

mit Generalregister zu Band 1 - 10

DIE TECHNISCHE
AUSNÜTZUNG DES BODENS
SEINE BONITIERUNG UND
KARTOGRAPHISCHE
DARSTELLUNG

DR. F. GIESECKE

 Springer

HANDBUCH DER BODENLEHRE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. E. BLANCK

O. Ö. PROFESSOR UND DIREKTOR DES AGRIKULTURCHEMISCHEN UND
BODENKUNDLICHEN INSTITUTS DER UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

ZEHNTER BAND

MIT

GENERALREGISTER ZU BAND I-X



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

DIE TECHNISCHE AUSNUTZUNG DES BODENS SEINE BONITIERUNG UND KARTOGRAPHISCHE DARSTELLUNG

BEARBEITET VON

DR. F. GIESECKE - GÖTTINGEN · PROFESSOR DR. G. KEPPELER
HANNOVER · PROFESSOR DR. G. NACHTIGALL - HAMBURG · PROFESSOR
DR. H. NIKLAS - WEIHENSTEPHAN · PROFESSOR DR. H. PLISCHKE
GÖTTINGEN · PROFESSOR DR. H. STREMME - DANZIG - LANGFUHR
DR. B. TIEDEMANN - BERLIN · DR. E. WASMUND - KIEL

MIT 51 ABBILDUNGEN UND 4 TAFELN

MIT
GENERALREGISTER ZU BAND I-X



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

ISBN 978-3-662-01869-9 ISBN 978-3-662-02164-4 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-02164-4

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.
COPYRIGHT 1932 BY SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG
URSPRÜNGLICH ERSCHIENEN BEI JULIUS SPRINGER IN BERLIN 1932
SOFTCOVER REPRINT OF THE HARDCOVER 1ST EDITION 1932

Vorwort.

Seit dem Erscheinen des ersten Bandes des Handbuches der Bodenlehre sind $3\frac{1}{2}$ Jahre verflossen, und es kann mit dem vorliegenden zehnten Bande das vollständige Handbuch nunmehr der Öffentlichkeit übergeben werden. In diesen $3\frac{1}{2}$ und mit den Vorarbeiten 4 Jahren zeitraubender und schwieriger gemeinsamer Arbeit mit einer großen Zahl von Fachgenossen und Wissenschaftlern benachbarter Wissensgebiete sowie dem Verlage Julius Springer ist es gelungen, das umfangreiche Werk zu Ende zu führen. Aber nur der, welcher selber in der Lage war, eine ähnliche Aufgabe zu lösen, wird die überwundenen Schwierigkeiten zu ermessen und zu beurteilen imstande sein. Daher richtet der Herausgeber an alle Leser und Benutzer des Handbuches die Bitte um verständnisvolles Entgegenkommen in der Beurteilung des Geleisteten.

Ein so umfangreiches Werk, wie das vorliegende, das mit 50 Mitarbeitern herausgegeben worden ist, kann nicht die Einheitlichkeit aufweisen, die es bieten würde, wenn es von einem Autor allein verfaßt worden wäre. Die hierdurch bedingten Mängel und Schattenseiten liegen daher auf der Hand und sind dem Herausgeber, wie solches besonders betont sein möge, wohl am besten bekannt. Andererseits ist es aber bei einer so ausgedehnten Behandlung des Stoffes schlechterdings unmöglich, daß ein einzelner Autor in der Lage ist, die in diesem Fall erforderlichen Spezialkenntnisse aufzubringen, um den Stoff im Rahmen eines Handbuches erschöpfend zur Wiedergabe zu bringen. Somit liegen naturgemäße Schwierigkeiten vor, die ohne weiteres nicht zu überbrücken sind und demzufolge mit in den Kauf genommen werden müssen. Die bisherige Kritik in der Besprechung der schon veröffentlichten Bände hat wiederholt und mit Recht auf ein solches Mißverhältnis hingewiesen, aber auch stets die vorliegenden Schwierigkeiten nicht verkannt, sondern sie gewürdigt und die dadurch wiederum andererseits bedingten Vorzüge des eingeschlagenen Verfahrens anerkannt.

Die Aufgabe eines Handbuches ist eine wesentlich andere wie die eines Lehrbuches, was niemals verkannt werden darf, denn während das Lehrbuch nur den Teil einer Wissenschaft zur Darstellung zu bringen hat, der als fest fundamantiertes Tatsachenmaterial zu gelten hat und somit das eigentliche Lehrgebäude darstellt, geht die Aufgabe des Handbuches viel weiter, indem dieses, wenn möglich, nicht nur das gesamte Tatsachenmaterial der Erkenntnisse einer Wissenschaft in der derzeitig abgeschlossenen Form und seiner historischen Entwicklung nach wiederzugeben gezwungen ist, sondern noch hierüber hinaus die Beziehungen und Verbindungen mit anderen Wissenschaften aufdecken und darstellen muß, um eben das möglichst allseitig abgeschlossene Bild von dem die betreffende Wissenschaft behandelnden Gegenstand zu entwerfen. Das ist aber gerade für den vorliegenden Fall der Erkenntnis vom Wesen des Bodens ein ganz besonders schwieriges Unterfangen, da das Objekt Boden nicht nur rein wissenschaftlicher Erkenntnis zugänglich ist, sondern auch besonders als wirtschaftliches und technisches Objekt weiteste Bedeutung genießt, so daß

dementsprechend allen diesen weitgehenden Bedürfnissen gemeinsam Rechnung getragen werden muß. In der bisher erfolgten Kritik ist trotzdem dem Handbuch verschiedentlich der Vorwurf gemacht worden, daß es in seiner Darstellung des Bodens vielfach zu weit gehe und Dinge in den Kreis der Betrachtung ziehe, die im Grunde nichts mehr mit dem „eigentlichen Boden“ zu tun hätten. Namentlich von landwirtschaftlicher Seite sind derartige Einwände öffentlich und auch in privaten Schreiben erhoben worden. Der Herausgeber darf wohl an dieser Stelle nochmals darauf hinweisen, daß derartige Einwände durchaus als unzulässig angesehen werden müssen, da der Boden nicht lediglich vom Gesichtspunkt seiner praktischen Bedeutung für die Landwirtschaft aufgefaßt werden darf, sondern als ein den Mineralen und Gesteinen entsprechendes und gleichberechtigtes Naturobjekt von allgemeinsten Verbreitung an der Erdoberfläche und nur gerade deshalb einer allgemeinen wissenschaftlichen Betrachtung fähig ist. Denn ein Werk, das selbst, wenn es noch so umfangreich wäre, den Boden nur vom Gesichtspunkt der Landwirtschaft betrachten und darstellen würde, könnte niemals den Anspruch, ein Handbuch der Bodenlehre zu sein, machen, und es würde insbesondere der eigentliche Zweck des vorliegenden Werkes, die Bodenlehre als eine selbständige naturwissenschaftliche Disziplin darzustellen, damit als verfehlt zu betrachten sein. Aber wie gerade die Besprechungen des Handbuches seitens der Fachvertreter der reinen Naturwissenschaften dargetan haben, erblickt und erkennt man hierin die fortschrittliche Bedeutung des Werkes.

Besonders in dem vorliegenden zehnten Bande tritt nun die soeben hervorgehobene und zum Teil bemängelte, weitgehende Behandlung des Bodens am stärksten in Erscheinung. Nach obigem Hinweis bedarf dieser Umstand zwar keiner weiteren Rechtfertigung, nur insofern als der Boden gerade in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht nicht so scharf wie sonst üblich umgrenzt erscheint, erweist es sich als selbstverständlich, daß hier nicht immer die strenge Grenze zwischen Boden, Gestein und Mineral hat aufrechterhalten werden können.

Nach Abschluß des Handbuches ist es dem Herausgeber ein besonderes Bedürfnis und eine angenehme Pflicht, allen denen aufrichtigst zu danken, die dem Werke zu seinem Gelingen ihre Mithilfe zur Verfügung gestellt haben. Hier seien nicht nur alle Autoren der einzelnen Kapitel des Handbuches genannt, sondern vor allen Dingen Herrn Dr. FERDINAND SPRINGER wärmster Dank zum Ausdruck gebracht, da es letzten Endes nur dem restlosen Einsatz seines Verlages zu verdanken ist, daß das Handbuch in der vorliegenden Form zur Wirklichkeit geworden ist. Desgleichen schuldet der Herausgeber seinen aufrichtigsten Dank den internen Mitarbeitern, Dr. F. GIESECKE, Dr. F. KLANDER, Fräulein Dr. E. v. OLDERSHAUSEN und Fräulein M. SCHÄFER für die viele anstrengende und zeitraubende Arbeit des unermüdlischen Korrekturlesens und der tätigen Mithilfe bei der Herstellung der Sach- und Autorenregister.

Möge damit das „Handbuch der Bodenlehre“ die Wünsche des Herausgebers erfüllen, nicht nur ein umfassendes Werk der Gesamterkenntnisse von der Natur und der Beschaffenheit des Bodens zu sein, das für die Weiterentwicklung unserer Wissenschaft von Nutzen ist, sondern vor allen Dingen der Bodenlehre die Wege zu der ihr innerhalb der Naturwissenschaften zukommenden Stellung einer selbständigen wissenschaftlichen Disziplin gebahnt zu haben.

Göttingen im Mai 1932.

E. BLANCK.

Inhaltsverzeichnis.

Die Bonitierung der Ackererde auf naturwissenschaftlicher Grundlage.

Von Professor Dr. H. NIKLAS, Weihenstephan.

	Seite
Die Zeit vor den Veröffentlichungen von A. v. THAER bis 1810	2
Die Zeit von 1810—1850, umfassend die Arbeiten von A. v. THAER und die seiner Schüler	4
Die Zeit von 1850—1900	11
Die Zeit von 1901—1929	30
Kurze Zusammenfassung	63

Die Bedeutung des Bodens in der Technik und im Wirtschaftsleben der Völker.

1. Die technisch-wirtschaftliche Ausnutzung des Bodens bei den Naturvölkern. Von Professor Dr. H. PLISCHKE, Göttingen. (Mit 21 Abbildungen) . .	65
Der Boden und die Naturvölker	65
Der Boden in der Schönheitspflege	67
Der Boden als Nahrungs-, Genuß- und Heilmittel	73
Der Boden in der Technik	79
Der Boden in der Wirtschaft der Naturvölker	90
Allgemeine Schlußbetrachtung	95
2. Die technische Nutzung der Moore. Von Professor Dr. G. KEPPELER, Hannover. (Mit 7 Abbildungen)	95
Eignung der Moore für technische Verwertung	95
Niedermoortorfarten	99
Hochmoortorfarten	101
Entwässerung der Moore	103
Torfgewinnung	108
Torftrocknung	113
Torfverwendung	120
Verwendung und Verarbeitung des jüngeren Moostorfes	120
Verwendung und Verarbeitung des älteren Moostorfes	125
3. Die wirtschaftliche Bedeutung der Seeböden. Von Privatdozent Dr. E. WASMUND, Kiel	129
4. Die Bedeutung des Bodens im Bauwesen. Von Oberingenieur Dr. B. TIEDEMANN, Berlin. (Mit 23 Abbildungen).	138
Einleitung	138
Der Erdbau	141
Der Grundbau	164
Bergbau und Tunnelbau	183
Baustoffkunde	185
Die natürlichen Bausteine	185
Die künstlichen Bausteine	186
5. Die Bedeutung des Bodens für Technik und Gewerbe. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen	196

	Seite
6. Die Bedeutung des Bodens in der Hygiene. Von Professor Dr. G. NACHTIGALL, Hamburg	207
Unmittelbare ursächliche Zusammenhänge zwischen Bodenbeschaffenheit und menschlichen Krankheiten	207
PETTENKOFERS lokalistische Bodenlehre	208
Die spezifischen Krankheitserreger und ihre Beziehungen zum Boden	211
Entfernere Zusammenhänge zwischen Bodenbeschaffenheit und menschlichen Krankheiten	217
Ratten und andere Tiere als Überträger von Krankheitserregern	220
Jodmangel als Ursache des endemischen Kropfes	224
Die gesundheitliche Bedeutung der sonstigen anorganischen wasserlöslichen Bodenbestandteile	227
Die Selbstreinigungskraft des Bodens, ihre Ausnutzung und ihr Mißbrauch in hygienischer Hinsicht	231
Die Vorgänge bei der Zersetzung organischer Substanzen im Boden	231
Verunreinigung des Bodens und des Wassers in ihm	233
Wasserreinigung mit Hilfe des Bodens	238
Beseitigung menschlicher und tierischer Ausscheidungen, Beseitigung und Reinigung häuslicher und gewerblicher Abwässer mit Hilfe des Bodens	244
Beseitigung der festen Abfallstoffe mit Hilfe des Bodens	251
Leichenbeerdigung	255

Die Bodenkartierung.

Von Professor Dr. H. STREMMER, Danzig-Langfuhr.

(Mit 7 Karten auf 4 Tafeln.)

Allgemeines über Bodenkartierung	259
Die Methoden der Kartenaufnahmen	260
Die Methoden der Kartendarstellung	265
Theoretische und praktische Karten	268
Die Bodenkarten der Erde, der Kontinente und der einzelnen Länder	269
Bodenkarten der Erde	269
Europa als Kontinent	271
Belgien	274
Bulgarien	275
Dänemark	276
Deutsches Reich	278
Estland	306
Finnland	307
Frankreich	309
Griechenland	314
Großbritannien	314
Irland	320
Italien	322
Jugoslawien	324
Lettland	326
Litauen	327
Niederlande	327
Norwegen	328
Österreich	329
Polen	339
Rumänien	346
Schweden	349
Schweiz	352
Spanien	355
Tschechoslowakei	355
Ungarn	363
USSR. Rußland	367

Inhaltsverzeichnis.

IX

	Seite
Asien	385
Nordamerika	391
Vereinigte Staaten von Amerika (USA.)	391
Kanada	407
Mittelamerika	408
Südamerika	408
Afrika	409
Australien	418
Gegenwärtiger Stand und Zukunft der Bodenkartierung	419
Berichtigungen zu Band I—X	429
Namenverzeichnis	436
Sachverzeichnis	445
Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes	459
Generalregister zu Band I—X. Bearbeitet von Dr. F. GIESECKE-Göttingen und Dr. ERIKA FREIIN VON OLDERSHAUSEN-Göttingen	462

Die Bonitierung der Ackererde auf naturwissenschaftlicher Grundlage.

