vermieden, wenn die Flüssigkeit ziemlich viel Mangansalz enthält oder man ihr direkt etwa 1 g eisenfreies Mangansulfat und Phosphorsäure (siehe C. T. U. I, 126) zusetzt.

1 ccm $\frac{1}{2}$ N-Permanganat entspricht:

0.004 g Sauerstoff = 2.799 ccm im Normalzustande;
0.02251 g wasserfreier Oxalsäure; 0.03151 g kristallisierter Oxalsäure $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$;

0.03350 g Natriumoxalat;

0.0095 g N_2O_3 ;

0.01575 g HNO_3 ;

0.02544 g Salpetersäure 40° B.;

0.02983 g Salpetersäure 36° B.;

0.0085 g H_2O_2 ;

0.02792 g Fe.

C. Jodlösung.

Man wägt 12.692 g reines umsublimiertes Jod (welches man schon im Handel beziehen, oder durch Verreiben von rohem Jod mit 10 Proz. Jodkalium und Umsublimieren darstellen kann) auf einer mindestens 5 mg sicher zeigenden Tarierrage genau ab, schüttet es in einen Literkolben, in dem sich bereits eine konzentrierte Lösung von 15—18 g Jodkalium

befindet, verschließt den Kolben, schüttelt bis zu vollständiger Lösung und verdünnt bis zur Marke. Man erhält so eine Zehntelnormal-Lösung, deren Titer durch die, ihrerseits auf reines Jod gestellte, Arsenlösung kontrolliert wird. Die beiden Lösungen sollen einander ganz genau äquivalent sein.

Speziell für Bestimmung kleiner Mengen von Schwefelnatrium verwendet man zuweilen eine besondere Jodlösung, welche pro Kubikzentimeter 0.001 g Na_2S anzeigt. Sie wird dargestellt durch Auflösen von 3.2515 g reinem Jod mit 5 g Jodkalium zu einem Liter.

Die Jodlösungen, namentlich die verdünnteren, halten sich in gut verschlossenen Flaschen an kühlen Orten längere Zeit, sollten aber doch monatlich einmal mit Arsenlösung kontrolliert werden.

Bereitung der Stärkelösung. 5 g Stärke wird mit wenig Wasser zu einem gleichmäßigen Brei verrührt und allmählich in 1000 g in einer Porzellanschale kochendem Wasser eingetragen; man erhitzt weiter, bis eine fast klare Lösung entstanden ist. Man läßt diese in einem hohen Glase absetzen, gießt das Klare durch ein Filter und sättigt mit Kochsalz oder setzt einige Tropfen Formalin zu. Die Lösung, im Kühlen aufbewahrt, hält sich längere Zeit; sobald man Pilzvegetation in derselben bemerkt, ist sie zu verwerfen.

Sehr bequem ist die nach Zulkowsky (Wagners Jahresber. 1878, S. 753) dargestellte wasserlösliche Stärke, welche im Zustand von dickem Brei, den man nicht eintrocknen lassen darf, aufbewahrt wird und von welcher man jedesmal eine kleine Menge mittels eines Glasstabes entnimmt. Auch andere wasserlösliche Stärken („Ozonstärke“) finden sich im Handel vor.

D. Arsenlösung

dient allgemein zur Titerstellung und als Ergänzung der Jodlösung, speziell zur Chlorkalk-Titrierung. Man verwendet käufliche reine, gepulverte, arsenige Säure, welche man prüft, ob sie beim Sublimieren aus einem Schälchen in ein Uhrglas nicht anfangs ein gelbliches Sublimat (von As_2S_3 , das leichter flüchtig ist) gibt und sich bei stärkerem Erhitzen ganz verflüchtigt. Vor dem Gebrauche läßt man das Pulver einige Zeit im Exsikkator über Schwefelsäure und kann es dann ohne besondere Vorsichtsmaßregeln abwägen, da es nicht hygroskopisch ist. Zur Bereitung einer Zehntelnormallösung wägt man 4.948 g arsenige Säure genau ab, löst mit wenig heißer Natronlauge, gießt in einen Litermeßkolben, neutralisiert nach Zusatz von Phenolphthalein mit verdünnter Schwefelsäure, fügt ca. 20 g Natriumbikarbonat in 500 ccm Wasser gelöst hinzu und füllt auf 1000 ccm auf. Die Lösung ist durchaus haltbar und äqui-

valent mit 0.003546 g Chlor oder 0.012692 g Jod pro Kubikzentimeter.

Bei Anwendung von reiner und trockener arseniger Säure wird diese Lösung von vornherein richtig sein. Man kann sie aber noch kontrollieren, was man namentlich bei Bereitung größerer Mengen nicht versäumen sollte, indem man ca. 0.5 g reines Jod mit 0.1 g feuchten Jodkalium verreibt, in einem Schälchen auf einem Sandbad oder auf Asbestpappe erhitzt, bis sich reichliche Dämpfe erheben, dann mit einem trockenen Trichter bedeckt, den größeren Teil, aber nicht das Ganze, des Jods hinein sublimieren läßt. Man wiederholt die Sublimation, aber ohne Zusatz von Jodkalium, und bewahrt das Jod in einem nicht eingefetteten Chlorcalciumexsikkator auf. Zur Titerstellung beschickt man kleine Wäggläschen mit $2\frac{1}{2}$ bis 3 g gepulverten Jodkalium, fügt 2 ccm Wasser hinzu, wägt, wirft 0.4—0.5 g Jod ein, verschließt und wägt wieder. Man läßt nun das Wäggläschen unter gleichzeitiger Öffnung in einen Erlenmeyerkolben fallen, der mit 200 ccm Wasser und ca. 1 g Jodkalium beschickt ist und titriert mit der Arsenlösung. Wenn die Farbe nur noch hellgelb ist, setzt man ein wenig Stärkelösung zu und titriert genau bis zum Verschwinden der Blaufärbung. Die verbrauchte Menge von ccm Arsenlösung multipliziert mit 0.012692 ($\log = 0.10353 - 2$) soll genau gleich dem angewendeten Gewichte von Jod sein.

E. Thiosulfatlösung.

Zur Herstellung einer Zehntelnormalthiosulfatlösung löst man 25 g des kristallisierten Salzes ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$) in destilliertem Wasser zu einem Liter, läßt die Lösung wenigstens acht Tage stehen und bestimmt dann ihren Titer in der bei Arsenlösung beschriebenen Weise. Mit Thiosulfatlösungen darf nur in neutraler oder schwach saurer Lösung gearbeitet werden.

1 ccm $\frac{1}{10}$ N-Jodlösung, resp. $\frac{1}{10}$ N-Natriumthiosulfat oder $\frac{1}{10}$ N-Arsenigsäurelösung entsprechen

0.003546 g Cl,
0.002043 g KClO_3 ,
0.007992 g Br,
0.001604 g S,
0.003204 g SO_2 ,
0.007907 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$,
0.001704 g H_2S ,
0.00240 g Ozon,
0.001701 g H_2O_2 ,
0.006357 g Cu,

0·004347 g MnO_2 ,
0·003748 g As,
0·004948 g As_2O_3 ,
0·00601 g Sb,
0·00712 g Sb_2O_3 .

F. Silberlösung.

Man wägt genau 16·989 reines kristallisiertes (am besten vorher einige Stunden im Exsikkator aufbewahrtes) Silbernitrat ab und löst in einem Liter Wasser auf. Dies gibt eine Zehntelnormallösung, von welcher jedes Kubikzentimeter = 0·003546 g ($\log = 0·54974 - 3$) Cl oder 0·003647 g ($\log = 0·56194 - 3$) HCl oder 0·005846 g ($\log = 0·76686 - 3$) NaCl anzeigt. Eine Lösung, welche 0·001 g NaCl pro Kubikzentimeter anzeigt, erhält man durch Auflösen von 2·906 Silbernitrat in 1 l Wasser.