Von H. NIKLAS, Weihenstephan.

Noch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde in den meisten deutschen Staaten zum Zwecke der Grundsteuererhebung mit der Bonitierung des Grund und Bodens begonnen. Diese Arbeiten haben sich im allgemeinen über Jahrzehnte erstreckt und bilden noch heute die Grundlage zur Besteuerung des landwirtschaftlichen Besitzes, obwohl sich inzwischen die hierfür maßgebenden Verhältnisse vielfach stark verändert haben. Daher ist nach einmütiger Auffassung eine Neubewertung des deutschen Grund und Bodens dringend notwendig geworden, und dieser Forderung wurde auch durch das sog. Reichsbewertungsgesetz vom 10. August 1925 Rechnung getragen. Verheißungsvolle Anfänge liegen bereits vor, um das landwirtschaftliche Vermögen auf Grund einer möglichst einwandfreien Neubewertung der einzelnen Grundstücke am sichersten, gleichmäßigsten und gerechtesten besteuern zu können. Überall tritt das Bestreben zutage, hierfür neue Wege zu zeigen, die zur Erreichung dieses hohen Zieles führen könnten.

Da die geschichtliche Betrachtungsweise am besten geeignet sein dürfte, durch die Kenntnis der Vergangenheit und deren Verbindung mit der Gegenwart, Schlüsse auf die zukünftige Gestaltung der Dinge zu ziehen, so wurde auch in vorliegender Arbeit dieser Weg beschritten. Gerade jetzt, wo alles davon abhängt, die Neubewertung des Grund und Bodens möglichst einwandfrei durchzuführen, dürfte es besonders geboten sein, die Entwicklung zu zeigen, welche die Bonitierung und Taxation der Ländereien von ihren ersten Anfängen im 18. Jahrhundert bis zum heutigen Tage gefunden hat. Aus dieser Erwägung heraus hat der Verfasser versucht, in historischer Reihenfolge die einzelnen Entwicklungsphasen der Bodenbonitierung zu schildern, und zu diesem Zwecke wurde die Einteilung in 4 aufeinanderfolgende Zeitabschnitte gewählt. Selbstverständlich erlaubte der der Arbeit vorgeschriebene Rahmen nur eine sehr gedrängte Schilderung, bei welcher das Bestreben maßgebend war, das Wesentliche unter Weglassung des weniger Wichtigen knapp aber doch zutreffend zu schildern. Am ehesten schien dieses Ziel dadurch erreichbar, daß versucht wurde, streng chronologisch das zu bringen, was die einzelnen Forscher im Lauf der Zeit taten, um die vielfachen Systeme der Bodenbonitierung zu begründen und auszugestalten. Auf diese Weise konnte auch im vorliegenden Falle zum Ausdruck gebracht werden, daß jeder Fortschritt nur allmählich und nicht immer auf geradlinigem Wege erreicht werden kann.

Daß die bekannteren Lehrbücher der Bodenkunde, wie z. B. die von E. RAMMANN, E. A. MITSCHERLICH, H. STREMMER und H. PUCHNER die Bodenbonitierung nicht eingehend behandeln können, dürfte insofern erklärlich sein, als diese ein angewandtes Gebiet ist und sich vielfach sehr der landwirtschaftlichen Betriebs- und Taxationslehre nähert. Aber auch diese beiden Wissenschaften bringen aus-

nahmslos, aus hier nicht näher zu erörternden Gründen, keine eingehendere und historische Schilderung der Bodenbonitierung. Diese ist eng mit mehreren naturwissenschaftlichen Disziplinen verknüpft und als ein Grenzgebiet derselben sowie der Taxationslehre zu betrachten. Außerdem sind gerade in den letzten Jahren eine Reihe von Arbeiten erschienen, welche auf dem Gebiete der Bodenbonitierung mehr oder weniger wegweisend sind, und die daher ebenfalls noch der Erörterung bedürfen. Das Hauptaugenmerk wurde im folgenden, soweit es der beschränkte Raum zuließ, der Schilderung der Bonitierung der Ackererde gewidmet, während die der Wiesen und Weiden nur mehr oder weniger gestreift wurde und die der forstlichen Böden ganz unterblieb.

Die Zeit vor den Veröffentlichungen von A. v. THAER bis 1810.

Schon vor den grundlegenden Arbeiten von A. v. THAER, des Begründers der Landwirtschaftswissenschaften, finden sich Autoren, welche sich das Studium der Bonitierung bzw. Taxation von Grundstücken zur Aufgabe gemacht haben. So sprach R. C. v. BENNIGSEN¹ bereits im Jahr 1771 aus, daß die Beschaffenheit des Bodens bzw. dessen Wert sich danach richte, welches Flächenmaß auf je einen Dresdener Scheffel Winterkornaussaat zu rechnen ist. Er äußerte sich zugleich auch über den Beruf der Taxatoren, die sich nicht bloß auf etwa vorgefundene alte Gutsanschlüge zu stützen hätten, sondern diese sollten, nach seinen eigenen Worten, das Feld ansehen, es begehen, wohl durch einen Spaten etwas aufwerfen, um auch den unteren Grund kennen zu lernen. „Hört man aber zu ihrer Unterrichtung etwa Ortsansässige fragen, ob dieses Feld guter, mittlerer oder schlechter Art sei und was für Früchte darauf gehören, so muß man sie vom Feld jagen, denn dieses müssen sie selbst wissen. Ob aber unfruchtbare Flächen im Feld vorhanden sind, darnach müssen sie schlechterdings fragen, weil selbige nicht zu allen Jahreszeiten sichtbar sind. Ebenso müssen sie sich erkundigen, ob man dieses Feld zum jährlichen Nutzen, also nach Gartenrecht oder nach Feldarten bestelle, wie man es zu bearbeiten pflege, wie stark man dünge, ob man spät oder zeitig säe bzw. ernte und über verschiedene wirtschaftliche Momente. Vor Eintritt der Okularbesichtigung haben sich die Taxatoren zu einigen, ob sie nach dem Grund oder nach dem Nutzen derselben taxieren wollen, denn zuweilen wird beides erfordert.“ R. BENNIGSEN spricht sich dann sehr entschieden dahin aus, daß man beides tun müsse, und daß beide Schätzungsarten jederzeit miteinander konkurrieren können und erst zusammen das Fundament zur richtigen Taxation bilden.

Es ist erstaunlich, wie richtig von ihm noch vor THAERS Zeiten die Grundlagen der heute noch geltenden Bonitierung erkannt wurden, wenn auch die Kenntnis des Bodens zur damaligen Zeit selbstverständlich noch eine recht mangelhafte und fast rein empirische war.

Zu gleicher Zeit ließ sich C. H. v. SCHWEDER² (1775) dahin vernehmen, daß es verfehlt wäre, den Wert eines Gutes aus dem bei öffentlicher Feilbietung erzielten Preise abzuleiten. Es wäre aber auch nicht sicher, den Wert der Güter nach dem Anlageregister und Steueranschlügen anzunehmen, da statt der tatsächlichen Verhältnisse zumeist weniger angegeben werde. Auch die Kaufbriefe könnten keine sichere Grundlage hierfür bilden. Nach dem Pachtzinse sei auch kein richtiger Anschlag zu machen, denn jener richte sich nach den Zeiten, ob sie teuer oder wohlfeil wären, und die Pächter hätten oft keine Kenntnis von der Be-

¹ BENNIGSEN, R. v.: Ökonomisch, juristische Abhandlung vom Anschlag der Güter von Sachsen. Leipzig 1771.

² SCHWEDER, C. H. v.: Gründliche Nachricht von gerichtlicher und außergerichtlicher Anschlagung der Güter nach dem jährlichen Abnutz. Berlin 1775.

schaffenheit des Gutes oder wären froh, pachten zu können. Wir hören von SCHWEDER, daß es in Pommern seinerzeit sehr gebräuchlich war, die Güter stückweise zu taxieren, z. B. Gebäude, Scheunen, Ställe, Waldungen usw. und hierauf die erhaltenen Werte zu addieren, was indes 1775 nicht mehr in Gebrauch war. Dagegen wurden die Bauernhöfe nach ihm recht häufig nach dem Dienstgeld veranschlagt, welches ein Bauer geben kann. Die gebräuchlichste Art war die, nach dem Abnutz oder Ertrag zu veranschlagen. Alle Einkünfte und Nutzungen wurden dabei festgestellt, die Unkosten abgezogen und der Rest bei einem Zinsfuß von 5 oder 6% kapitalisiert. Bemerkenswert ist, daß damals schon, entgegen der späteren Roggenwertberechnung, die Veranschlagungen in Geldwert vorgenommen wurden, und daß man sich bereits bemühte, aus den Erträgen und den Unkosten den Reingewinn und daraus die Grundstückswerte als solche zu berechnen. Auch das, was dieser Autor über die seinerzeitige gerichtliche Veranschlagung nach dem jährlichen Abnutz, über die Tätigkeit der Richter, der Landmesser und der sonstigen bei solchen Schätzungen beteiligten Persönlichkeiten schreibt, ist nicht ohne Interesse.

K. C. FÄRBER¹ (1796) spricht sich ebenfalls schon über die Wertschätzung einzelner Güter mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Bodens und dessen Ertrag aus. Auch gibt er eine „Instruktion für die Wirtschafts- und Ackerverständigen-Achtsleute, welche die adeligen Güter klassifizieren und taxieren wollen“. Er bemängelt insbesondere, daß auf die Beschaffenheit des Bodens dabei fast keine Rücksicht genommen wurde, während auch eine ins einzelne gehende Untersuchung der Eigenschaften eines Gutes notwendig wäre. „Man soll sich nicht durch die obere Ackerlage blenden und bestechen lassen, sondern die darunter stehenden Erdarten untersuchen, weil jene erst durch diese ihre Wertbestimmung erhalten kann. Hierzu ist ein Erdbohrer zu gebrauchen. Beim Heu müsse man auch dessen Qualität erforschen.“ FÄRBER teilt bereits die Äcker in 4 Klassen ein und spricht klar aus, daß die Wertbestimmung von diesen und den Wiesen sich nach deren möglichen Produktionsertrag zu richten habe, welcher von der individuellen Beschaffenheit abhängt. Es wurde also zu jener Zeit bereits nicht nur die Forderung erhoben, dem Boden wesentliche Beachtung zu schenken, sondern für Bonitierungszwecke auch schon die Bedeutung der Bodenerträge gewürdigt.

J. F. MEYER² (1805) stellt die Forderung auf, „daß bei der Bonitierung der in Frage kommende Boden vorerst in Klassen auseinander gesetzt und dann durch sachkundige Taxatoren der Wert der Klassen bestimmt werde“. Nach ihm wäre eine chemische Untersuchung zwar am richtigsten und brauchbarsten, doch ist diese wegen ihrer Weitläufigkeit nicht anwendbar. Sodann bringt K. C. EIGENBRODT³ (1807) in einer 25 Seiten starken Veröffentlichung nur eine Erwiderung auf eine anonym herausgegebene Schrift unter dem Titel: „Vermögenssteuer des Herzogtums Westfalen“, in welcher behauptet wird, daß die zur Tilgung der Landesschulden bestimmte Vermögenssteuer den großen Gutsbesitzer verhältnismäßig hoch gegenüber dem Bauer traf. Weitere wesentliche Gesichtspunkte, welche über den Stand der Bodenbonitierung in jener Zeit Aufschluß erteilen könnten, sind in diesem Aufsatz nicht enthalten.

¹ FÄRBER, K. C.: Grundzüge der Wertschätzung der Landgüter in Mecklenburg. Schwerin 1796.

² MEYER, J. F.: Grundsatz und Anleitung zum Bonitieren, wie auch zu anderen bei der Gemeinheitsteilung und den Veranschlagungsgeschäften vorkommenden Arbeiten. Celle 1805.

³ EIGENBRODT, K. C.: Bemerkungen über die Ermittlung des Reinertrages der Äcker für den Zweck der Steuerkataster. Dortmund 1807.

Es läßt sich jedenfalls ganz allgemein feststellen, daß man bereits vor THAER die Böden nach der Schwierigkeit der Bearbeitung einteilte in 1. schweren oder Tonboden, 2. mittelschweren oder Lehmboden, 3. leichten oder Sandboden. Nach den Früchten, welche dieselben tragen, wurden sie in Weizen-, Gersten-, Hafer- und Roggenboden eingeteilt.

Das älteste deutsche Bonitierungssystem hatte nach ROTHKEGEL¹ Mecklenburg seit 1755, welches sich außerordentlich lange gehalten hat. Dieses Klassifikationssystem baute sich im Gegensatz zu den später in Deutschland im Gebrauch befindlichen Schätzungsverfahren nicht auf den Erträgen, sondern auf den Scheffeln Saat auf².

Die Zeit von 1810—1850, umfassend die Arbeiten von A. v. THAER und die seiner Schüler.

Durch die auch auf dem Gebiete der Bonitierung und Taxation der Böden tiefeschürfenden und umfassenden Arbeiten von A. v. THAER wurden wichtige und wertvolle Erkenntnisse gewonnen und die Bodenbonitierung in ein System und damit auch in neue Bahnen gelenkt. Die heute in manchen Dingen noch grundlegenden Arbeiten dieses bedeutenden Mannes wurden von seinen Schülern zunächst in enger Anlehnung an seine Lehre weitergefördert und bildeten den Ausgangspunkt zu einem Arbeits- und Forschungsgebiet, dessen Umfang sich heute kaum mehr noch übersehen läßt.

Auch THAER³ unterscheidet bereits scharf zwischen Bonitierung und Taxation. Erstere geschieht nach gewissen Bodenmerkmalen, letztere durch Kalkulation. Man habe somit die Bodeneigenschaften mit der jeweiligen Ertragsfähigkeit in Beziehung und Einklang zu bringen, und daher wäre jede Bodenart physisch und ökonomisch zu charakterisieren. Im ersteren Falle sind die Mengenverhältnisse der Bestandteile des Bodens und des Untergrundes, seine Lage und seine Kultur maßgebend, worunter insbesondere die ihm zuteil gewordene Kultur und Bearbeitung zu verstehen sind, desgleichen Be- oder Entwässerung. Dagegen sind für die ökonomische Bearbeitung der Nutzungswert bzw. der Reinertrag bestimmend. Beide Klassifikationen sind streng zu unterscheiden und getrennt durchzuführen. Durch systematische Sammlung und Vergleichung der dabei gewonnenen Ergebnisse erhofft THAER die Möglichkeit, für jede Bodenart, deren Beschaffenheit bekannt ist, den Ertrag anzugeben.

Er unterscheidet bereits 20 Bodenvarietäten, aus deren Bezeichnung eine Mitberücksichtigung des Bodenwertes ersichtlich ist. In einer anderen Klassifikation gibt er 8 Klassen an, die wieder in kalkhaltige, kalklose, lehmige, tonige usw., in arme, vermögende und reiche Unterabteilungen eingeteilt sind. Obwohl er seine Klassifikation als eine chemische bezeichnet, gründet sie sich doch auf die mineralischen Bestandteile Sand, Ton, Kalk und den Humus, die das physikalische Verhalten des Ackerbodens namentlich bedingen. Was die Beurteilung der Bodenverhältnisse anlangt, so ist nach ihm die Bindigkeit, der Gehalt an Sand, die Tiefe der Ackerkrume, sowie die Farbe des Bodens wichtig. Auch gibt er schon einige Anleitungen zum Bestimmen der Böden nach äußeren Merkmalen. Als mittlere Mächtigkeit bzw. Tiefe, welche ein fehlerfreier Boden haben soll, nimmt

¹ ROTHKEGEL, W.: Handbuch der Schätzungslehre für Grundbesitzungen, S. 318. Berlin: Parey 1930.

² Vgl. hierzu BALCK: Dominiale Verhältnisse. Wismar u. Rostock 1864. — Ferner MIELCK: Die mecklenburgische Bonitierung nach Scheffel Saat. Rostock 1926.

³ THAER, A. v.: Über die Wertschätzung des Bodens. Berlin 1811. — Versuch einer Ermittlung des Reinertrages der produktiven Grundstücke. Berlin 1813. — Ausmittlung des Reinertrages der produktiven Grundstücke usw. Hannover 1813.

THAER 6 Zoll an, und mit jedem Zoll nach der Tiefe zu vermehre sich der Wert des Bodens um 8%, und zwar bis zur Tiefe von 12 Zoll, dann nur noch um je 5%. Ist der Boden aber nicht 6 Zoll mächtig, so fällt sein Wert mit jeder weiteren Verminderung der Tiefe in dem gleichen Verhältnis (8%). Ferner weist THAER auf die Übereinstimmung im Wuchs der Pflanzen mit den Bodenverhältnissen hin und gibt mehrere Leitpflanzen für die wichtigsten Bodenarten an. Doch mahnt er bei derartigen Studien zur Vorsicht, da Täuschungen leicht möglich sind.

Bezüglich seiner Klassifikation nach Früchten (ökonomische) unterscheidet er: 1. Weizenboden, a) starken, b) gewöhnlichen Weizenboden; 2. Gerstenboden, a) starken, b) schwachen Gerstenboden; 3. Haferboden, a) starkes, b) mittleres, c) schwaches Haferland, wozu die zu leichten und die zu schweren Bodenarten gehören; 4. Roggenland, a) 3jähriges, b) 6jähriges und c) 9jähriges Roggenland. Er hat sodann die Güte der Bodenarten, soweit er sie beurteilen konnte, und deren Fruchtbarkeit zueinander in Beziehung gesetzt und z. B. den humosen Tonboden, den humosen strengen Boden sowie den reichen Mergelboden und den reichen Tonboden als starke Weizenböden bezeichnet, während Mergel-, Ton- und Lehmböden zu den Weizenböden und humoser Sandboden zum starken Gerstenboden gerechnet wurden. Sandiger Lehm und lehmiger Sand sind Haferböden, während die verschiedenen Sandböden dem Roggenboden zugeteilt wurden. Die Lehmböden entfallen auf die verschiedenen Gerstenböden. Die Ertragsfähigkeit von Böden mit verschiedenen Mengenverhältnissen ihrer Bestandteile kann u. a. gleich sein, da selbst eine Vertretbarkeit der einzelnen Bodenbestandteile möglich ist. Ein fehlerhaftes Mengenverhältnis könne ferner durch die Ortslage verbessert werden und umgekehrt. Ähnliche Einflüsse können vom Untergrund aus erfolgen. Unter Berücksichtigung all dieser Verhältnisse hat THAER nun eine sog. ökonomische Klassifikation des Bodens aufgestellt und diese in einer umfangreichen Tabelle niedergelegt.

In dieser tabellarischen Übersicht gibt er dann noch jeweils die Gehalte an Ton, Sand, Kalk und Humus an und ein zwischen 2—100 liegendes Wertverhältnis für die einzelnen Böden. So hat z. B. der humose Tonboden die Wertzahl 100, der Mergelboden die Wertzahl 75, der sandige Lehmboden 40 und der Sandboden die Zahl 10 bis herab zu 2. Also liegt schon von THAER der erste Versuch vor, einige die Fruchtbarkeit beeinflussende Momente in Zahlen auszudrücken. Man kann ruhig behaupten, daß seine ökonomische Klassifikation von allen Systemen, die praktisch verwendet wurden, das grundlegendste und einflußreichste geworden ist. Denn das, was den Landwirt am meisten interessiert, ist hier angeführt: Entsprechende Bodenbezeichnung, Art der Hauptgemengteile, Krumentiefe, Beschaffenheit des Untergrundes, Lage, Beackerung, die Hauptfrüchte nebst ihrem Ertrag sowie die relative Wertabstufung, und dabei hat man es nur mit 10 Klassen zu tun.

Berücksichtigt hat THAER auch den Umstand, daß innerhalb der Böden der gleichen Klasse aus verschiedenen Gründen doch noch größere Ertragsunterschiede auftreten können und auch tatsächlich nicht selten zu verzeichnen sind. Aus diesem Grunde hat er für die Festsetzung der Erträge innerhalb der einzelnen Klassen einen gewissen Spielraum gelassen. Er verzeichnete deshalb nicht nur die durchschnittlichen Erträge, sondern auch die Grenzen, innerhalb welcher die Reinerträge allenfalls nach oben oder unten sich bewegen können. Auch den Einfluß der Entfernung des Hofes vom Markt sowie der Grundstücke vom Hofe hat er dadurch zu berücksichtigen versucht, daß er prozentuale Zu- und Abschläge seinen Normalwerten anfügt.

Nach seinem System wurden durchgeführt: Die Geschäftsanweisung des Grundeigentums im Königreich Sachsen, die technischen Instruktionen für

die Auseinandersetzungsangelegenheiten in den einzelnen Ländern und Provinzen.

Bei der Ausarbeitung seines Schätzungssystem für Weiden ist THAER nach W. ROTHKEGEL¹ bereits in der Weise vorgegangen, daß er zu bestimmen suchte, „wieviel Vieh gewisser Art auf der natürlichen Weide seine zureichende Nahrung findet, und wieviel dieses Vieh bei gewöhnlicher Behandlung eintrage“. Er reduzierte den Weidebedarf der verschiedenen Vieharten auf „Kuhweide“ und nahm an, daß, wo eine Kuh weidet, auch $\frac{2}{3}$ Pferde oder $\frac{3}{4}$ Zugochsen, $1\frac{1}{2}$ Füllen, 2 Färsen, 10 Schafe, 8 Schweine oder 24 Gänse weiden könnten. Er brachte alsdann diese „Kuhweide“ mit seinen Ackerklassen in Verbindung und stellte fest, wieviel Morgen einer jeden Klasse zur Weide für eine Kuh notwendig wären. THAER hat festgestellt, daß eine „Kuhweide“ mit der Verhältniszahl 72 seines Ackerschätzungsrahmens anzunehmen sei, und danach berechnete er für sämtliche Ackerklassen das Wertverhältnis, das bei ihrer Benutzung als Weide anzunehmen ist. Für die Schätzung von Viehweiden war hiernach Voraussetzung, daß sie zunächst als Ackerland bonitiert wurden. Für die Schätzung der eigentlichen Fettweiden gab er keine Anhaltspunkte, auch für Wiesen hat er kein eigentliches Bonitierungssystem aufgestellt.

THAER hat jedenfalls Außerordentliches in dieser Beziehung geleistet. Doch steht er, der Schöpfer der Humustheorie, zu stark unter dem Eindrucke der Bedeutung des Humus für den Boden. Auch sprach er diesem zu große Prozentsätze an Humus zu. Ferner kannte er die Kalkböden nicht aus eigener Erfahrung und hat sie daher auch nicht berücksichtigt. Dies ist auch bezüglich der Einwirkungen des Klimas auf den Boden der Fall, und die Erfolge der Pflanzenzüchtung konnte THAER natürlich ebenfalls noch nicht mitverwerten. Der damaligen Zeit entsprechend hat er alles in Roggenwerten berechnet, worüber später noch zu sprechen sein wird. Selbstverständlich kann diese Art der Berechnung für die jetzigen Verhältnisse nicht mehr passen. Somit darf trotz all des Grundlegenden, was er geschaffen hat, sein ganzes System heute nicht mehr als einwandfrei und unmittelbar verwendbar bezeichnet werden. Auch ist es für ein ganzes Land wie Deutschland nicht anwendbar.

In vielfach recht enger Anlehnung an THAER haben seine Schüler nach ihm dessen Bonitierungssysteme übernommen und sich ebenfalls mit der Ertragswerttaxe und ihrer Feststellung befaßt, bis es später, etwa um die Jahrhundertwende, VON DER GOLTZ möglich war, mittels eines wohldurchdachten Schätzungssystemes derselben die Bahn zu ebnen.

G. v. FLOTOW² (1820) ist der Auffassung, daß der Taxator auf Grund verschiedener Kennzeichen die Böden in die ihnen entsprechende Klasse einzuordnen habe. Als solche bezeichnet er die physische Beschaffenheit des Bodens, die Tiefe der Ackerkrume, den Untergrund, die Lage des Ackers und sein Verhalten bei der Bearbeitung. Die angebauten Früchte, die wildwachsenden Pflanzen sowie Düngung, Einsaat und Höhe der Ernten sind weitere Anhaltspunkte, und die von ihm aufgestellte ökonomische Klassifikation schließt sich bis auf wenige Abänderungen sehr eng an die von THAER an.

Er berechnete den Rohertrag und zum Zwecke der Bestimmung des Reinertrages auch die Produktionskosten. Ähnlich wie bereits THAER berücksichtigt

¹ ROTHKEGEL, W.: Handbuch der Schätzungslehre für Grundbesitzungen, S. 257. Berlin: Parey 1930.

² FLOTOW, G. v.: Versuch einer Anleitung zur Fertigung der Ertragsanschläge über Landgüter. Leipzig 1820. — Das Verfahren bei der Fertigung der Ertragsanschläge über Landgüter. Leipzig 1822. — Wiesenklassifikation. Abdruck in „Klassifikationssystem für Ackerland und Wiesen“. Plieningen 1828.

er ferner die Entfernung des Hofes vom Markte durch entsprechende Zu- und Abschläge, außerdem aber auch andere den Wert bestimmende Faktoren, wie z. B. die Besitzzersplitterung, die Geländegestaltung, das Klima usw. Unter Berücksichtigung desselben und der Höhenlage über dem Meeresspiegel teilt er die Böden Sachsens in 5 Stufen und schafft für dieses Land eine eigene Acker- und Wiesenklassifikation, welche ausschließlich für dasselbe gelten sollen. Nach diesen Grundlagen wurden später für die Grundsteuerbonitierung des Königreiches Sachsen die Wiesen bewertet, wie seine Wiesenklassifikation überhaupt als erste eingehendere dieser Art bezeichnet werden kann. Seine Feststellung, daß bei den Wiesen der Feuchtigkeitsgehalt wichtiger als die Bodenbeschaffenheit an sich sei, besitzt heute noch Geltung. Den Wert des Heues berechnet er in Scheffel Roggen, und zu diesem Zwecke unterscheidet er zwischen 4 verschiedenen Heuarten.

FLOTOW gibt in seiner letzten, 1822 erschienenen Veröffentlichung ein Beispiel für die Veranschlagung eines Kammergutes zwecks Verpachtung. Die Grundstücke werden von den Boniteuren beschrieben, der Befund gibt Aufschluß über die Zusammensetzung der Böden, deren Feuchtigkeitsverhältnisse, Bearbeitbarkeit, den Untergrund sowie die vorkommenden Unkräuter und die darauf angebauten Früchte. Auf Grund aller dieser Feststellungen wurde dann jedes Grundstück in eine entsprechende Bodenklasse eingeordnet.