Ammoniakalische Silberlösung, zur Bestimmung von Schwefelalkalien nach Lestelle (S. 220) erhält man durch Auflösen von 13·818 g Feinsilber in reiner Salpetersäure, Zusatz von 250 ccm Ammoniakflüssigkeit und Verdünnen auf 1 l. Jedes Kubikzentimeter hiervon zeigt 0·005 g Na_2S an.

G. Kupfervitriollösung

zur Bestimmung von Ferrocyanalkali. Man löst 12·486 reinen kristallisierten, nicht verwitterten Kupfervitriol in 1 l Wasser auf (vgl. S. 197).

H. Oxalsäurelösung

zur Bestimmung der „Basis“ bei der Braunstein-Regenerierung (S. 184). Man löst 63·03 g reine, nicht verwitterte, kristallisierte Oxalsäure in 1 l Wasser und kontrolliert den Titer mit Normalnatronlauge. Die Lösung ist, namentlich im Lichte, nicht ganz haltbar und eignet sich schon aus diesem Grunde nicht so gut wie Salzsäure zur Alkalimetrie; ferner auch deshalb, weil dabei Methylorange als Indikator nicht anwendbar ist.

XVI. Herstellung von Durchschnittsmustern.

A. Brennstoffe *).

Von jeder Ladung (Karre, Korb u. dgl.) wirft man eine Schaufel voll in ein mit Deckel versehenes Gefäß, zerkleinert dessen Inhalt sofort, mischt, breitet alles quadratisch auf,

*) Nach den „Normen für Leistungsversuche an Dampfkeesseln und Dampfmaschinen“.

teilt durch Diagonalen in vier Teile, entfernt zwei einander gegenüber liegende Teile, zerkleinert und mischt die beiden anderen nochmals, teilt wieder wie vorher und fährt so fort, bis man auf etwa 12 kg gekommen ist, die man in einer verlöteten Blechbüchse an das Laboratorium schickt. Dort wird diese Menge gemahlen, durchgemischt, schachbrettartig in 12—16 Felder geteilt, aus jedem Felde ein Teelöffel voll entnommen und in einer Porzellanreibeschale staubfein gemahlen. Das feine Pulver wird in einer Stößelflasche aufbewahrt und vor jeder Prüfung gut durchgerührt.

Als besondere Feuchtigkeitsproben füllt man schon während der ersten Teilung eine Anzahl von Proben in luftdicht verschließbare Gefäße.

B. Erze und Mineralien aller Art.

(Schwefelkies, Braunstein, Salz.)

1. Gepulverte Erze, Schliech, Salz etc. Man entnimmt von jedem auf die Wage gebrachten Kübel, Karren u. dgl. eine Probe von ca. $\frac{1}{2}$ kg vermittels eines großen Schöpflöffels, so daß man stets ungefähr die gleiche Menge erhält. Bei Eisenbahnwaggons, welche direkt in das Magazin gestürzt werden, nimmt man drei Proben, nämlich von den beiden Enden und der Mitte*). Sämtliche Einzelproben werden zunächst in ein Faß gegeben und bedeckt gehalten, um Verdunsten von Feuchtigkeit zu hindern. Nach Beendigung der Abnahme stürzt man den Inhalt des Fasses auf einer ebenen, reinen und harten Fläche aus, breitet das Gut flach aus, schaufelt es zu einem kleinen Haufen im Mittelpunkt zusammen, indem man ganz regelmäßig rings herum geht, breitet diesen Haufen von neuem flach aus und entnimmt eine Probe von etwa einem Viertel der Masse, indem man mit einer Schaufel zwei sich rechtwinklig kreuzende Streifen aushebt und noch etwas aus der Mitte der vier übrig bleibenden Quadranten entnimmt. Mit dieser kleineren Probe verfährt man ebenso wie mit der größeren, so daß man jetzt auf nicht mehr als ca. 2 kg Masse kommt. Diese wird nochmals gut durchgemischt und daraus vier (oder eine beliebige andere Zahl) 100 g fassende Pulvergläser gefüllt, indem man dieselben auf einem Papiere dicht nebeneinander aufstellt und von jeder Handvoll etwas in jedes der Gläser fallen läßt. Wenn diese gefüllt sind, werden sie sofort mit gut schließenden Korken verschlossen,

*) Da obiges Verfahren vor Irrungen nicht immer schützt, so zieht man in manchen Fabriken die in Nr. 2 beschriebene Probenahme mit ganzen Wiegekübeln u. dgl. vor. Vgl. auch C. T. U. I, 10 ff.

die man dicht über dem Halse der Flasche abschneidet und gut versiegelt. Dabei kann erforderlichenfalls das Siegel des Käufers und Verkäufers resp. ihrer Vertreter oder das einer dritten Partei angebracht werden. Die Operation des Durchmischens etc. und Füllens der Flaschen muß so schnell als möglich vorgenommen werden, um die Verdunstung oder das Anziehen erheblicher Mengen von Feuchtigkeit zu hindern.

Obige Probegläser werden dem Laboratoriumschemiker übergeben, welcher deren Inhalt zu pulvern hat, bis er vollständig durch ein Sieb von 1 mm Maschenöffnung durchgeht; es darf nichts Grobes zurückbleiben. Hiervon wird nach genauestem Durchmischen ein kleineres Muster gezogen und auf den für die Analyse nötigen Feinheitsgrad durch Pulvern im Stahlmörser oder Achatmörser, bei weicheren Substanzen in einem Mörser von hartem Porzellan gebracht. Braunstein darf man nicht in eisernen Mörsern pulvern. Die Feuchtigkeit wird mit einem unzerriebenen Teile des Musters bestimmt.

2. Grobstückige Erze u. dgl., welche Zerkleinerung erfordern. Man muß hiervon um so größere Proben nehmen, je gröber das Korn ist. Wenn die Stücke nicht über Apfelgröße und nicht gar zu ungleich groß sind, genügt es, von jedem Wägekübel etc. wie in Nr. 1 eine Probe zu entnehmen, aber mittels einer Schaufel, welche ca. 5 kg faßt. Bei noch gröberem und in jedem Falle bei ungleichmäßigem Korn ist es vorzuziehen, von Zeit zu Zeit einen ganzen Wägekübel (z.B. jedem zehnten oder zwanzigsten) in einen besonderen Raum zu stürzen, wo sich das ganze Durchschnittsmuster ansammelt. Unter allen Umständen muß man möglichst Sorge tragen, das Verhältnis zwischen grobem und feinem Material in dem Durchschnittsmuster richtig zu repräsentieren. Dasselbe wird nun zunächst von Hand oder mittels einer mechanischen Vorrichtung auf Walnußgröße zerkleinert, wobei nichts Gröberes zurückbleiben darf. Das zerkleinerte Gut wird durch mehrmaliges Hin- und Herschaufeln gründlichst durchgemengt, dann in einen flachen Haufen ausgebreitet und aus diesem ein kleineres Muster von ca. 10—12 kg durch Ausheben zweier sich kreuzender Streifen und der Mitte der Quadranten entnommen. Das reduzierte Muster wird nun weiter zerkleinert, entweder in einem großen Eisenmörser oder besser mittels eines schweren Hammers auf einer massiv gebetteten, mit aufstehendem Rande versehenen Gußeisenplatte von ca. $\frac{3}{4}$ bis 1 m im Quadrat (dies ist viel bequemer und reinlicher als Pulvern im Mörser). Das Grobe wird durch ein Sieb von 3 mm Maschenöffnung abgesiebt und weiter zerkleinert, bis alles durchgesiebt ist. Das Gut wird nun wie in Nr. 1 durch Mischen und Ausstechen zu einer Menge von 1—2 kg reduziert, aus welcher man, wie dort vorgeschrieben, die Probegläser füllt.