M. SCHÖNLEUTNER¹ (1822) hat ein Bonitierungsverfahren nach der Kleefähigkeit aufgestellt, wobei er die Kleefähigkeit der Böden als Grundlage nimmt und 6 Klassen kleefähiger und 3 Klassen nicht kleefähiger Bodenarten beschreibt. Klasse I ist nach ihm ausgezeichneter Luzerneboden, der 4 Schnitte mit mindestens 90—120 dz Heu je Hektar gibt; Klasse II ist guter Luzerneboden, der in 3 Schnitten einen Ertrag gibt, der um 25—33 % geringer ist als I; Klasse III ist ein vorzüglicher Rotkleeboden, der in 2—3 Schnitten zusammen 60—75 dz Heu je Hektar bringt; Klasse IV ist ein guter Rotkleeboden der 45—60 dz Heu liefert; Klasse V ist ein guter Esparsetteboden, der in 2 Schnitten 37—52 dz Heu gibt und Klasse VI ist ein geringer Esparsetteboden mit nur einem Schnitt. Zu diesen kleefähigen Bodenarten, die von SCHÖNLEUTNER auch nach ihrer Beschaffenheit kurz gekennzeichnet werden, kommen folgende nicht kleefähige Bodenarten: Klasse I: Böden mit übermäßiger Feuchtigkeit (Sumpf, Moor, Torf), Klasse II: Böden mit zu geringem Zusammenhang (Moor und Torf in trockener Lage, Flugsand, grobkörniger Sand und Grand- und Kiesboden), Klasse III: Böden mit zu seichter Krume (Moor- und Sandboden ohne die Bedingungen zum Kleebau). Sein System ist ein Übergang von den ökonomischen zu den naturwissenschaftlichen. Als Tiefwurzler besagen die Kleegevächse auch manches über den Untergrund. Luzerne ist in dieser Hinsicht am anspruchsvollsten, dann folgt Rotklee und schließlich Esparsette. Jedenfalls sind die verschiedenen Kleearten empfindlicher gegen die Standortfaktoren als die Getreidearten, doch dürften 6 Klassen zu wenig sein, und die Kleefähigkeit allein kann unmöglich maßgebend für die Bonitierung werden. Schließlich spielen manche Umstände mit, welche ein Versagen der Leguminosen bedingen, ohne daß der Boden daran Schuld trägt, denn bei allen geringeren Bodenarten kann von Klee-

¹ SCHÖNLEUTNER, M.: Berichte über die Bewirtschaftung der königlich-bayerischen Staatsgüter Schleißheim, Fürstenried und Weihenstephan im Jahre 1819/20. München 1822. — Jb. Landw. Bayern 1823/24. — Entwurf einer Theorie des Ackerbaues IV. In M. SCHÖNLEUTNER u. L. ZIERL: Jb. kgl. bay. landw. Lehranst. zu Schleißheim 1, 174. München 1828. — Die landwirtschaftlichen Musterwirtschaften im Königreich Bayern und ihre Gegner. München 1830. — Nachrichten über die königliche landwirtschaftliche Schule in Weihenstephan. München 1810. — Theorie des Ackerbaues nach physikalischen, durch vieljährige Erfahrungen geprüften Grundsätzen. München 1828.

fähigkeit überhaupt nicht die Rede sein. Diese ist wohl ein günstiges Zeichen für den Boden, aber ihr Fehlen besagt nicht immer, daß derselbe daran schuld wäre. Die Ursache z. B., warum ein Boden eventuell keine Luzerne trägt, kann auch in der Fruchtfolge, der Witterung, der Kleefähigkeit oder Graswüchsigkeit liegen, so daß die Bodenbeschaffenheit allein nicht immer ausschlaggebend zu sein braucht. Auch hat SCHÖNLEUTNER eine Reihe von Kleearten gar nicht berücksichtigt und war somit sehr einseitig. Sein Verfahren hat sich nirgends praktische Geltung verschafft, kann aber als Ergänzung zu einem anderen wertvolle Grundlagen geben. Immerhin hat es dazu beigetragen, die alten Systeme mehr von Mängeln zu befreien und zu verbessern.

J. G. KOPPE¹ (1823) klassifiziert als erster ausgesprochen nach dem Reinertrag und gibt für jede seiner 10 Hauptklassen an, wie viele Scheffel Roggen sie bringen. Er rechnet ebenso wie THAER mit Roggenwerten und zieht dabei Aussaat und Bewirtschaftungskosten von den Rohträgen ab. Der Boden wird in jeder Klasse nach seinen Hauptbestandteilen gekennzeichnet, und er nimmt für Klasse 1—6 die verbesserte Dreifelderwirtschaft und für Klasse 7—10, welche die schlechtesten Klassen darstellen, die Koppelwirtschaft an. Dann berechnet er den Rohertrag der darauf gebauten Früchte und hieraus den Reinertrag pro Morgen in Roggenwerten. Er hat alsdann, ebenso wie THAER, den Reinertrag der besten Klasse gleich 100 gesetzt und die Reinerträge der übrigen Klassen hierzu in Beziehung gebracht, so daß sich hieraus Verhältniszahlen des Reinertrages ergeben.

Bei ihm gibt Klasse 1 einen Reinertrag von 5 Scheffel und Klasse 10 einen solchen von 0,36 Scheffel Roggenwert. Als Maß- und Werteinheit nimmt er $\frac{1}{24}$ Berliner Scheffel Roggen, nach welchem von ihm alles berechnet wird. Doch sind seine Roh- und Reinertragsberechnungen heute nicht mehr brauchbar, weil sich u. a. auch deren gegenseitiges Verhältnis seitdem stark verändert hat. Auch sonst ist gegen die Roggenwertberechnung vom heutigen Standpunkte aus gar mancherlei einzuwenden. Wenn damals der Tauschwert des Roggens beständiger als Geld war, so hat sich dieses seitdem sehr geändert und auch das Preisverhältnis der Getreidearten zueinander ist keinesfalls stabil. Inzwischen sind die schmackerhafteren Erzeugnisse wie Milch, Butter und Fleisch gegenüber dem Getreide verhältnismäßig schnell an Wert gestiegen, und Geld ist jetzt der Maßstab für alles geworden. Kein Wunder daher, wenn die von ihm seinerzeit aufgestellten Klassen heute nicht mehr gelten können, und der Grund, daß dieses System damals keinen Eingang gefunden hat, liegt u. a. darin, daß der Reinertrag von anderen Faktoren als vom Boden in besonderem Maße abhängig ist. Auch wirtschaftliche Momente wurden dabei unklarerweise mit einbezogen. Nicht unerwähnt möge bleiben, daß KOPPE auch versucht hat, die Weiden zu klassifizieren, und zwar geschieht dies nach sog. „Kuhweiden“, die die Fläche bezeichnen, welche eine Kuh von 250—300 kg Schlachtgewicht während des Sommers zu ernähren vermag. Dieses Durchschnittsgewicht ist natürlich für unsere jetzigen Verhältnisse viel zu gering, und das Nahrungsbedürfnis einer Kuh kann nicht ohne weiteres mit dem eines anderen Haustieres verglichen werden. Deshalb hat man später bei den Versuchen, auch die Weiden zu bonitieren und zu klassifizieren, andere Beurteilungsmomente herangezogen, wie zur gegebenen Zeit gezeigt werden soll.

J. F. SCHMALZ² (1824) hat ein Klassifikationssystem aufgestellt, das sich an das von THAER anschließt und insbesondere dadurch gekennzeichnet ist, daß

¹ KOPPE, J. G.: Unterricht in Ackerbau und Viehzucht. Berlin 1823.

² SCHMALZ, J. F.: Anleitung zum Bonitieren und Classifizieren des Bodens. Leipzig 1824. — Veranschlagung ländlicher Grundstücke. Königsberg 1829. — Versuche einer Anleitung zum Bonitieren und Klassifizieren des Bodens. Leipzig: Fleischer 1833.

es die Böden nach äußeren Merkmalen beurteilt und den Prozentgehalt der Hauptbodenbestandteile angibt. Letzteres erleichtert die Einreihung der Böden in die einzelnen Klassen sehr. Ferner enthalten seine Tabellen die auf den einzelnen Böden sicheren Früchte als deren Hauptfrüchte. Dieses erleichtert ebenfalls die Charakterisierung der Böden für den Landwirt, welcher durch die genaue Angabe äußerer Kennzeichen derselben, wie Aussehen im trocknen und feuchten Zustande und deren Verhalten zu Wasser wertvolle Angaben erhält. Allerdings fehlen in seiner Klassifikation ebenso wie bei THAER die Kalkböden, und dessen hohe Humussätze behält er ebenfalls bei. SCHMALZ hat bereits im Jahre 1833 festgestellt, wieviel Weidefläche unter den verschiedensten Verhältnissen auf je 1 Stück Großvieh entfällt. Nach ihm braucht ein solches auf den geringsten Weiden 24 mal so viel Fläche als auf den besten.

A. BLOCK¹ (1834) gibt den Durchschnittsrohertrag gleich THAER und KOPPE in Roggenwerten an, doch berechnet er die sämtlichen Wirtschaftskosten nicht besonders, sondern gibt sie in Prozenten des Rohertrages an. Beim Boden 1. Klasse, dem besten Boden, macht er einen Abzug von wenigstens 50%, und dieser Abzug steigt mit geringer Fruchtbarkeit prozentisch an. Um die dabei unvermeidlichen Fehler zu verbessern, nimmt er sehr viele Abstufungen, und zwar bis zu 82 vor. Das geht natürlich viel zu weit. Auch sonst ist eine derartige Verallgemeinerung, besonders unter den heutigen Verhältnissen, durchaus unangebracht. Für die Klassifizierung stellt BLOCK allerdings nur 10 Klassen auf, und zwar die höchste für den fruchtbarsten Boden mit 10 Scheffel Roggenwert jährlichen Durchschnitts-Bruttoertrages pro Morgen und die niedrigste, für Ackerbau noch rentable Klasse, mit einem Scheffel Roggenwert. Um eine genauere Unterscheidung zu erreichen, wird jede Klasse noch einmal mit dem entsprechenden Mittelroggenwert als Grenze geteilt. Die meisten Mißgriffe, welche bei der Schätzung der Ertragsfähigkeit des Ackers vorkommen, geschehen nach ihm wie folgt: 1. Die Ertragsberechnung nach der Samenvervielfältigung, 2. die nicht genügende Beachtung des Düngungszustandes der Böden, 3. einen unrichtigen Anbau und Wechsel der Früchte und 4. die geringe Berücksichtigung der dem Acker von Zeit zu Zeit zu gebenden Ruhe. Der Boniteur soll Vergleiche mit ähnlichen Böden der Gegend ziehen und deren Erträge kennen. Auch ist er der Meinung, daß die chemische Untersuchung dem nicht genügend sicheren Taxator einen Anhalt zur Schätzung geben kann. In seinem letzten, im Jahre 1855 erschienenen Werke gibt BLOCK Angaben über Preisbestimmung für Düngemittel, Hand- und Spannweite, Dienstbarkeiten und Gerechtsamkeiten usw. Dagegen erfahren wir hierin nichts mehr über den Bodenwert. Die Weiden bonitiert er nach dem Wert des erzielbaren Heues, nicht nach der Nutzung durch Kühe. Dabei gibt er Schwankungen im Weideertrag von 1—20 dz pro Hektar an.

W. v. HONSTEDT² (1834) ist bezüglich der Bonitierung und Klassifikation des Bodens der Ansicht, daß für die Bestimmung der natürlichen Ertragsfähigkeit die Kenntnis der Hauptbestandteile der Böden und ihrer physischen Eigenschaften am bedeutungsvollsten ist. Dagegen habe sich die chemische Prüfung des Bodens nach den bisherigen Erfahrungen als unzulänglich erwiesen, während man durch einfache Augenscheinnahme eine weit richtigere Kenntnis der Böden

¹ BLOCK, A.: Grundsätze zur Abschätzung landwirtschaftlicher Gegenstände. Landwirtschaftliche Erfahrungen, Bd. 3. Breslau 1834. — Mitteilungen landwirtschaftlicher Erfahrungen, Ansichten und Grundsätze. Breslau 1839. — Beiträge zur Landgüterschätzungskunde. Breslau 1840. — Mitteilung landwirtschaftlicher Erfahrungen, Ansichten und Grundsätze im Gebiet der Veranschlagung und Rechnungsführung. Breslau 1855.

² HONSTEDT, W. v.: Anleitung zur Aufstellung und Beurteilung landwirtschaftlicher Schätzungen. Hannover 1834.

erlange. Bezüglich der Klassifikation und der Bezeichnung der Böden hält er sich an das System von THAER.

G. SPRENGEL¹ (1837) gibt in seiner Bodenkunde ein Klassifikationssystem an, welches 12 Klassen nach der mechanischen Zusammensetzung unterscheidet. Für die Bewertung des Bodens berücksichtigt er außer der mechanischen Beschaffenheit auch chemische Zusammensetzung, natürliche Flora, besonders Kali anzeigende Pflanzen, anbaufähige Kulturpflanzen neben Klima, Neigung usw. Auch auf die Berücksichtigung des Untergrundes bei der Bonitierung wies er hin.

L. ENGEL² (1838) kritisiert die bisherige preußische Bonitierungsart, das Ackerland in gewisse Klassen zu teilen und den Ertrag jeder Klasse nach einer von den Boniteuren zu bestimmenden Aussaatmenge in Körnerertrag anzugeben. Dies erscheint ihm zu weitläufig, obwohl beim Umtausch der Grundstücke keiner darunter leidet. Die in Mecklenburg ausgeführte Bonitierungsweise nach „Scheffel und Fuder“ hält er für angemessener, da sie viel schneller und auf geradem Wege zum Ziele führt. Nach ihm verdienen die Schätzungsverfahren, welche den jährlichen Ertrag der Grundstücke in Geldeswert zum Ausdruck bringen, den Vorzug.

Freiherr v. MONTETON³ (1838) spricht sich dahin aus, daß die nach den Hauptfrüchten gewählten Bodenklassen zu ihrer allgemeinen Charakterisierung dienen, dagegen keineswegs ein absolut kennzeichnendes Kriterium hierfür sind und daher nur sekundäre Bedeutung besitzen. Bei der Frage, welches Moment klassifiziert werden soll, der Wert oder die physische Beschaffenheit, entscheidet sich derselbe für ersteres, um eine Sprach- und Begriffsverwirrung zu vermeiden. Die an sich wünschenswerte Vervielfältigung der Klassen darf nur so weit betrieben werden, daß jede derselben noch immer deutlich unterscheidbare Merkmale aufweist. Er tritt schließlich dafür ein, daß die Klassifikation nach der Vorschrift der Kur- und Neumärkischen ritterschaftlichen General- und Spezialtax-Prinzipien zu geschehen habe.

SCHÜBLER⁴ (1838) hat eine Klassifikation aufgestellt, die als eine mineralogische zu bezeichnen ist und eigentlich nur eine rein wissenschaftliche Aufstellung darstellt, ohne Rücksicht auf die landwirtschaftliche Nutzung des Bodens. Er untersuchte die wichtigsten Bodenarten nach ihren Mengenverhältnissen an Ton, Sand, Kalk und Humus und unterscheidet teilweise zwischen kalklosen und kalkhaltigen Böden, bei denen er wieder von armen, vermögenden und reichen Böden spricht. Beim Kalkboden macht er die Unterabteilungen tonig, lehmig, sandig und humos, und beim Humusboden unterscheidet er bereits zwischen mildem und saurem oder faserigem Humus. Näheres enthalten die von ihm hierüber aufgestellten Tabellen. SCHÜBLER hat sich zweifellos um die Bestimmung des physikalischen Verhaltens der Böden sehr bemüht, und seine Methode beruht auf einer naturwissenschaftlich einwandfreien Grundlage, aber die Ertragsfähigkeit seiner einzelnen Klassen, über die er sich nicht eingehend äußert, dürfte kaum ganz stimmen.

F. SENFT⁵ (1847) stellte zwei Klassifikationssysteme auf. Das erste beurteilt die Böden nach ihren Hauptgemengteilen und der charakteristischen Flora (Un-

¹ SPRENGEL, G.: Die Bodenkunde oder die Lehre vom Boden. Leipzig: I. Müller 1837.

² ENGEL, L.: Anleitung zu Bonitierungen und Auseinandersetzungen von Stadt- und Bauernfeldern usw. Anklam 1838.

³ MONTETON, Freiherr v.: Anleitung zu landwirtschaftlichen Veranschlagungen bei den Auseinandersetzungen im Ressort der königlich-preußischen Generalkommission mit besonderer Rücksicht auf die Kurmark Brandenburg. Berlin 1838.

⁴ SCHÜBLER, G.: Über Grundsätze der Agrikulturchemie. 1838.

⁵ SENFT, F.: Lehrbuch der Gebirgs- und Bodenkunde. Jena 1847. — Die Unkräuter als Bestimmungsmittel der Bodenarten. Georgika I. Bd. (Leipzig 1869).

kräuter), während das zweite eine Einteilung der Böden nach Lagerungsgebieten und Ursprungsgesteinen darstellt. Durch Erforschung der ein bestimmtes Nährstoffvorkommen anzeigenden Pflanzen sowie der für die einzelnen Bodenarten charakteristischen Flora hat er der Bodenbonitierung nach der botanischen Richtung hin wertvolle Dienste geleistet.

Die Zeit von 1850—1900.

H. W. PABST¹ (1853) hat die Böden nach den zu tragenden Hauptfrüchten in 16 Klassen eingeteilt und lediglich nach dem Rohertrag bonitiert. Er stuft seine Ertragsklassen nach den jeweiligen Durchschnittserträgen der wichtigsten Kulturpflanzen, mit Ausnahme der Zuckerrüben, je nach Bodenbeschaffenheit ab. Auf Weizen- und Gerstenböden entfallen z. B. je 3—4 Bodenklassen. Die Roherträge werden in Metzen pro österreichisches Joch bzw. in Scheffeln pro preußischen Morgen berechnet, und es ergeben dabei, wenigstens für die besseren Böden, Gerste und für die schlechteren Böden Roggen nicht ungünstige Maßstäbe. Doch gibt der Genannte selbst zu, daß durch die Lage der Böden, das Klima und die besonderen Kulturverhältnisse mitunter nicht unbedeutende Schwankungen in der Höhe der Erträge eintreten können, die daher nur Durchschnittserträge sind. Bedauerlicherweise ist seine Beschreibung der Beschaffenheit der Böden recht wenig befriedigend. Eine praktische Anwendung fand sein System, das zur Klassifizierung nicht gerade leicht ist, u. a. bei der Einschätzung der Grundstücke zur Festsetzung der Grundsteuer in Bayern. Zu seiner Zeit wurde sein Klassifikationssystem als das beste seiner Art bezeichnet, wenn es auch nicht ausreichte, der tatsächlichen Mannigfaltigkeit der Bodenverhältnisse Rechnung zu tragen. Durch die inzwischen eingetretene Steigerung der Intensität der Bodenbewirtschaftung und die Veränderung vieler einschlägiger Verhältnisse sind seine Bodenertragsziffern schon seit längerem nicht mehr zutreffend. An und für sich dürften sich die Böden nach seiner Methode schwer einschätzen lassen, da die Tabellen Lücken aufweisen, auch hat er weder den Untergrund, noch die klimatischen Verhältnisse berücksichtigt, welche zusammen für den Rohertrag doch oft von entscheidender Bedeutung sind. Sein Klassifikationssystem ist eine Verbindung von der naturwissenschaftlichen mit der ökonomischen Bonitierung, denn er bezeichnet die einzelnen Bodenklassen je nach der Getreideart. Es soll nicht unterlassen werden, darauf hinzuweisen, daß heute noch z. B. Kreditanstalten die Roherträge der Böden zur Grundlage für ihre Schätzungen gebrauchen. So nimmt z. B. die ostpreußische Landwirtschaft 8 und die westpreußische 4 Hauptklassen an. PABST hat auch 9 Wiesenklassen nach den jeweiligen Verhältnissen, z. B. der Lage, der Zahl der Schnitte, den Erträgen usw. unterschieden, ohne dabei auf die Bodenverhältnisse Rücksicht zu nehmen. In die gleiche Klasse reiht er z. B. Höhen- und Niederungswiesen trotz der bestehenden Verschiedenheiten ein. Auch die Art der Wasserzuführung oder Entwässerung wird nicht beachtet. Dagegen ist nach ihm die Quantität und Qualität des erzeugten Futters ausschlaggebend. Den Reinertrag, welchen er hier zu berechnen versucht, ermittelt er derartig, daß er vom Wert des Weideheues in Gulden die Unkosten abzieht. Obwohl für Wiesen zweifellos viel leichter ein Klassifikationssystem aufzustellen ist als für Ackerland, ist seine Wiesenklassifikation doch sehr mangelhaft und für heutige Verhältnisse unbrauchbar.

C. TROMMER² (1853) unterscheidet scharf zwischen einer physikalischen und einer ökonomischen Klassifikation, wobei sich letztere auf die Ertragsfähigkeit

¹ PABST, H. W.: Die landwirtschaftliche Taxationslehre. Wien 1853.

² TROMMER, C.: Die Bonitierung des Bodens vermittels wildwachsender Pflanzen. Greifswald 1853.

der Böden, die erstere dagegen auf die Bodeneigenschaften aufbaut. Die physikalische Klassifikation beruhe auf einem wissenschaftlichen System, während die ökonomische für die Praxis die wertvollere ist. Er teilt den Tonboden in 7 Untergruppen, den Lehm Boden in 8, den Sandboden in 4, den Kalkboden in 5, den Mergelboden in 9 und den Humusboden in 3. Als weitere Klasse fügt er diesen Hauptbodenarten den Gipsboden an. Wie THAER, CROME und SENFT mißt er den wildwachsenden Pflanzen für die Kenntnis des Bodencharakters große Bedeutung bei und stellt für jede Hauptbodenart eine typische Vegetation auf. In seinen Angaben über die Flora, welche für gewisse Böden charakteristisch sein soll, geht er noch weiter als SENFT¹, der sich in viel engeren Grenzen hält. So sind nach diesem beispielsweise dem Sandboden nur sehr wenige Pflanzen angepaßt. TROMMER unterscheidet zwischen bodensteten, bodenholden und bodenvagen Pflanzen. Die Flora der wichtigsten Bodenarten wird von ihm in ausführlicher Weise beschrieben. Wenn wir auch heute noch als Kennzeichen des Charakters eines Bodens die auf ihm wildwachsenden Pflanzen ins Auge fassen, wobei es sich mehr darum handelt, festzustellen, ob diese Pflanzen z. T. stärker verbreitet und gut ausgebildet sind, als daß sie nur in einzelnen Exemplaren vorkommen, so ist bei dieser Betrachtungsweise doch Vorsicht sehr am Platze, denn viele Pflanzen und Unkräuter werden durch den Samenwechsel verschleppt und gedeihen dann je nach der Nachlässigkeit des Landwirts mehr oder weniger üppig. Daher dürfen und können die Unkräuter nicht allein maßgebend für die Beurteilung eines Bodens sein, denn auch die Pflanzen reagieren nicht nur auf die physikalischen, sondern auch auf die chemischen Bodeneigenschaften, und diese können sich bis zu einem gewissen Grade dabei vertreten. Auch spielen selbstverständlich Klima, Ortslage und Untergrund dabei eine Rolle mit. Hierüber liegen bereits von HOFFMANN² aus dem Jahre 1865 einschlägige Arbeiten vor, die später durch weitere Forschungen bestätigt und erweitert wurden. Die Klassifikation von TROMMER, die außer den wildwachsenden Pflanzen insbesondere die chemischen Bodenbestandteile berücksichtigt, gibt keine Erträge für die einzelnen Böden an und kann daher nur als ein Klassifikationsversuch gewertet werden.

F. FALLOU³ (1853), der Begründer der Bodenkunde, betont wie kurz vor ihm SENFT, die Bedeutung der Abstammung der Böden von den verschiedenen Gesteinen und ist wie dieser der Meinung, daß die Berücksichtigung der petrographischen und geologischen Verhältnisse der Böden genüge, um brauchbare Klassifikationssysteme zu begründen. So wichtig diese jedoch sind, um eine Reihe von Bodeneigenschaften besser beurteilen zu können und eine raschere Übersicht über die teilweise vorkommenden Bodenarten zu gewinnen, so ist doch eine einseitige Klassifikation auf rein geologischer Grundlage unmöglich. Wir wissen, daß ein oder dasselbe Gestein sehr verschiedene Verwitterungsprodukte bilden kann, je nach den Faktoren der Verwitterung, der Zeitdauer derselben sowie der Lage des Gesteins. FALLOU unterscheidet bei seiner mineralogischen bzw. geognostischen Klassifikation in allererster Linie zwischen Verwitterungs- und Schwemmlandböden. Erstere umfassen die Bodenarten der Quarz-, der Ton-, der Glimmer-, Feldspat-, Kalk-, Augit- und Hornblendegesteine. Die angeschwemmten Böden dagegen umfassen die Kiesel-, Mergel-, Lehm- und Moor-

¹ SENFT: Gebirgs- und Bodenkunde. 1847.

² HOFFMANN, H.: Botanische Ztg. 1865; vgl. ebenfalls Landw. Versuchsstat. 13, 269 (1871).

³ FALLOU, F.: Ackererden des Königreichs Sachsen geognostisch untersucht. Freiberg 1853. — Anfangsgründe der Bodenkunde. Dresden 1857. — Pedologie oder allgemeine und besondere Bodenkunde. Dresden 1862.

bodenarten. Jede weitere Gattung besitzt wieder eine Reihe von Arten. So z. B. die Gattung der Feldspatgesteine, die der Granit-, der Syenit-, der Porphy-, der Trachyt-, der Phonolithböden. Innerhalb der Bodenarten unterscheidet er dann gegebenenfalls noch Varietäten.

H. GIRARD¹ (1868) lehnt sich stark an das Einteilungsprinzip von FALLOU an und teilt ebenfalls die Verwitterungsböden nach ihrem Muttergestein und die angeschwemmten Böden nach ihren Hauptbestandteilen ein. Der Unterschied zwischen Verwitterungs- und Schwemmlandböden hat insofern vielleicht wirtschaftliche Bedeutung, als letztere durch ihren Feinerdegehalt im allgemeinen, doch nicht immer, wie die beiden Autoren meinen, fruchtbarer als erstere sind. Die geologische Herkunft der Böden vermag unter Umständen eine Reihe von Schlüssen auf wichtige Bodeneigenschaften zu ermöglichen, doch ist eine Beurteilung der Böden nur nach ihrer Entstehung einseitig und ungenügend. Schließlich sei hier kurz vermerkt, daß auch HAUSMANN und HUNDESHAGEN² nach geologischen Grundlagen klassifiziert haben, und daß auch A. MAYER³ in seinem Lehrbuch der Agrikulturchemie die Gesichtspunkte erörtert, welche bei der Entwicklung eines geologischen Bonitierungssystems zu berücksichtigen wären. Immer spiele dabei die Einteilung der Böden nach Verwitterungs- und Schwemmlandböden eine Rolle. Recht bedenklich aber ist die Tatsache, daß man versucht, erstere nach ihrem Muttergestein, letztere dagegen nach ihren Hauptbestandteilen einzuteilen. Über die Forscher, welche in der Folge die geologischen Momente bei der Bonitierung in den Vordergrund rückten, soll jeweils zu gegebener Zeit näher berichtet werden.

L. v. OMPTEDA⁴ (1858) beschäftigte sich insbesondere mit der Berechnung der Reinerträge zum Zwecke der Bonitierung. Nach seiner Meinung bilden die gebotenen Pachtpreise, welche als mittlerer Reinertrag zu betrachten sind, den zutreffendsten Maßstab. Auch der bei höchster hypothekarischer Sicherheit landesübliche Kapitalzinsfuß gibt nach OMPTEDA einen Anhaltspunkt, und zwar namentlich für die sog. Minimalgrenze. Es ist diesem Autor nur darum zu tun, den Anteil, den das Grundstück selbst, ohne die Faktoren Arbeit und Kapital am Reinertrag hat, zu ermitteln. Diese Theorien sind, wie später noch gezeigt werden wird, für die heutigen Verhältnisse der Bonitierung gegenstandslos.

A. MEITZEN⁵ (1868) hat in einer umfangreichen und mit zahlreichen Karten ausgestatteten Arbeit eingehend die Arbeiten geschildert, welche für die Grundsteuererhebung im preußischen Staate die Grundlage gebildet haben. Von Interesse ist seine Auffassung, daß die Anweisung für die preußische Katastrierung die größtmögliche Sicherheit für eine richtige Schätzung dadurch gewährt hat, daß jedes rechnungsmäßige Mittelglied für die Reinertragsbestimmung beseitigt war. Es wurde der Reinertrag dabei unmittelbar nach dem Gesamteindruck festgestellt, den das Grundstück auf den ortskundigen landwirtschaftlichen Sachverständigen ausübt. Dieser Reinertrag wurde pro Morgen in Silbergroschen angegeben. Für die Taxation war dabei wichtig, daß das Grundstück nur innerhalb derjenigen Kulturart abgeschätzt wurde, in der es sich vorfindet, und daß für jede derselben nicht mehr als 8 Klassen aufgestellt wurden. Einige weitere Angaben

¹ GIRARD, H.: Grundlagen der Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Halle 1868.

² Vgl. hierzu: Specimen de rei agrariae et salutariae fundamento geologico. Göttingen 1823; Übersetzung hiervon in Ann. Landw. Möglin 14, Stück 2. — Ferner Beiträge zur gesamten Forstwirtschaft, 1, H. 3. Tübingen 1825.