C. Chemische Produkte.

1. Sulfat, Soda u. dgl. Wenn diese Materialien lose sind, zieht man die Probe ganz wie in Nr. 1. Wenn sie in Fässern sind, so wird je nach der Größe des Postens, jedes dritte, fünfte oder zehnte Faß an einem seiner Böden angebohrt und mittels eines langen, bis zum Mittelpunkt des Fasses gehenden, halbrunden Probestechers, Fig. 14, indem man diesen

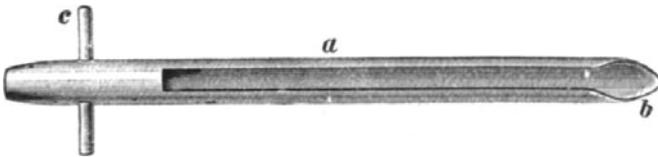
Fig. 14.



um seine Achse dreht, ein Muster herausgezogen. Alle einzelnen Faßmuster kommen in ein großes Pulverglas, bis man mit dem Probenziehen fertig ist. Dann schüttet man den Inhalt des Glases auf einen großen Papierbogen, mischt gründlichst durch, zerdrückt etwaige Klumpen mit einem Spatel und füllt die bereitstehenden 100-Gramm-Gläser ganz gleichmäßig, genau wie S. 291 für Erzproben vorgeschrieben. Auch für das Verkorken und Versiegeln gelten dieselben Regeln.

2. Chlorkalk, Pottasche und andere Substanzen, welche an der Luft durch Anziehen von Feuchtigkeit oder aus anderen Gründen schnell verderben, werden wie in Nr. 1 behandelt, jedoch mit größter Schnelligkeit und unter gutem Verschlusse des großen Pulverglases, welches die Hauptprobe aufnimmt. Sicherer

Fig. 15.



verfährt man nach Mitteilung der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron wie folgt. Man benutzt einen Probestecher, Fig. 15, hergestellt aus einem $1\frac{1}{2}$ " Gasrohr durch Aufmeißeln in der Längsrichtung, so daß eine Längsöffnung von 25 mm Breite entsteht. Eine Seite dieser Öffnung (a) wird geschärft, ebenso der untere Teil (b), welcher in den Chlorkalk eingetrieben wird. Der Oberteil ist verstärkt und mit einer Handhabe (c) versehen. Vor dem Eintreiben des Probestechers wird das Faß gut gerüttelt, aufrecht gestellt und dann der Probestecher möglichst tief eingeführt, nötigenfalls mit dem Hammer eingetrieben. Die Probenahme erfolgt am besten

beim Öffnen des Fasses oder nach Anbohren des Deckels (nicht der Seite!); die Bohrlöcher schließt man dann durch ein kleines Blech, mit Papier als Dichtung. Der eingetriebene Probestecher wird mehrmals um seine Achse gedreht, so daß er mit seiner scharfen Seite den Chlorkalk durchschneidet und sich so füllt. Die herausgezogene Probe wird auf Papier gebracht, daselbst möglichst schnell (am besten mit einer kleinen Walze) zerkleinert, gemischt und ausgebreitet. Dann werden recht schnell mit einem Spatel von verschiedenen Stellen Probchen genommen und in Gläser gefüllt, die gut zu verschließen und an einem kühlen, dunklen Orte aufzubewahren sind. Man sollte Chlorkalkmuster immer ohne größeren Aufenthalt analysieren.

Über die Probestecher von Angerstein und von Gawalowski vgl. C. T. U. I, 15, 16.

3. Kaustische Soda. Die Probe ist für Verkaufszwecke aus den Trommeln an möglichst vielen Stellen zu entnehmen, am sichersten in noch geschmolzenem Zustande. Für den inneren Fabriksgebrauch schöpft man am besten aus jedem Kessel während des Entleerens drei Proben von oben, von der Mitte und von unten, gießt sie eine nach der anderen auf eine Platte (wobei sie sich, da sie inzwischen erstarren, später leicht voneinander absondern lassen) und benutzt die mittlere Probe vorzugsweise zur Analyse.

Die Muster ziehen selbst in wohlverschlossenen Flaschen leicht an der Oberfläche Feuchtigkeit und Kohlensäure an, was sich durch das Entstehen einer blinden Kruste zeigt. Diese Kruste muß vor dem Abwägen der Proben durch Abkratzen entfernt werden.

Über Probenahme von *Flüssigkeiten* und *Gasen* vgl. C. T. U. I, 16 u. 233.

XVII. Vergleichung der verschiedenen Aräometergrade

(s. S. 25).

A. Schwere Flüssigkeiten.

Die Baumé-Grade (B) sind nach der Formel $d = \frac{144.3}{144.3 - n}$ berechnet (das sogenannte „rationelle“ Baumé-Aräometer), wobei Wasser von $15^{\circ} = 0^{\circ}$ und Schwefelsäuremonohydrat nach früherer (unrichtiger) Annahme = 1.842 bei 15° oder = 66 $^{\circ}$ B. gesetzt ist. Die Twaddell-Grade (T), welche in England üblich sind, sind gleich dem Doppelten der Densimeter-Grade (D), welche aus den spezifischen Gewichten durch Weglassen der Ganzen 1 und Verrücken des Dezimalzeichens um zwei Stellen nach rechts entstehen.

I. Baumé-Grade als Einheit.

B	D	T	Spez. Gew.	B	D	T	Spez. Gew.	B	D	T	Spez. Gew.
1	0·7	1·4	1·007	23	19	38	1·190	45	45·3	90·6	1·453
2	1·4	2·8	1·014	24	20	40	1·200	46	46·8	93·6	1·468
3	2·2	4·4	1·022	25	21	42	1·210	47	48·3	96·6	1·483
4	2·9	5·8	1·029	26	22	44	1·220	48	49·8	99·6	1·498
5	3·7	7·4	1·037	27	23·1	46·2	1·231	49	51·4	102·8	1·514
6	4·5	9	1·045	28	24·1	48·2	1·241	50	53	106	1·530
7	5·2	10·4	1·052	29	25·2	50·4	1·252	51	54·6	109·2	1·546
8	6	12	1·060	30	26·3	52·6	1·263	52	56·3	112·6	1·563
9	6·7	13·4	1·067	31	27·4	54·8	1·274	53	58	116	1·580
10	7·5	15	1·075	32	28·5	57	1·285	54	59·7	119·4	1·597
11	8·3	16·6	1·083	33	29·7	59·4	1·297	55	61·5	123	1·615
12	9·1	18·2	1·091	34	30·8	61·6	1·308	56	63·4	126·8	1·634
13	10	20	1·100	35	32·0	64	1·320	57	65·2	130·4	1·652
14	10·8	21·6	1·108	36	33·2	66·4	1·332	58	67·1	134·2	1·671
15	11·6	23·2	1·116	37	34·5	69	1·345	59	69·1	138·2	1·691
16	12·5	25	1·125	38	35·7	71·4	1·357	60	71·1	142·2	1·711
17	13·4	26·8	1·134	39	37	74	1·370	61	73·2	146·4	1·732
18	14·2	28·4	1·142	40	38·3	76·6	1·383	62	75·3	150·6	1·753
19	15·2	30·4	1·152	41	39·7	79·4	1·397	63	77·4	154·8	1·774
20	16·2	32·4	1·162	42	41	82	1·410	64	79·6	159·2	1·796
21	17·1	34·2	1·171	43	42·4	84·8	1·424	65	81·9	163·8	1·819
22	18	36	1·180	44	43·8	87·6	1·438	66	84·2	168·4	1·842

2. Densimeter und Twaddell als Einheit.

D	T	B	Spez. Gew.	D	T	B	Spez. Gew.	D	T	B	Spez. Gew.
1	1	0·7	1·005	8	15	10	1·075	15	29	18·3	1·145
	2	1·4	1·010		16	10·6	1·080		30	18·8	1·150
	3	2·1	1·015		17	11·2	1·085		31	19·3	1·155
2	4	2·7	1·020	9	18	11·9	1·090	16	32	19·8	1·160
	5	3·4	1·025		19	12·4	1·095		33	20·3	1·165
3	6	4·1	1·030	10	20	13	1·100	17	34	20·9	1·170
	7	4·7	1·035		21	13·6	1·105		35	21·4	1·175
4	8	5·4	1·040	11	22	14·2	1·110	18	36	22	1·180
	9	6·0	1·045		23	14·9	1·115		37	22·5	1·185
5	10	6·7	1·050	12	24	15·4	1·120	19	38	23·0	1·190
	11	7·4	1·055		25	16	1·125		39	23·5	1·195
6	12	8	1·060	13	26	16·5	1·130	20	40	24	1·200
	13	8·7	1·065		27	17	1·135		41	24·5	1·205
7	14	9·4	1·070	14	28	17·7	1·140	21	42	25	1·210

D	T	B	Spez. Gew.	D	T	B	Spez. Gew.	D	T	B	Spez. Gew.
	43	25.5	1.215	43	86	43.4	1.430		129	56.6	1.645
22	44	26	1.220		87	43.8	1.435	65	130	56.9	1.650
	45	26.4	1.225	44	88	44.1	1.440		131	57.1	1.655
23	46	26.9	1.230		89	44.4	1.445	66	132	57.4	1.660
	47	27.4	1.235	45	90	44.8	1.450		133	57.7	1.665
24	48	27.9	1.240		91	45.1	1.455	67	134	57.9	1.670
	49	28.4	1.245	46	92	45.4	1.460		135	58.2	1.675
25	50	28.8	1.250		93	45.8	1.465	68	136	58.4	1.680
	51	29.3	1.255	47	94	46.1	1.470		137	58.7	1.685
26	52	29.7	1.260		95	46.4	1.475	69	138	58.9	1.690
	53	30.2	1.265	48	96	46.8	1.480		139	59.2	1.695
27	54	30.6	1.270		97	47.1	1.485	70	140	59.5	1.700
	55	31.1	1.275	49	98	47.4	1.490		141	59.7	1.705
28	56	31.5	1.280		99	47.8	1.495	71	142	59.9	1.710
	57	32	1.285	50	100	48.1	1.500		143	60.2	1.715
29	58	32.4	1.290		101	48.4	1.505	72	144	60.4	1.720
	59	32.8	1.295	51	102	48.7	1.510		145	60.6	1.725
30	60	33.3	1.300		103	49	1.515	73	146	60.9	1.730
	61	33.7	1.305	52	104	49.4	1.520		147	61.1	1.735
31	62	34.2	1.310		105	49.7	1.525	74	148	61.4	1.740
	63	34.6	1.315	53	106	50	1.530		149	61.6	1.745
32	64	35	1.320		107	50.3	1.535	75	150	61.8	1.750
	65	35.4	1.325	54	108	50.6	1.540		151	62.1	1.755
33	66	35.8	1.330		109	50.9	1.545	76	152	62.3	1.760
	67	36.2	1.335	55	110	51.2	1.550		153	62.5	1.765
34	68	36.6	1.340		111	51.5	1.555	77	154	62.8	1.770
	69	37	1.345	56	112	51.8	1.560		155	63	1.775
35	70	37.4	1.350		113	52.1	1.565	78	156	63.2	1.780
	71	37.8	1.355	57	114	52.4	1.570		157	63.5	1.785
36	72	38.2	1.360		115	52.7	1.575	79	158	63.7	1.790
	73	38.6	1.365	58	116	53	1.580		159	64	1.795
37	74	39	1.370		117	53.3	1.585	80	160	64.2	1.800
	75	39.4	1.375	59	118	53.6	1.590		161	64.4	1.805
38	76	39.8	1.380		119	53.9	1.595	81	162	64.6	1.810
	77	40.1	1.385	60	120	54.1	1.600		163	64.8	1.815
39	78	40.5	1.390		121	54.4	1.605	82	164	65	1.820
	79	40.8	1.395	61	122	54.7	1.610		165	65.2	1.825
40	80	41.2	1.400		123	55	1.615	83	166	65.5	1.830
	81	41.6	1.405	62	124	55.2	1.620		167	65.7	1.835
41	82	42	1.410		125	55.5	1.625	84	168	65.9	1.840
	83	42.3	1.415	63	126	55.8	1.630		169	66.1	1.845
42	84	42.7	1.420		127	56	1.635	85	170	66.3	1.850
	85	43.1	1.425	64	128	56.3	1.640				

B. Leichte Flüssigkeiten (Temp. 12.5°).

Grade Baumé Cartier u. Beck	Baumé	Cartier	Beck	Grade Baumé Cartier u. Beck	Baumé	Cartier	Beck
	Vol. Gew.	Vol. Gew.	Vol. Gew.		Vol. Gew.	Vol. Gew.	Vol. Gew.
0	—	—	1.0000	36	0.8488	0.8439	0.8252
1	—	—	0.9941	37	0.8439	0.8387	0.8212
2	—	—	0.9883	38	0.8391	0.8336	0.8173
3	—	—	0.9826	39	0.8343	0.8286	0.8133
4	—	—	0.9770	40	0.8295	—	0.8095
5	—	—	0.9714	41	0.8249	—	0.8061
6	—	—	0.9659	42	0.8202	—	0.8018
7	—	—	0.9604	43	0.8156	—	0.7981
8	—	—	0.9550	44	0.8111	—	0.7944
9	—	—	0.9497	45	0.8066	—	0.7907
10	1.0000	—	0.9444	46	0.8022	—	0.7871
11	0.9932	1.0000	0.9392	47	0.7978	—	0.7834
12	0.9865	0.9922	0.9340	48	0.7935	—	0.7799
13	0.9799	0.9846	0.9289	49	0.7892	—	0.7763
14	0.9733	0.9764	0.9239	50	0.7849	—	0.7727
15	0.9669	0.9695	0.9189	51	0.7807	—	0.7692
16	0.9605	0.9627	0.9139	52	0.7766	—	0.7658
17	0.9542	0.9560	0.9090	53	0.7725	—	0.7623
18	0.9480	0.9493	0.9042	54	0.7684	—	0.7589
19	0.9420	0.9427	0.8994	55	0.7643	—	0.7556
20	0.9359	0.9363	0.8947	56	0.7604	—	0.7522
21	0.9299	0.9299	0.8900	57	0.7565	—	0.7489
22	0.9241	0.9237	0.8854	58	0.7526	—	0.7456
23	0.9183	0.9175	0.8808	59	0.7487	—	0.7423
24	0.9125	0.9114	0.8762	60	0.7449	—	0.7391
25	0.9068	0.9054	0.8717	61	—	—	0.7359
26	0.9012	0.8994	0.8673	62	—	—	0.7328
27	0.8957	0.8935	0.8629	63	—	—	0.7296
28	0.8902	0.8877	0.8585	64	—	—	0.7265
29	0.8848	0.8820	0.8542	65	—	—	0.7234
30	0.8795	0.8763	0.8500	66	—	—	0.7203
31	0.8742	0.8707	0.8457	67	—	—	0.7173
32	0.8690	0.8652	0.8415	68	—	—	0.7142
33	0.8639	0.8598	0.8374	69	—	—	0.7112
34	0.8588	0.8545	0.8333	70	—	—	0.7083
35	0.8538	0.8491	0.8292				

Alphabetisches Sachregister.