³ MAYER, A.: Lehrbuch der Agrikulturchemie. II. Teil Bodenkunde, 5. Aufl., S. 55. Heidelberg 1901.

⁴ OMPTEDA, L. v.: Die Theorie der Ertragsanschläge von Landgütern. Hannover 1858.

⁵ MEITZEN, A.: Der Boden und die landwirtschaftlichen Verhältnisse des preußischen Staates. Berlin 1868.

über die Bonitierung des preußischen Staates werden später an anderer Stelle gebracht werden.

VON WALZ¹ (1867) unterscheidet bemerkenswerterweise bei seiner Klassifikation zwischen Wein-, Winter- und Sommergetreideklima und macht auch bei ungünstiger örtlicher Lage der Böden entsprechende Abzüge vom Ertrag. Von ihm werden die Sandböden in 3, die Lehm Böden in 4, die Tonböden auch in 4, die Kalk-, Mergel- und Humusböden in je 3 Klassen eingeteilt. Er berücksichtigt auch die geologischen Verhältnisse bei der Bonitierung, und der geeignetste Weg zur Bestimmung des Wertes eines Grundstückes ist nach ihm die Ermittlung von dessen Brauchbarkeit oder Ertragsfähigkeit. Die von diesem Autor bei Beginn der Abschätzung ins Auge zu fassenden Punkte seien anbei kurz wiedergegeben: Er unterscheidet schon bei seiner Klassifikation zwischen den verschiedenen Klimakreisen und bespricht z. B. den schlechten Einfluß der nördlichen Lage auf den Ertrag, wobei er entsprechende Ertragsabzüge macht. In seiner besonders für Württemberg gedachten Klassifikation vereinigt er die Beschaffenheit und den Ertrag. Nach v. WALZ und DREISCH sind bei Beginn einer Abschätzung folgende Umstände wichtig: 1. Es ist die geographische Lage und Ortsbezeichnung festzustellen. 2. Ebenso die allgemeine Kennzeichnung der Witterungsverhältnisse durch Angabe der durchschnittlichen Jahreswärme und der Wärme der einzelnen Jahreszeiten, durch Feststellung der Häufigkeit von Früh- und Spätfrösten, des Beginns und der Dauer der Frühjahrsbestellung, der Heuernte, der Roggen- und Weizenernte, sowie des Beginns und des Endes der Herbstbestellung. Ferner sind die Verteilung und Höhe des Regenfalles, das Vorkommen von Hagel-schäden, die herrschende Windrichtung, die Anzahl der Sonnen- und Regentage festzustellen. 3. Die Umgebung der Örtlichkeit, wie z. B. Nähe von Bergen, Flüssen und Teichen, offene und geschlossene Lage. 4. Bei größeren Einschätzungen sind gute geologische Karten sehr nötig, ebenso findet man in geologischen Werken die zur Kennzeichnung des Bodens notwendigen geologischen und geognostischen Grundbegriffe. 5. Es ist die Gleich- oder Ungleichartigkeit jedes Feldstückes zu untersuchen, Ungleichmäßigkeiten, wie Naßgallen, verschieden bindiger Boden, denn selbst kleinere derartige Stellen in besseren Böden erniedrigen deren Wert. Nur bei häufigem Vorkommen guten Bodens und nahe bevorstehender Verbesserung desselben kann ausnahmsweise besser eingeschätzt werden. 6. Der Boden ist außerdem noch nach äußeren Merkmalen, wie Farbe, Geruch, Körnigkeit, Gefühl, Feuchtigkeitszustand, Bruchfähigkeit und vor allem Bearbeitungsfähigkeit zu beschreiben. 7. Es ist schließlich auch zweckmäßig, Proben von Krume und Untergrund zu entnehmen. Die oberste Schicht ist ja stets humusreicher.

K. BIRNBAUM² (1870) wendet sich energisch gegen die Reinertragsbestimmung bei der Bodenbonitierung, da der Grund und Boden als Kapital geschätzt werden müsse. Der Reinertrag könne nicht zur Bestimmung des Verkaufs- oder Pachtwertes dienen und seine Ermittlung ist nur durch einwandfreie, langjährige Buchführung mit getrennten Konten möglich. Als Wert für den Grund und Boden soll nach BIRNBAUM der örtliche für einen Hektar gezahlte Preis gelten. Demgegenüber ist zu bemerken, daß der Boden kein Handels- und Verkehrsgegenstand, sondern nach ROTBERTUS³ ein Rentenfond ist, welche Auffassung

¹ WALZ, G.: Landwirtschaftliche Betriebslehre. Stuttgart 1867. — Ackerklassifikation. Abdruck in Klassifikationssystem für Ackerland und Wiesen. Plieningen 1898.

² BIRNBAUM, L.: Über die Grundlagen der Bodentaxation und Bodenbesteuerung. Leipzig 1870. — Landwirtschaftliche Taxationslehre. Berlin 1877. — Taschenbuch zum Bonitieren. Leipziger Lehrmittelanstalt 1885.

³ ROTBERTUS-JAGETZOW: Zur Erklärung und Abhilfe der heutigen Kreditnot des Grundbesitzes. Jena 1869.

sich auch die moderne Agrargesetzgebung zu eigen gemacht hat, um die Überschuldung des Grund und Bodens zu beseitigen, denn der Wert eines Grundstückes liegt in seinen durchschnittlichen Erträgen, und diese hängen von den Standortfaktoren und den klimatischen Verhältnissen ab. Nach BIRNBAUM kann man die Böden nur dadurch klassifizieren, daß man deren relativen Wert feststellt, und zwar wäre alsdann der beste Boden der Klasse 1 entsprechend, bei der derselbe in jeder seiner einzelnen Eigenschaften an der Spitze steht. Von ihm ausgehend lassen sich alsdann die anderen Böden je nach ihren mehr oder weniger günstigen Eigenschaften entsprechend einreihen. Für jedes der nachfolgenden 11 Beurteilungsmomente stellt BIRNBAUM je 10 Klassen auf, wobei die erste oder beste Klasse mit 10, die schlechteste mit 1 zu bezeichnen wäre. Beurteilungsmomente sind: a) Die Mächtigkeit der Krume und des Untergrundes, b) die Beschaffenheit des Untergrundes, c) der Zusammenhalt der Krume, d) die Bearbeitungsfähigkeit, e) die Absorption, f) die Feuchtigkeit und Wärme, g) die Mischung der Bodenbestandteile, h) der Nährstoffreichtum, i) der Kulturzustand, k) die Anbaubeschränkung (Hauptfrüchte), l) der Meliorationsaufwand. Demnach würden auf die beste Klasse 1 insgesamt $11 \times 10 = 110$ Punkte entfallen und auf die schlechteste, die Klasse 10, nur $11 \times 1 = 11$ Punkte. Zum besseren Verständnis folgen anbei die 10 Klassen für das 2. Beurteilungsmoment: Der Untergrund.

- Klasse 1, reich an Nährstoffen und physikalisch verbessernd, 10 Punkte,
- „ 2, dgl., aber in physikalischer Hinsicht indifferent, 9 Punkte,
- „ 3, einseitig gemischt, aber physikalisch verbessernd, 8 Punkte,
- „ 4, dgl., physikalisch indifferent, 7 Punkte,
- „ 5, arm an Nährstoffen, physikalisch verbessernd, 6 Punkte,
- „ 6, arm und physikalisch indifferent, 5 Punkte,
- „ 7, an Nährstoffen reich, aber physikalisch verschlechternd, 4 Punkte,
- „ 8, einseitig gemischt und physikalisch verschlechternd, 3 Punkte,
- „ 9, arm und physikalisch verschlechternd, 2 Punkte,
- „ 10, im Bestand und physikalisch schlecht, 1 Punkt.

BIRNBAUM gesteht zu, daß dieses System auch nicht vollkommen wäre, was aber von den anderen Klassifikationssystemen ebenfalls gelte. Er stellt sich damit in einen bewußten Gegensatz zur alten Schule von THAER, KOPPE, SCHMALZ, BLOCK, PABST, v. FLOW, SCHÖNLEUTNER usw., welche unter Berücksichtigung der Bodenverhältnisse nach der Ertragsfähigkeit bonitieren. Ferner vertritt er die Meinung, daß es besonders wichtig wäre, die richtigen Beurteilungsmomente aufzustellen und für jedes derselben die Abstufungen richtig zu treffen, wobei für die Zahl dieser Momente und die Art der jedem entsprechenden Abstufungen lokale Verhältnisse maßgebend sein können. Allerdings wäre nach seiner Meinung die Aufstellung der geeigneten Momente und die Charakterisierung ihrer Unterabteilungen zur Zeit noch nicht mit voller Sicherheit zu bewirken, doch wäre es wünschenswert, darüber Erfahrungen zu sammeln und diese praktisch zu erproben. Jedenfalls ist er der Auffassung, daß die Reinertrags- und Rohertragsberechnungen für die Taxation nicht anwendbar wären, weil der Rein- und Rohertrag nicht allein durch den Boden gewonnen wird, und der Boden, wie bereits erwähnt, nur als Kapital nach seinem Tauschwert geschätzt werden dürfe. Man könne bei der Taxation nur durch die Aufstellung von relativen Wertabstufungen zum Ziele kommen. Somit ist BIRNBAUM der erste, der eine rein synthetische Klassifikation mittels des Punktiervfahrens aufgestellt hat.

Von den Gegnern dieses Systems wurde vor allem geltend gemacht, daß es eine Willkür bedeute, das wechselvolle Spiel der Kräfte im Boden, die durch

dessen Eigenschaften ausgelöst werden, sich gegenseitig beeinflussen bzw. aufheben oder ergänzen, durch ein starres Zahlensystem ausdrücken zu wollen. Auch wurden übereinstimmend je 10 Unterstufen für jedes einzelne Beurteilungsmoment als zu viel erachtet, und besonders wurde der Umstand geltend gemacht, daß die Beurteilungsmomente an sich nicht von gleichem Gewichte wären und daher auch nicht gleichviel Unterstufen bedingen könnten. Man dürfe Ertragsfaktoren mit allenfalls verschiedenartigem Einfluß auf die Ertragsfähigkeit nicht mit einer gleichen Zahl von Punkten in Ansatz bringen.

Demgegenüber verlangt BIRNBAUM zunächst, daß ein Bonitierungssystem so aufgebaut sein müsse, daß es für ganze Länder Anwendung finden könne. Die Rücksichtnahme auf einen gegebenen Normalboden hätte es ferner mit sich gebracht, daß alle bisherigen Klassifikationssysteme einen lokalen Charakter trügen, folglich nur dort anwendbar seien, wo sich ähnliche Verhältnisse fänden. In Deutschland ließen sich diese Schemata nicht einmal in solche für Flach- und Gebirgsland oder See- und Kontinentalklima einteilen, da sie alle einen spezifischen Landescharakter tragen und dies selbst dann, wenn, wie das bei manchen Kleinstaaten der Fall sei, in bezug auf Boden und Klima gegenüber den Nachbarländern keine wesentlichen Unterschiede vorhanden wären. Der Hauptfehler aller dieser Systeme liege darin, daß die als notwendig erachteten Klassen ganz genau in allen zur Beurteilung herangezogenen Merkmalen gekennzeichnet werden, so daß in den Fällen, wo ein Grundstück nicht in allen diesen mit einer der aufgestellten Klassen übereinstimme, die Einschätzung nur mit mehr oder minder großer Willkür durch Aufstellung von Zwischen- und Unterklassen möglich sei. Im besonderen macht BIRNBAUM dem sächsischen ökonomisch- und naturwissenschaftlichen System den Vorwurf, daß man doch nicht alle Mischungsverhältnisse der Hauptbodenbestandteile festlegen und kennzeichnen könne, und daß diese einzelnen Bestandteile selbst wieder sehr wechselnde Zusammensetzung besitzen. Wenn er schließlich die Forderung aufstellt, die Böden möchten nur in Skelett und Feinerde getrennt werden, weil dies leicht ausführbar und natürlich sei, so ist diese Forderung insofern unverständlich, als er andererseits für die Bonitierung weitgehende Bestimmungen der Bodenverhältnisse wünscht. SUDECK¹, der gegen obige Ausführungen Stellung nimmt, dürfte sich in Übereinstimmung mit anderen Autoren befinden, wenn er feststellt, daß dem Landwirt Ton, Sand usw. gut bekannte Begriffe wären, während dieser mit der mechanischen Bodenanalyse und der Kenntnis der Herkunft der Böden nichts anfangen könne. Auf andere Angriffe gegen das System von BIRNBAUM, das auch von DETMER² als zwar merkwürdig, aber auch beachtenswert bezeichnet wird, soll später unter Berücksichtigung dessen eingegangen werden, was BIRNBAUM selbst zu dessen Verteidigung anzuführen hat. In seinem „Taschenbuch zum Bonitieren“ (1885) gibt dieser eine Gesamtübersicht über die Gesichtspunkte beim Bonitieren, und es verdient Erwähnung, daß er auch bereits für die Wiesenbonitur recht bemerkenswerte Vorschläge gemacht hat.

W. KNOP³ (1871) hat als erster den Boden auf Grund seiner chemischen Eigenschaften bonitiert und seine Klassifikation kann daher als eine rein chemische bezeichnet werden, wenn er auch daneben empfohlen hat, durch Ausführung der mechanischen Analyse die physikalischen Eigenschaften mit zu berücksichtigen. Er bestimmt den Gehalt der Böden u. a. an organischen Be-

¹ SUDECK, G.: Beleuchtung der Abschätzungsverfahren und Vorschriften der deutschen Bodenkreditanstalten. Arb. Dtsch. Landw.-Ges. H. 47.

² DETMER, W.: Bemerkungen über Bodenklassifikation. Fühlings landw. Ztg. 1876, 577.