- Abbrände von Kiesen 139.
Acetylen 266.
Alkali s. Natriumhydrat.
— in elektrolytischen Alkalilaugen 206.
Alkalimetrischer Gehalt 194, 206, 220.
Alaun 274.
Aluminiumsulfat 274.
Ammoniak, s. Salmiakgeist.
— Bestimmung im Gaswasser 254.
— kohlen-saures, spez. Gew. der Lösungen 259.
— schwefelsaures 255, spez. Gewicht der Lösungen 257.
Ammoniak-sodafabrikation 203.
Ammoniumsulfat s. Ammoniak, schwefelsaures.
Anemometer 128.
Aräometer, verschiedene 25.
— Vergleichung der Skalen 294.
— für leichte Flüssigkeiten 297.
Arsen, Bestimmung in Rohschwefel 132.
— — in Kiesen 138.
— — in Schwefelsäure 170.
— — in Salzsäure 181.
Arsenlösung zum Titrieren 288.
Aschenbestimmung von Brennmateri-
alien 121.
— von Rohschwefel 132.
Atomgewichte, internationale 2.
Ätznatron s. Natriumhydrat.
- Ausdehnung, lineare, von Körpern beim Erwärmen 27.
Ausmessung einiger Flächen und Körper 80.
Austrittsgase aus den Bleikammern 147.
— — der Salzsäurekondensation 176.
Azotometer 255.
- Basis im Weldonverfahren 184.
Bauxit 272.
Bicarbonat, Bestimmung 198, 204.
Bisulfat 229.
Blei, Bestimmung in Kiesen 137.
— — — Blende 143.
— — — Schwefelsäure 170.
Bleichlaugen 191.
Bleikammergase 145, 147.
Baumé-Grade, Tabelle 295.
Bleikammeraustrittsgase 147.
Blende, Untersuchung 140.
— geröstete, Untersuchung 145.
Bodensatz in der Fabrikation von kaustischer Soda 205.
Braunstein 182.
— regenerierter 183.
Brennmateri-
alien 120.
— Durchschnittsmuster 290.
Bromnatronmethode 255.
Bunte-Bürette 260.
- Calciumcarbid 266.
Carnallit 239.

- Celsius-Grade, Vergleichung mit Réaumur und Fahrenheit-Graden 28.
Chamäleonlösung 286.
Chancels Sulfurimeter 134.
Chemische Verbindungen, Formeln, Molekulargewichte u. prozentische Zusammensetzung 3.
Chilispeter 226.
Chlor, flüssiges, Druck und Volumgewicht 192.
— freies, in Salzsäure 181.
— in Chlorkalkkammern 188.
— bleichendes, im Chlorkalk 187.
— elektrolytisches 190.
Chlorate, Bestimmung 191, 207.
Chloride, Bestimmung in Schwefelsäure 171.
— — — Kochsalz 174.
— — — Sulfat 175.
— — — Kaliumchlorat 191.
— — — Salzsole 203.
Chlorkalk, Untersuchung 187.
— Vergleichung des Prozentgehaltes mit den französischen Graden 187.
Chlorkalkfabrikation 182.
Chlornatrium s. Natriumchlorid.
Chlorwasserstoff, Bestimmung in Salzsäure 180.
Clausöfen, Austrittsgase 226.
Cyan in Gasreinigungsmasse 264.
- Deacon-Verfahren 189.
Descroizilles-Grade 221.
Densimetergrade 295.
Drahtgewebe u. Siebgaze, Werte der Nummern 90.
Düngerfabrikation, Materialien und Fabrikate 267.
Probenahme 267, Wasserbestimmung 267, Phosphorsäure 268, Eisenoxyd und Tonerde 270, Stickstoff 271.
Durchschnittsmuster von Brennstoffen 290.
— — Erzen und Mineralien 291.
— — gepulverten Erzen, Salz etc. 291.
— — grobstückigen Erzen 292.
— — Chemikalien 293.
- Eisen, Bestimmung in Kiesabbränden 139.
— Auffindung in Schwefelsäure 170.
— im Sulfat 176.
— in Salzsäure 181.
— — Salzsole 203.
— — Soda 221.
— — Salpetersäure 237.
— — Tonerdepräparaten 273, 274.
Eisenoxyd in Düngstoffen 270.
— — Rohsodalauge 198.
Elektrische Maße 62.
Elektrochemische Äquivalente 63.
Elektrolytische Alkalilaugen 206.
Empyreumatische Bestandteile im Salmiakgeist 257.
Englische Maße und Gewichte, Reduktion auf metrische 87.
Erze, Durchschnittsmuster 291.
Explosionsbürette 263.
Explosive Gasmischungen 60.
- Fahrenheit-Grade, Vergleichung mit Celsius- und Réaumur-Graden 29.
Faktoren zur Berechnung von Gewichtsanalysen 12.
Ferrocyannatrium 197.
Feuerungen, Untersuchung 123, 125.
Flüssigkeiten, spez. Gewichte 25, 26.

- Formel zur Mischung von Flüssigkeiten verschiedener Stärke 26.
- Formeln von chemischen Verbindungen 3.
- Gase**, theoretische und beobachtete Dichte 14.
- Verbrennungswärmen 58.
 - Daten für Verbrennung 59.
 - Eigenschaften der verflüssigten und komprimierten 61.
 - der Schwefelsäurefabrikation 145.
 - vom Hargreaves-Verfahren 177.
 - der Schwefelregeneration aus Sodarückstand 225.
 - aus den Clausöfen 226.
- Gasmischungen, explosive 60.
- Gasreinigungsmasse 264.
- Gasvolumen, Reduktion auf 0° 86.
- — — 760 mm Druck 42.
- Gasvolumeter 166, 255.
- Gasvolumetrische Arbeiten, Berechnung der abgelesenen ccm auf mg der gesuchten Substanz 16.
- Gaswasser 254.
- Gay-Lussacsche Grade für Chlorkalk 187.
- Gefrierpunkte 31.
- von Lösungen 33.
- Generatorgase, Untersuchung 126.
- Geschichtete Körper, Gewichte von 24.
- Gewichtsanalysen, Faktoren zur Berechnung 12.
- Grade des Handels für Soda, Vergleichungstabelle 221.
- Gußeiserne Muffen- und Flanschenröhren, Normaltabelle 94.
- Handelssoda** 220, Vergleichung der deutschen, englischen und französischen Grade 221.
- Hargreaves-Verfahren 177.
- Härtebestimmung von Wasser 130.
- Heizkraft von Brennmaterialien, Bestimmung 122.
- Heizwerte von Brennstoffen 58, von Generatorgas 128.
- Hochofenschlacke 280.
- Hydraulischer Kalk 280.
- Hypochlorit 187, 206.
- Indikatoren** 282.
- Jod, Nachweisung in Salpetersäure 237.
- Jodat 228.
- Jodlösung zum Titrieren 287.
- Junkers' Gaskalorimeter 128.
- Kainit** 239.
- Kali in Rohsalzen 239.
- — Schlempekohle 243.
- Kalilauge, spez. Gewichte 252.
- Kalirohsalze 239.
- Kaliumcarbonatlauge, spez. Gewichte 245.
- Kaliumchlorat 191.
- Kaliumchlorid des Handels 241, in Schlempekohle 242.
- Kaliumpermanganatlösung 286.
- Kaliumphosphat 243.
- Kaliumsulfat 241, 242.
- Kaliumsulfid 242, 243.
- Kaliumverbindungen im Chilisalpeter 228.
- Kalk (u. Baryt), Bestimmung in Kiesen 143.
- — in Kochsalz 175.
 - — in Sulfat 176.
 - — in Kalkstein und Kalk 185.
 - — in Rohsoda 194.
 - bei der Ammoniakdestillation 204.
- Kalk, gebrannter 185.
- gelöschter 186.

- Kalkmilch, Gehaltstabelle 186.
Kalkofengase 225.
Kalkrückstand bei der Fabrikation von kaustischer Sodaz05.
Kalkstein 185, 193, 277.
Kalorimeter 122.
Kältemischungen 33.
Kamingase 176.
Kammeraustrittsgase 147.
Katalysierte Röstgase 149.
Kaustische Soda, Fabrikation 204.
— Lauge 204, Kalkrückstand 205, Ausgesoggte Salze 205, Bodensatz 205.
Kies s. Schwefelkies.
Kieselsäure in Rohsodalaugen 198.
— — in Schlempekohle 242.
Kieselsäure im Zement 279.
— Trennung der Quarzkieselsäure und gebundener Kieselsäure 279.
Kieserit 239.
Kiesofengase 145.
Kilogramm pro laufenden Meter 85.
— — Quadrat-Zentimeter 85.
Kochsalz 174 (s. a. Natriumchlorid).
Kohle s. Steinkohle.
— für Reduktion bei der Leblancsodafabrikation 193.
Kohlendioxyd in Feuerungsgasen 125.
— beim Deacon-Verfahren 190.
— Bestimmung nach Lunge und Rittener 198.
— — im Leuchtgas 261.
Kohlenoxyd, Bestimmung 262.
Kohlensaure Erden 138, 144, 182.
Kohlenwasserstoffe, schwere, im Leuchtgas 261.
Koksrückstand von Brennmaterialien 120.
Kontaktverfahren 149.
Kreisumfänge und Inhalte 66.
Kuben 66.
Kubikfuß, Kubikmeter 85.
Kubikwurzeln 66.
Kugelhahnpipette 172.
Kupfer, Bestimmung in Kiesen 137.
— — — Kiesabbränden 139.
Kupferchlorürlösung, ammoniakalische 262.
Kupfersulfatlösung für Cyanbestimmung 265, 290.
Leblancsodafabrikation 193.
— Rohstoffe dafür 193.
— Rohsoda 193.
— Sodarückstand 195.
— Rohsodalauge 196.
— Carbonatierte Lauge 198.
— Mutterlaugen 201.
Leblancverfahren für Pottasche 241.
Leuchtgas 260, Apparate zur Untersuchung 260, Entnahme der Gasproben 260, Abmessen in der Bürette 260, Bestimmung der einzelnen Bestandteile 261, der Heizkraft 264.
Liter per Sekunde, Umwandlung in Liter per Minute und Kubikmeter per Stunde 80.
Logarithmen, Mantissen 64.
Löslichkeit verschiedener Substanzen in Wasser von 15⁰ und 100⁰ 17.
— einiger Salze in Wasser 18.
— von Gasen in Wasser 20.
Magnesia, Bestimmung in Sulfat 176, in Kalirohsalzen 241.
Magnesiumchlorid, Bestimmung 175, 241.
Mangan, gesamtes, im Weldonschlamm 183.
Mangandioxyd, Bestimmung in Braunstein 182.
— — in Weldonschlamm 183.

- Maße und Gewichte verschiedener Länder 82.
Mathematische Tabellen 66.
Mergel 280.
Methan, Bestimmung im Leuchtgas 263.
Methylorange 282.
Metrische Maße und Gewichte, Reduktion auf englische 86.
Mischsäuren (Gemenge von Schwefelsäure und Salpetersäure) 238.
Molekulargewichte 3.
Molybdänmethode für Phosphorsäurebestimmung 269.
Münzen, Maße und Gewichte, amtliche Bezeichnung 82.
Muffen- und Flanschenröhren, gußeiserne, deutsche Normaltabelle 94.
Münztabelle 96.
Muster s. Durchschnittsmuster.
- Natriumaluminat** 276.
Natriumcarbonat, spez. Gew. der Lösungen bei 15° 208, desgl. bei 30° 209, Einfluß der Temperatur 210.
— Bestimmung 194, 197, 205, 206, 207, 220.
Natriumchlorat s. Chlorat.
Natriumchlorid 174, 195, 203, 205, 207, 220, 240.
Natriumferrocyanid 197.
Natriumhydrat 194, 197, 205.
— Spez. Gewichte von Ätznatronlauge 212.
— Einfluß der Temperatur 216.
Natriumnitrat s. Chilisalpeter.
Natriumnitrit 161.
Natriumsilikat 202.
Natriumsulfat, Untersuchung s. Sulfat.
— Bestimmung 176, 195, 202, 203, 205, 220.
Natriumsulfid 195, 197, 201, 202, 220.
- Natriumsulfit** 201, 202, 205, 220.
Natriumthiosulfat 201, 205.
Natron, nutzbares 196.
— Gesamt- 196.
Neubauer-Tiegel 270.
Nitrometer 163.
Nitrose 161, 162.
Normallauge 281, 285.
Normallösungen 281.
— Korrektion für Temperatur 285.
Normalsäure 281, 285.
- Oleum** s. Schwefelsäure, rauchende.
Orsat-Apparat 124.
Orsat-Lunge-Apparat 126.
Oxalsäurelösung zur Bestimmung der Basis 290.
- Palladiumrohr** für fraktionierte Verbrennung 262.
Patentgesetze 98.
Perchlorat 229.
Pferdestärken 86.
Phosphate 243, 244.
Phosphorsäure, Bestimmung in Düngmaterialien 268, zitratlösliche 268.
Portlandzement 277, Rohmaterialien 277, Betriebskontrolle 279, Handelsware 279.
Pottasche des Handels 244.
— **Leblancverfahren** 241.
Pottaschelauge, spez. Gewichte 245, Einfluß der Temperatur 246.
Probeteicher 293.
Prozentische Zusammensetzung von chemischen Verbindungen 3.
Puzzolanen 280.
Pyrometer von Le Chatelier 128, von Heraeus 130, von Wanner 130.

- Quadrate** 66.
Quadratfuß, Quadratmeter 85.
Quadrat- und Rundeisen, Gewichte 93.
Quadratmeter Blech, Gewichte 93.
Quadratwurzeln 66.
- Rauchgase, Untersuchung** 124.
Reduktionskohle 193
Reduktionstabellen zwischen englischen und Meter-Maßen und Gewichten 86.
Rhodanammonium 255, 256.
Röhren, gußeiserne, Normal-tabelle 94.
— **aus Weichblei** 96.
Rohsoda der Leblancsodafabrikation 193.
Romanzement 280.
- Salmiakgeist** 257, spez. Gewicht der Lösungen 258.
Salpeter s. Chilisalpeter.
Salpetersäure, Bestimmung 227, 229, 237.
— **spez. Gewichte** 230, **Einfluß der Temperatur** 236.
— **Verunreinigungen** 237.
Salpetersäurefabrikation 226.
Salpetrige Säure, Bestimmung 161, 162, 237, 238.
— **Erkennung** 169.
Salze, ausgesogte 205.
Salzlösungen, gesättigte, spez. Gewicht und Prozentgehalt 27.
Salzsäure, Tabelle der spez. Gewichte 178.
— **Einfluß der Temperatur auf spez. Gewichte** 180.
— **Analyse** 180.
— **Bestimmung der zur Zersetzung von Braunstein erforderlichen** 182.
Salzsäurekondensation, Untersuchung d. Austrittsgase 176.
- Salzsole** 203.
— **ammoniakalische** 203.
Sauerstoff in Kammeraustrittsgasen 149.
— — **Leuchtgas** 261.
Säure, freie, in Sulfat 175, in **Bisulfat** 229, in **schwefelsaurem Ammoniak** 257, in **Düngstoffen** 270, in **Aluminiumsulfat** 276.
Säuren in Kiesofengasen 146.
— **des Schwefels und Stickstoffs in Kammergasen** 148.
Schlempenkohle 241, 242.
Schmelzsoda der Zellstoffabriken 202.
Schmelzwärmen 34.
Schmelzpunkte 31.
Schwefel, Bestimmung in Brennmaterialien 121.
— **(Rohschwefel), Untersuchung** 132.
— **Tabelle der Lösungen in Schwefelkohlenstoff** 133.
— **Bestimmung in Rohschwefel** 133.
— — — **Schwefelkies** 135.
— **Feinheitsgrad** 134.
— **Bestimmung in Kiesabbränden** 139.
— — **Blende** 140.
— — **des verwertbaren in Blende** 144.
— — **gerösteter Blende** 145.
— — **Leblancsoda - Rückstand** 196.
— — **in Leblancsodalauge** 196.
— — **in Gasreinigungsmasse** 265.
Schwefeldioxyd, Bestimmung nach Reich 145.
Schwefelkies 135.
Schwefellaugen 225.
Schwefelregeneration aus Leblancsodarückständen 224.