³ KNOP, W.: Die Bonitierung der Ackererden. Leipzig 1871. — Neue Beiträge zur Frage der Bodenbonitierung. Biederm. Zbl. 1873, Seite 9.

standteilen und Wasser, den Glühverlust und Salzgehalt, sowie insbesondere die Menge der Silikatbasen neben der Kieselsäure. Auch unterscheidet er bereits zwischen Silikat-, Karbonat- und Sulfatböden und stellt fest, daß der Gehalt des Bodens an wirksamen basischen Verbindungen bzw. an Silikatbasen entscheidend für dessen Absorptionsfähigkeit gegenüber Pflanzennährstoffen wäre. KNOP will eine gewisse Gesetzmäßigkeit in den Beziehungen zwischen Absorptionsvermögen und Fruchtbarkeit des Bodens festgestellt haben und erblickt hierin ein Mittel zur Bonitierung der Ackererde. Insbesondere schreibt er dem Absorptionsvermögen der Böden für Ammoniak, Kali und Phosphorsäure größere Bedeutung zu. Wenn er sich auch gegen die Unterstellung verwahrt, daß die chemisch-physikalische Methode der Bodenprüfung, wie er sie vorschlägt, unmittelbar die Fruchtbarkeit der Ackererde feststellen wolle und könne, so steht er doch auf dem Standpunkte, daß die sich nach seinen Untersuchungen ergebende Einteilung der Böden eine natürliche und für alle Zeiten brauchbare wäre, weil die Ackerböden immer aus diesen Substanzen bestanden haben und bestehen werden, denn er beabsichtige ja nur, die Fruchtbarkeitsfaktoren zu ermitteln, um daraus ersehen zu können, ob der Boden einen niederen oder hohen, bzw. einen vorübergehenden oder dauernden Wert besitze. Auch könne man schon manches erreichen, wenn man die Angabe, ob leichter oder schwerer, bzw. Roggen- oder Weizenboden vorliege, dahin ergänze, daß man deren Mischungsverhältnisse feststelle. Da die Bestandteile der Feinerde nicht mehr mit dem freien Auge zu erkennen sind, so ist nach KNOP in Zukunft die chemische Analyse derselben nicht mehr zu entbehren. Bemerkenswert ist, daß trotz seiner etwas einseitigen Einstellung doch auch von ihm die geologischen Gesichtspunkte der betreffenden Bodenarten bzw. deren Fruchtbarkeitsanlage gewürdigt werden.

Alles in allem läßt sich sagen, daß die Methode umständlich und zeitraubend und daher nur für wissenschaftliche Zwecke am Platze ist. Auch kann, selbst nach dem heutigen Stande der Wissenschaft, die Absorption der Böden und deren Einfluß auf die Fruchtbarkeit nicht unmittelbar für die Bonitierung herangezogen werden. Im übrigen hat bereits nach einer Angabe von DETMER¹, J. v. LIEBIG den Gedanken ausgesprochen, daß vielleicht einmal die Absorptionsgröße der Böden zur Wertermittlung herangezogen werden könne und BIEDERMANN² hat denselben aufgegriffen.

P. WAGNER³ (1871) stellt die Forderung auf, daß Bezeichnungen, wie Weizen-, Gersten-, Klee-, Ton-, Sand- und Humusböden mit ihren Nebenbezeichnungen, wie mergelig, sandig usw., wegfallen müssen, oder aber, daß man diese Begriffe genau kennzeichne. Auch tritt er dafür ein, daß man die naturwissenschaftliche Bodenuntersuchung bzw. die chemischen und physikalischen Feststellungen zur Beurteilung der Bodenbeschaffenheit zur Bonitierung heranziehen müsse, nachdem doch die Leistungsfähigkeit, d. h. der Wert eines Bodens durch dessen Beschaffenheit bedingt werde. Da man wisse, welche Bestandteile im Boden diesem gewisse Eigenschaften erteilen, so müssen erstere auch ihrem Mengenverhältnisse nach festgestellt werden. Bei der Bonitierung habe man sich vor allem darüber klar zu werden, welche Anforderung die Pflanze an den Boden stelle und wie man prüfen könne, ob und in wie weit der Boden dem genüge.

¹ DETMER, W.: Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der landwirtschaftlichen Bodenkunde, S. 541. Leipzig u. Heidelberg 1876.

² BIEDERMANN, R.: Einige Beiträge zu der Frage der Bodenabsorption. Landw. Veruchsstat. XI. Bd., Seite 1 (1869).

³ WAGNER, P.: Vortrag über die chemischen und physikalischen Grundlagen der Bodenbonitierung. J. Landw. 1871, 273.

H. WERNER¹ (1872) beschäftigte sich insbesondere und in eingehender Weise mit der Reinertragsschätzung zur Grundsteuerveranlagung und der Berechnung der wirtschaftlichen Erträge. Durch Gegenüberstellung dieser beiden gelingt es ihm, den Nachweis zu führen, daß die Resultate dieser Taxationsverfahren voneinander abweichen, und er vermag dieses zahlenmäßig zum Ausdruck zu bringen. Erwähnung verdient auch, daß er durch eine schematische Figur die wichtigsten vorhandenen Bodenarten und deren Mischungsverhältnisse in sehr übersichtlicher Weise darstellt. In der Mitte eines Quadrates steht Lehm, während die Ecken die Bezeichnung Sand bzw. Humus, Ton und Kalk tragen. Auf diese einfache Weise kann er alle Übergänge der Bodenarten zueinander gut zum Ausdruck bringen.

SPIESS² (1872) hat in einem Vortrag in der Generalversammlung des Landwirtschaftlichen Vereins in Oberfranken zunächst KNOPS Methoden der physikalischen und chemischen Bodenuntersuchung besprochen und anschließend daran die Verwertung der gewonnenen Resultate für die Bonitierung gezeigt. Dabei ging er auch auf die in Bayern seinerzeit durchgeführte Bonitierung ein. Er vertritt die Auffassung, daß die KNOPSche Methode auf einem gegenseitigen Abwägen aller der Eigenschaften beruhe, die zu Gunsten oder Ungunsten der Fruchtbarkeit der Ackererde sprechen. Da aber Böden von hoher Absorption nicht immer fruchtbar sind, so hat man auch noch andere Eigenschaften in Betracht zu ziehen. Als Beispiele führt er die Serpentinböden an, die zwar sehr hohe Absorption besitzen, aber wegen des großen Bittererdegehaltes unfruchtbar und schlechte Böden sind.

W. DETMER³ (1876) ist der Meinung, daß es nicht zuverlässig wäre, die Höhe des Grundkapitals eines Gutes durch Nachweis des Pachtgeldes oder des Steuerkapitals zu ermitteln. Am besten führe die Feststellung des Reinertrages zum Ziele, wobei auf Grund eines Bodenklassifikationssystemes die Bodenarten in Gruppen gebracht werden und man für jede Gruppe dann den Normalertrag berechne. In seiner Kritik über eine Reihe der bisherigen Klassifikationsschemen hält er es entschieden für besser, nach den Erträgen der Hauptfrüchte zu bonitieren als nach der Saatervielfältigung. Doch wäre auch dies nicht vollkommen, da ein bestimmter, schlecht klassifizierter Boden, mit einer anderen Kulturpflanze bebaut, überaus lohnende Erträge abwerfen könne und die Menge und Güte der Erträge überhaupt kein ganz richtiger Maßstab für die Bodenbeschaffenheit wären, da Bearbeitung und Düngung dabei mitspielen. Die Charakterisierung der Böden nach der natürlichen Flora ist für die Wertschätzung von recht untergeordneter Bedeutung und das gleiche gilt auch von der Beurteilung der Böden, wenn sie sich ausschließlich auf die geologischen Verhältnisse bezieht. Am meisten Anerkennung und Verbreitung haben noch die physikalischen Systeme gefunden, wenn man auch bei deren Aufstellung oft recht einseitig vorgegangen ist. Schließlich scheinen ihm die chemischen Verhältnisse in Anbetracht ihres Einflusses auf den Bodenwert bei der Bonitierung zu wenig berücksichtigt zu sein. Trotz aller seiner Bedenken gegen das System von BIRNBAUM scheint ihm dieses doch maßgebend werden zu können, besonders wenn es noch nach verschiedenen Richtungen hin, wie z. B. Berücksichtigung von Kulturzustand, Anbaubeschrän-

¹ WERNER, H.: Der landwirtschaftliche Ertragsanschlag, die Wirtschaftsorganisation und Wirtschaftsführung. Breslau 1872. — Abgekürztes Abschätzungsverfahren bei Bewertung von Landgütern. Mitt. dtsh. Landw.-Ges. 1899, Stück 7.

² SPIESS: Über Bonitierung der Ackererde nach naturwissenschaftlichen Grundsätzen. Ill. Landw. Ztg. 1872, Nr. 31 u. 32.

³ DETMER, W.: Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der landwirtschaftlichen Bodenkunde. Leipzig u. Heidelberg 1876. — Bemerkungen über Bodenklassifikation. Fühlings landw. Ztg. 1876, 720.

kung, Tiefe der Ackerkrume, Eigentümlichkeit des Untergrundes und Natur der Feinerde, ergänzt und verbessert wird. Auf die klimatischen Einflüsse sei ebenfalls großes Gewicht zu legen, und man hätte gewisse klimatische Regionen zu unterscheiden, deren einzelne Erträge zu ermitteln wären.

G. KRAFFT¹ (1877) steht auf dem Standpunkte, daß nur nach der Bodenbeschaffenheit aufgestellte Bonitierungssysteme ungenügend wären, weil die Ertragsfähigkeit auch vom Klima und von der Lage abhängig ist. Ökonomische und allgemeine Systeme werden aber durch eine zu große Zahl von Momenten unverläßlich, und wegen der Verschiedenartigkeit der Wirkung der einzelnen Faktoren verlieren sie um so mehr an allgemeiner Gültigkeit, je mehr sie derselben berücksichtigen. Auch er ist wie BIRNBAUM der Meinung, daß die Bestimmung des relativen Wertes der Böden durch ein Punktiersystem am zweckmäßigsten sei und bezeichnet dieses als eine synthetische Bonitierung. Doch bemängelt er am System von BIRNBAUM insbesondere die Tatsache, daß man Momente mit verschiedenem Einfluß auf die Ertragsfähigkeit mit gleichen Punkten bewerte. Daher schlägt er vor, jeweils nur für die gleichen klimatischen Verhältnisse eine Wertskala aufzustellen und dabei jede Eigenschaft durch eine Zahl auszudrücken. Die Summe dieser Zahlen, verglichen mit 100, gebe dann den Wert an, welcher den betreffenden Böden zukommt. Der Bodenwert 100 setzt sich aus folgenden Punkten zusammen: Bodenart = 25, Mächtigkeit = 10, Untergrund = 15, Humusgehalt = 5, Neigung = 5, Bearbeitungsfähigkeit = 10, Kultur- und Düngungszustand = 10, und zwar dies alles im bestmöglichen Falle.

Hieraus ist ersichtlich, daß für die verschiedenen Beurteilungsmomente nicht gleiche, sondern verschieden hohe Wertzahlen angesetzt werden. Trotzdem dürfte das Zusammenwirken der wechselseitigen Einflüsse der verschiedenen Momente wissenschaftlich nicht einwandfrei zu bestimmen sein. Notwendig ist daher, sich dabei möglichst auf die Erfahrung zu stützen, und diese immer mit-sprechen zu lassen. Jedenfalls ist die synthetische Methode des Punktierverfahrens die einzige, welche jeden Fruchtbarkeitsfaktor für sich prüft, und mit der Zahl der einzelnen zu beurteilenden Momente wächst die Zuverlässigkeit des Gesamtergebnisses. Es wird hier nur zahlenmäßig das gebracht, was auch sonst bei jeder naturwissenschaftlichen Bonitierung geschieht, nämlich daß man jedes einzelne Moment für sich berücksichtigt. Über- oder Unterschätzung einzelner Faktoren gleichen sich ja eventuell wieder aus. Da für das Endergebnis die Aufstellung von zu vielen Klassen nicht wünschenswert ist, so hat sich KRAFFT mit deren 8 begnügt. In diesem Zusammenhang dürfte interessieren, was BIRNBAUM in seiner landwirtschaftlichen Taxationslehre auf die Angriffe von KRAFFT erwidert. Dieser habe seine Vorschrift vollständig irrtümlich aufgefaßt, wenn er glaubt, es sollten alle Momente, weil für sie die gleichen Wertziffern von 1—10 gleichmäßig angewendet werden, auch als gleichmäßig zu betrachten seien. Die einzelnen zur Beurteilung der Brauchbarkeit dienenden Momente sind niemals gleichwertig zu nehmen, wohl aber können für jedes derselben Klassenabstufungen aufgestellt werden, und mehr zu tun ist nach seiner Meinung nicht möglich. Kein Grundstück könne anders taxiert werden, als daß man für jedes der Beurteilungsmomente die Klassifikation besonders vornimmt, und nur aus dem Durchschnitt vieler Bonitierungen gewinnt man einen möglichst zutreffenden Gesamtausdruck. Wichtig wäre eben, die Beurteilungsmomente richtig zu wählen und entsprechende Abstufungen dabei vorzunehmen.

¹ KRAFFT, G.: Ein neues Bodenbonitierungsverfahren. Fühlings landw. Ztg. 1877, 721. — Lehrbuch der Landwirtschaft, Bd. 4 Die Betriebslehre, 6. Aufl., S. 10. 1899.

M. FESCA¹ (1879) ist mit einer der Bahnbrecher für die agronomisch-geologische Kartierung und deren Nutzbarmachung für die Landwirtschaft. Er gibt auch manchen wertvollen Hinweis für die Verwertung der auf dieser Grundlage gewonnenen Kenntnisse für die Bonitierung, nachdem die Güte des Bodens insbesondere von dessen Zusammensetzung und Lagerung abhängt. Die geologisch-agronomischen Untersuchungsmethoden werden von ihm eingehend geschildert.

H. SETTEGAST² (1875) tritt für das THAER-System, welches durch FLOTOW und KOPPE bereichert und mit Abänderungen und Vervollständigungen für die Grundsteuerregelung im Königreich Sachsen dienstbar gemacht wurde, ein. Sein System ist ebenfalls ein naturwissenschaftliches und ökonomisches. Neben agronomischen und ökonomischen Angaben enthalten seine 10 Klassen insbesondere die Verhältniszahlen des Reinertrages, wie sie schon seinerzeit THAER und KOPPE angeführt haben. Aber in den Tabellen sind die errechneten Roterträge und Kosten nicht angegeben. Er verspricht sich viel von einer gegenseitigen Förderung von Landbau und Geognosie. So lange aber letztere noch nicht entsprechend ausgebaut ist, werden die darauf gesetzten Hoffnungen zurückzuschrauben sein und wird man sich auf die Beurteilung der Verhältnisse im Schwemmlandgebiet beschränken müssen. Von SCHNIDER³ wird an seinen Tabellen insbesondere bemängelt, daß in dieser Übersicht die Alm- und Mooralmböden ganz fehlen.