- Schwefelsäure, spezifische Gewichte 149, Einfluß der Temperatur darauf 155.
— Reduktion der Grädigkeit auf 15° 156.
— Siedepunkte 156.
— Schmelzpunkte 157.
— Spez. Gewichte der konzentrierten und rauchenden 158.
— quantitative Bestimmung der freien 160.
— Untersuchung auf Nebenbestandteile 161.
— rauchende, Gehalt an Trioxyd 159.
— — spez. Gewichte 160.
— — Untersuchung 171.
Schwefelsäureanhydrid 171.
Schwefelwasserstoff 225.
Schweflige Säure in Salzsäure 181.
Selen 169, 170.
Siedepunkte 34.
Silberlösung zum Titrieren 290.
— ammoniakalische 290.
Silikatkieselsäure 278, 280.
Soda s. Natriumcarbonat.
— des Handels 220.
— Tabelle der Handelsgrade 221.
Sodafabrikation 193.
Sodarückstand 195, 224.
Speisewasser für Dampfkessel etc. 130.
Spezifische Gewichte fester Körper 21.
— — von Flüssigkeiten 25, 26.
— — — Salzlösungen 27, s. a. Schwefelsäure, Soda etc.
Stärkelösung 288.
Steinkohlen, Charakteristik 120.
Steinsalz 174.
Stickoxyd in Kammeraustrittsgasen 148.
Stickstoff im Leuchtgas 264, in Düngstoffen 271.
— Bestimmung im Nitrometer 163, 166, nach Ulsch 271, nach Kjeldahl 271, organischer 272.
Stickstoffsäuren in Nitrosen 163, 169.
Sulfat, Untersuchung 175.
— Bestimmung s. Natriumsulfat.
Sulfurimeter 134.
Sulfide s. Natriumsulfid.
Sulfidschwefel in Leblanc-Sodarückständen 224.
Sylvinit 239.
Temperaturen, hohe 35.
Temperaturmessung 128.
Temperaturskalen, Vergleichung 28.
— Grade über dem Siedepunkt des Wassers 31.
Thiosulfatlösung 289.
Titansäure 273.
Ton für Zementindustrie 277.
Tonerde, Bestimmung in Sulfat 176, in Rohsodalauge 198, in Düngstoffen 270, in Tonerdepräparaten 274.
Tonerde des Handels 276.
Tonerdepräparate 272.
Traß 280.
Twaddell-Grade 295.
Unterchlorige Säure, freie 206.
— — Salze derselben s. Hypochlorite.
Verbrennung, fraktionierte 262.
Verbrennungswärmen verschiedener Brennstoffe 58.
— von Gasen 58.
— — Flüssigkeiten 60.
Vitriolöl s. Schwefelsäure.

- Warenzeichengesetze** 98.
Warenzeichenschutz in den Hauptländern 118.
Wärme, spezifische 55, 56.
Wärmeaufwand zur Erzeugung von Wasserdampf 57.
Wärmeeinheiten 57.
Wärmeleitungskoeffizienten 34.
Wasser, Siedetemperaturen 55.
— Volumina bei verschiedenen Temperaturen 52.
— für Kesselspeisung etc. 130.
— Härtebestimmung 130.
— Bestimmung der zur Reinigung erforderlichen Chemikalien 131.
— Bestimmung in Steinsalz 174.
— — — Puzzolanen etc. 280.
- Wasserdampf**, Spannkraft 53, 54.
Wasserdruck, Reduktion auf Quecksilberdruck 52, auf Schwefelsäuredruck 53.
Wasserstoff, Bestimmung im Leuchtgas 262.
Weldon-Verfahren 183.
- Zementindustrie** 277 (s. Portlandzement).
Zink, Bestimmung in Kiesen 137.
— — — Blende 140.
— — — Aluminiumsulfat 276.
Zinkblende, Untersuchung 140.
Zitratmethode für Bestimmung von Phosphorsäure 270.
Zugmessung 128.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Chemisch-technische Untersuchungsmethoden

Unter Mitwirkung von

E. Adam, P. Aulich, F. Barnstein, O. Böttcher †, A. Bujard,
C. Counciler †, K. Dieterich, K. Dümmler, A. Ebertz,
C. v. Eckenbrecher, A. Eibner, F. Fischer, F. Frank,
H. Freudenberg, E. Gildemeister, R. Gnehm, O. Guttmann †,
E. Haselhoff, W. Herzberg, D. Holde, W. Klapproth,
H. Köhler, Ph. Krelling, K. B. Lehmann, J. Lewkowitsch,
C. J. Lintner, E. O. v. Lippmann, E. Marckwald,
J. Meßner, J. Päßler, O. Pfeiffer, O. Pufahl, O. Schluttig,
K. Schoch, G. Schüle, L. Tietjens, K. Windisch, L. W. Winkler

herausgegeben von

Dr. Georg Lunge, und **Dr. Ernst Berl**,

emer. Professor der technischen Chemie am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, Privatdozent, Chefchemiker der Fabrique de Soie artificielle de Tubize, Belgien.

Sechste, vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage.

In vier Bänden.

I. Band. 1910.

693 Seiten Text, 72 Seiten Tabellen-Anhang. Mit 163 Textfiguren.

Preis Mk. 18,—;
in Halbleder geb. Mk. 20,50.

II. Band. 1910.

885 Seiten Text, 8 Seiten Tabellen-Anhang. Mit 138 Textfiguren.

Preis Mk. 20,—;
in Halbleder geb. Mk. 22,50.

III. Band. 1911.

1044 Seiten Text, 24 Seiten Tabellen-Anhang. Mit 150 Textfiguren.

Preis Mk. 22,—;
in Halbleder geb. Mk. 24,50.

IV. Band. 1911.

1063 Seiten Text, 58 Seiten Tabellen-Anhang. Mit 56 Textfiguren.

Preis Mk. 24,—;
in Halbleder geb. Mk. 26,50.

Landolt-Börnstein Physikalisch-chemische Tabellen

Vierte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

unter Mitwirkung hervorragender Physiker und Chemiker
und mit Unterstützung der

Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften

herausgegeben von

Dr. Richard Börnstein, und **Dr. Walther A. Roth**,
Professor der Physik an der Land- a. o. Professor der physikalischen
wirtschaftlichen Hochschule zu Chemie an der Universität zu
Berlin, Greifswald.

Mit dem Bildnis H. Landolts

1330 Seiten Lex.-8°. In Moleskin geb. Preis Mk. 56,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Der Betriebs-Chemiker. Ein Hilfsbuch für die Praxis des chemischen Fabrikbetriebes. Von Fabrikdirektor Dr. Richard Dierbach, Hamburg. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 117 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis Mk. 8,—.

Chemiker-Kalender. Ein Hilfsbuch für Chemiker, Physiker, Mineralogen, Industrielle, Pharmazeuten, Hüttenmänner usw. Herausgegeben von Dr. Rudolf Biedermann. In zwei Bänden. Erscheint alljährlich.

In Leinwand gebunden, Preis zusammen Mk. 4,40.

In Leder gebunden, Preis zusammen Mk. 5,40.

Die Fabrikation der Soda nach dem Ammoniakverfahren. Von H. Schreib, Fabrikdirektor. Mit 104 Textfiguren und 3 lithogr. Tafeln.

In Leinwand gebunden Preis Mk. 9,—.

Verflüssigtes Ammoniak als Lösungsmittel.

Materialien über die chemischen Eigenschaften des verflüssigten Ammoniakgases. Von J. Bronn. Mit Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis Mk. 6,—.

Die Fabrikation der Bleichmaterialien. Von Viktor Hölbling, k. k. Ober-Kommissär und ständiges Mitglied des k. k. Patentamtes, Honorar-dozent am k. k. Technologischen Gewerbemuseum und an der Exportakademie des k. k. Österr. Handelsmuseums in Wien. Mit 240 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis Mk. 8,—.

Kenntnis der Wasch-, Bleich- und Appreturmittel. Ein Lehr- und Hilfsbuch für technische Lehranstalten und für die Praxis. Von Ing.-Chem. Heinrich Walland, Professor an der k. k. Lehranstalt für Textilindustrie in Brünn. Mit 46 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis Mk. 10,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Das Trocknen mit Luft und Dampf. Erklärungen, Formeln und Tabellen für den praktischen Gebrauch. Von E. Hausbrand, Kgl. Baurat. Vierte, vermehrte Auflage. Mit Textfiguren und 4 lithograph. Tafeln. In Leinwand gebunden Preis Mk. 5,—.

Die Lehre vom Trocknen in graphischer Darstellung. Von Karl Reyscher, Ingenieur. Mit 33 Textfiguren. Preis Mk. 2,80.

Verdampfen, Kondensieren und Kühlen. Erklärungen, Formeln und Tabellen für den praktischen Gebrauch. Von E. Hausbrand, Kgl. Baurat. Fünfte, vermehrte Auflage. Mit 45 Textfiguren und 94 Tabellen. In Leinwand gebunden Preis Mk. 12,—.

Lehrbuch der Thermochemie und Thermodynamik. Von Professor Dr. Otto Sackur, Privatdozent an der Universität Breslau. Mit 46 Figuren im Text. Preis Mk. 12,—; in Leinwand gebunden Mk. 13,—.

Über die Nutzbarmachung der Kali-Endlaugen. Von Bergassessor Dr. Dietz. Preis Mk. 3,—.

Die Silicate in chemischer und technischer Beziehung. Unter Zugrundelegung der seitens der Göttinger philosophischen Fakultät preisgekrönten Hexit-Pentit-Theorie nebst Umwandlung derselben in eine allgemeine stereochemische Theorie. Von Dr. W. Asch und Dr. D. Asch-Berlin. Preis Mk. 16,—; in Leinwand gebunden Mk. 18,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Ölen, Seifen und Glycerinen sowie sonstigen Materialien der Seifenindustrie. Herausgegeben vom Verband der Seifenfabrikanten Deutschlands. Kartoniert Preis Mk. 2,40.

Handbuch der Seifenfabrikation. Unter Mitwirkung von F. Eichbaum, E. Noack, Dr. C. Stiepel, G. Weber und anderen Fachmännern, herausgegeben von Dr. C. Deite.

Erster Band: **Hausseifen und Textilseifen.** Vierte Auflage in Vorbereitung.

Zweiter Band: **Toiletteseifen, medizinische Seifen und andere Spezialitäten.** Dritte Auflage. Mit 85 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis Mk. 11,—.

Technologie der Fette und Öle. Handbuch der Gewinnung und Verarbeitung der Fette, Öle und Wachsarten des Pflanzen- und Tierreichs. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Gustav Hefter, Triest.

Erster Band: **Gewinnung der Fette und Öle.** Allgemeiner Teil.

Preis Mk. 20,—; in Halbleder geb. Mk. 22,50.

Zweiter Band: **Gewinnung der Fette und Öle.** Spezieller Teil.

Preis Mk. 28,—; in Halbleder geb. Mk. 31,—.

Dritter Band: **Die fettverarbeitenden Industrien.**

Preis Mk. 32,—; in Halbleder geb. Mk. 35,—.

Der vierte (Schluß-) Band, enthaltend die **Seifenfabrikation**, soll im Frühjahr 1914 erscheinen.

Der Seifenfabrikant. Zeitschrift für Seifen-, Kerzen- und Parfümerie-Fabrikation sowie verwandte Geschäftszweige. Organ des Verbandes der Seifenfabrikanten. Begründet von Dr. C. Deite, herausgegeben von O. Heller. Erscheint wöchentlich.

Preis viertelj. Mk. 3,—; f. d. Ausland zuzügl. Porto

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

**Benedikt-Ulzer, Analyse der Fette u. Wach-
arten.** Fünfte, umgearbeitete Auflage, unter Mit-
wirkung hervorragender Fachmänner bearbeitet von
F. Ulzer, Professor an der Technischen Hochschule
in Wien, Leiter der Versuchsanstalt für chem. Gewerbe
dasselbst, Dipl. chem. P. Pastrovich, Direktor der
Oleomargarin-, Kerzen- und Seifenfabrik „Salvator“ in
Wien und Dr. A. Eisenstein, Assistent am Techno-
logischen Gewerbemuseum in Wien. Mit 113 Textfiguren.
Preis M. 26,—; in Halbleder gebunden M. 28,60.

**Allgemeine und physiologische Chemie der
Fette.** Für Chemiker, Mediziner und Industrielle.
Von F. Ulzer und J. Klimont. Mit 9 Textfiguren.
Preis M. 8,—.

Die Chemie der trocknenden Öle. Von Dr. phil.
Wilhelm Fahrion, Chemiker und Betriebsleiter in
Höchst a. M. Mit 9 Textfiguren.
Preis M. 10,—; in Leinwand gebunden M. 11,—.

**Untersuchung der Kohlenwasserstofföle u.
Fette, sowie der ihnen verwandten Stoffe.**
Von Prof. Dr. D. Hold e, Abteilungsvorsteher am Kgl.
Materialprüfungsamt zu Berlin-Lichterfelde W., Dozent
an der Technischen Hochschule zu Berlin. Vierte,
verbesserte und vermehrte Auflage der „Untersuchung
der Mineralöle und Fette sowie der ihnen verwandten
Stoffe“. Mit 117 Fig. In Leinwand gebd. Preis M. 18,—.

**Wissenschaftliche Grundlagen der Erdöl-
bearbeitung.** Von Dr. L. Gurwitsch, Labora-
toriumschef bei der Verwaltung der Naphthaproduktions-
gesellschaft Gebr. Nobel in St. Petersburg. Mit 12 Text-
figuren und 4 Tafeln.
Preis M. 9,—; in Leinwand gebunden M. 10,—.

**Die flüssigen Brennstoffe, ihre Gewinnung,
Eigenschaften und Untersuchung.** Von
Dr. L. Schmitz, Chemiker. Mit 56 Textfiguren.
In Leinwand gebunden Preis M. 5,60.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Praktikum der quantitativen anorganischen Analyse. Von Professor Dr. Alfred Stock, Abteilungsvorsteher am Chemischen Institut der Universität Berlin, u. Privatdozent Dr. Arthur Stähler, Assistent am Chemischen Institut der Universität Berlin. Mit 37 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 4,—

Qualitative Analyse auf präparativer Grundlage. Von Prof. Dr. W. Strecker, Privatdozent an der Universität Greifswald. Mit 16 Textfiguren. Preis M. 5,—; in Leinwand gebunden M. 5,60.

Quantitative Analyse durch Elektrolyse. Von Professor Alexander Classen (Aachen). Unter Mitwirkung von H. Cloeren. Fünfte, neubearbeitete Auflage. Mit 54 Textabbildungen und 2 Tafeln. 1908. In Leinwand gebunden Preis M. 10,—.

Praktikum der Elektrochemie. Von Professor Dr. Franz Fischer, Vorsteher des elektrochemischen Laboratoriums der Kgl. Technischen Hochschule Berlin. Mit 40 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 5,—.

Grundriß der anorganischen Chemie. Von F. Swarts, Professor an der Universität Gent. Autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. Walther Cronheim, Privatdozent an der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin. Mit 82 Textfiguren.

Preis M. 14,—; in Leinwand gebunden M. 15,—.

Lehrbuch der analytischen Chemie. Von Dr. H. Wöbling, Dozent und etatsmäßiger Chemiker an der Kgl. Bergakademie zu Berlin. Mit 83 Textfiguren und 1 Löslichkeitstabelle.

Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 9,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.