F. HABERLANDT⁴ (1877) stellt für die Bodenklassifikation folgende Gesichtspunkte auf: 1. mineralogisch-geognostische, 2. physikalisch-chemische, 3. botanische, 4. ökonomisch-pflanzenbauliche, 5. sonstige Gesichtspunkte, welche irgend einen Einfluß auf den Wert haben können. Aus seinen Ausführungen gehen weder neue Ansichten noch eine Kritik über die verschiedenen Klassifikationssysteme hervor. Für die Beurteilung der Böden stellt er die materielle Beschaffenheit ihrer Bestandteile und deren Feinheitsgrad obenan, da diese vorwiegend die physikalische Beschaffenheit bedingen. Bedeutungsvoll ist der Gehalt an Ton, Sand, Kalk, Humus und deren Mischungsverhältnis. Nach seiner Meinung könne die alte Klassifikation von THAER und SCHÜBLER beibehalten werden. Sehr eingehend kritisiert er die agronomische Bodenkartierung und macht Vorschläge zu ihrer Durchführung. Er äußert sich dann ferner noch über die graphische Darstellung der einzelnen Bodenarten, über die Charakterisierung von Krume und Untergrund.

C. LEISEWITZ⁵ (1878) sucht in längeren Ausführungen zu begründen, daß die Bonitierung unbedingt auf den Ergebnissen naturwissenschaftlicher Disziplinen fußen müsse. Nach einer kurzen Besprechung der Bonitierungssysteme von FALLOU, TROMMER, KNOP, BLOCK und SCHÖNLEUTNER ist er davon überzeugt, daß diese Methoden nicht den an wirklich entsprechende Klassifikationssysteme zu stellenden Anforderungen zu genügen vermögen. Das BIRNBAUMSche System mag nach ihm ein richtiges Prinzip haben, das ihm, wenn auch in anderer Form, vielleicht eine Zukunft sichern soll, für die Gegenwart aber entbehre es noch der wichtigsten Voraussetzungen für seine Anwendbarkeit. Nach seiner Anschauung gibt es einen Weg, welcher zu einem Ziel bei der Behandlung

¹ FESCA, M.: Die agronomische Bodenuntersuchung und Kartierung. Berlin 1879. — Über Bodenuntersuchung für Bonitierungszwecke. Landwirt 1896, 32.

² SETTEGAST, H.: Die Landwirtschaft und ihr Betrieb. Breslau 1875.

³ Vgl. S. 50.

⁴ HABERLANDT, F.: Über die agronomische Bodenkartierung. Fortschr. Agrikult.-Chem. 1877, 20. — Der allgemeine landwirtschaftliche Pflanzenbau. Wien 1879.

⁵ LEISEWITZ, C.: Die Aufgaben der landwirtschaftlichen Forschung behufs wissenschaftlicher Begründung der Bonitierung des Bodens. J. Landw. 1878, 17.

der Fragen der Bonitierung und Taxation gelangen läßt; dieser Weg kann aber nur in einer Richtung liegen, die zu einer vollständigen und allseitigen Kenntnis der Boden- und Produktionsverhältnisse führt. Man brauche vor einer großzügigen Inangriffnahme einer solchen Aufgabe für ein ganzes Land nicht zurückzuschrecken, wenn man deren hohe praktische Bedeutung ins Auge fasse und bedenke, daß schon andere große Kulturaufgaben, die z. T. hierbei als Grundlage dienen könnten, begonnen wurden, wie z. B. die geognostische Durchforschung des Landes, die Landesvermessung und Grundsteuerveranlagung, das Generalstabswerk und eine Reihe von Sozialstatistiken. Der Staat und die landwirtschaftlichen Organisationen müßten die Bonitierung des Landes in die Hand nehmen und die einschlägigen wissenschaftlichen Institute und Lehranstalten, sowie die landwirtschaftlichen Vereine hätten dabei das Personal und die Untersuchungsstationen zu stellen. Als naturwissenschaftliche Grundlage für die Bonitierung stellt LEISEWITZ auf: Untersuchungen geologischer, topographischer und klimatologischer, agrikultur-geognostischer, physikalischer und chemischer Art. Wirtschaftliche Grundlagen wären dagegen die Feststellung der Bevölkerungs-, Erwerbs- und Konsumtionsverhältnisse, der Arbeits- und Kapitalkräfte, sowie der Verkehrs- und Absatzverhältnisse.

S. A. PFANNSTIEL¹ (1879) stellt ein Bonitierungssystem auf, das dem von BIRNBAUM recht ähnlich ist, erachtet dabei aber 5 Abstufungen für ausreichend. Die 10 Merkmale, auf welche der Boden zu prüfen wäre, sind folgende: Konstitution (Bodenmischung), Krumentiefe, Humusreichtum (Farbe in feuchtem Zustand), Menge der Steine, Tiefe des Untergrundes, Beschaffenheit des Untergrundes, Feuchtigkeitsgrad des Bodens, Lage des Ackers zum Horizont, Tragfähigkeit und charakteristische Unkräuter. Dabei werden je 5 Bodenqualitäten unterschieden. Zur Ermittlung der entsprechenden Bodenklasse wird die dem Boden zukommende Qualitätszahl (Punktzahl) durch die Zahl der Beurteilungsmomente dividiert. Der Quotient je nach seiner Annäherung zu 0,5 oder zur ganzen Zahl abgerundet, ergibt dann folgende Klassen: 1 = Klasse I, 1,5 = Klasse II, 2 = Klasse III, 2,5 = Klasse IV, 3 = Klasse V (Mittelklasse), 3,5 = Klasse VI, 4 = Klasse VII, 4,5 = Klasse VIII, 5 = Klasse IX. Diese Bonitierung mit nur 9 Klassen hat wohl manche Vorteile, aber KRAFFT macht ihr den Vorwurf, daß Momente, welche verschiedenen Einfluß auf die Ertragsfähigkeit ausüben, mit gleichen Wertziffern versehen werden und sucht daher, wie schon erwähnt, diesem Mißstande dadurch abzuhelpen, daß er die verschiedenen Einflüsse der einzelnen Momente auf die Fruchtbarkeit mit höheren oder niederen Verhältniszahlen bewertet. PFANNSTIEL teilt die verschiedenen Bonitierungssysteme wie folgt ein: 1. Landwirtschaftliche Systeme. Zu diesen gehören diejenigen von THAER, SCHMALZ, KOPPE, PABST und SCHÖNLEUTNER. 2. Naturwissenschaftliche Systeme. Zu diesen gehören das botanische von CROME und TROMMER, das mineralogische von THAER, SCHÜBLER und TROMMER, das geognostische von FALLOU und GIRARD und das chemische von KNOP. 3. Gemischte Systeme. Hierhin gehört die ökonomische Klassifikation von THAER. Außerdem reiht hier PFANNSTIEL die Geschäftsanweisung zur Abschätzung des Grundeigentums im Königreich Sachsen, die technische Instruktion für die Auseinandersetzungsangelegenheit im Frankfurter Regierungsbezirk, die technische Instruktion für den Regierungsbezirk der Generalkommission zu Breslau, sowie die technische Instruktion für die Provinz Sachsen ein. 4. Synthetische Systeme, zu welchen diejenigen von BIRNBAUM und KRAFFT zu rechnen sind.

¹ PFANNSTIEL, S. A.: Die Bonitierungsmethoden des Ackerlandes. Landw. Jb. 1879, 713.

C. A. TUXEN¹ (1880) hat die Methode KNOPS nachgeprüft und gefunden, daß die betreffenden chemischen Analysen mit dem Wert der Bodenarten genau übereinstimmen. Auch die Absorptionsfähigkeit für Ammoniak hat bei der Prüfung gute Werte ergeben, von den Fällen abgesehen, wo durch einen abnorm hohen Humusgehalt Beeinträchtigungen stattfanden. In solchen Fällen müßte daher die Absorptionsfähigkeit als Maßstab bei der Bodenbonitierung nach TUXEN ausscheiden. Er ist auch der Ansicht, daß die Theorie GRANDEAUS, nach welcher der Gehalt eines Bodens an Humus für dessen Fruchtbarkeit entscheidend wäre, im allgemeinen zutreffen könne, doch würden Tonböden dabei auszuscheiden sein, nachdem seine eigenen Versuche mit diesen die diesbezüglichen Ergebnisse zeitigten.

JORDAN und STEPPES² (1882) bringen in ihrem Werke nähere Angaben über die auf Grund des Gesetzes vom 21. Mai 1861 durchgeführte Bonitierung von Preußen, welche 24,8 Millionen Mark gekostet hat. Für jede der folgenden Kulturarten wurden höchstens 8 Klassen angenommen: Ackerland, Gärten, Wiesen, Weiden usw. Ein Landkreis bildete im allgemeinen die Grundlage, und die Reinerträge wurden für die verschiedenen Kulturarten und Klassen in Silbergroschen pro Morgen berechnet. Die verschiedenen Bodenarten wurden je nach ihrer Beschaffenheit bezüglich Krume und Untergrund den einzelnen Klassen zugeteilt. Die Normal- oder Mustergrundstücke waren charakteristisch für die einzelnen Bodentypen. Das Verfahren bei der Bodeneinschätzung wird schließlich von den Genannten im einzelnen geschildert.

R. HEINRICH³ (1882) spricht sich dahin aus, daß der Wert eines Ackerbodens von der Menge verwertbarer Pflanzenmassen abhängig sei, die man auf ihm mit den geringsten Betriebskosten zu erzielen imstande ist. Er erklärt die zahlreichen Bonitierungssysteme, welche nur einzelne Faktoren berücksichtigen, für unbrauchbar, weil sie den Grundsatz unbeachtet lassen, daß die Faktoren der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion sämtlich gleichwertig sind. Bezüglich der Nährstoffe hat ja bereits LIEBIG dieses Gesetz aufgestellt, und das gleiche gilt auch von den übrigen Faktoren der Pflanzenproduktion, so daß der Wert eines Bodens durch den Faktor bedingt wird, der im geringsten Maße zur Wirkung kommt.

Nach v. DER GOLTZ⁴ (1882) ist der Reinertrag insbesondere von den Boden- und Standortsverhältnissen überhaupt abhängig, und daher ist bei allen Taxationen von Grundstücken die Feststellung der Bodenbeschaffenheit unbedingt notwendig. Wenn auch alle entscheidenden Bodeneigenschaften für den Wert und die Ertragsfähigkeit des Bodens von Bedeutung seien, so lasse sich der Grad der Mitwirkung eines jeden Faktors trotzdem nicht in bestimmten Zahlen angeben. Auch er unterscheidet zwischen einer ökonomischen und einer naturwissenschaftlichen Klassifikation, wobei letztere aber von ganz anderen Grundsätzen ausgehe und ganz anderen Zwecken zu dienen habe als die ökonomische Bonitierung. Diese geht nur von der Ertragsfähigkeit aus, jene dagegen von den Bodeneigenschaften. Das naturwissenschaftliche Klassifikationssystem kann nach ihm in der gleichen Gestalt überall angewendet werden.

¹ TUXEN, C.: Die Methode KNOPS für die Bonitierung der Ackererde auf dänische Böden angewendet. Tidskr. Landökonomi 1880. — Die Theorie GRANDEAUS über die Fruchtbarkeit des Erdbodens, auf verschiedene Erdböden mit besonderer Rücksicht auf eine Beurteilung des Erdbodens angewandt. Landw. Versuchsstat. 27, 114 (1882).

² JORDAN, W. u. K. STEPPES: Das deutsche Vermessungswesen. Stuttgart 1882.

³ HEINRICH, R.: Grundlagen zur Beurteilung der Ackerkrume in bezug auf die landwirtschaftliche Produktion. Wismar 1882.

⁴ GOLTZ, TH. VON DER: Bonitierung und Klassifikation des Bodens. 1910. — Landwirtschaftliche Taxationslehre. Berlin 1892.

Für den Reinertrag eines Grundstückes ist zunächst der Rohertrag maßgebend, und daher besteht auch zwischen Reinertrag, Rohertrag und der Bodenbeschaffenheit ein inniger Zusammenhang. Bei der Bonitierung und Klassifikation des Ackerlandes müssen festgestellt werden: 1. Die Bodenbestandteile, 2. der Humusgehalt, 3. die Tiefe und Mächtigkeit der Ackerkrume, 4. die Untergrundbeschaffenheit, 5. die Lage des Bodens und 6. die klimatischen Verhältnisse. Hierin decken sich die Ansichten v. D. GOLTZ ganz mit dem, was vor und nach ihm hierüber gefordert wird. Es ist eben die Ertragsfähigkeit des Bodens das Produkt des Zusammenwirkens der mannigfaltigsten Faktoren. Er, der auf den Arbeiten von THÄER und seinen Schülern aufbauend, lange Zeit hindurch bestimmend war für die Gestaltung der Bodenbonitierung und Bodentaxation, ist vielleicht mit die Veranlassung gewesen, daß die Punktiervverfahren von BIRNBAUM, KRAFFT und PFANNSTIEL bis in die neuere Zeit hinein nicht weiter beachtet und ausgearbeitet wurden. Wenn auch, wie später gezeigt werden soll, von AEREBOE¹ die umfassenden Arbeiten von v. D. GOLTZ in manchen wesentlichen Punkten scharf angegriffen wurden, so ist der Einfluß, den letzterer auf die ganze Entwicklung der Bonitierungsfrage, und zwar wohl auch mit Recht, ausgeübt hat, auch heute noch unverkennbar, und es dürfte daher zweckmäßig sein, an dieser Stelle auf die von ihm aufgestellten Leitsätze kurz einzugehen.

Nach ihm ist ein Klassifikationssystem notwendig, welches die verschiedenen tatsächlich vorkommenden Bodenarten nach gewissen allgemeinen Gesichtspunkten in bestimmte Gruppen oder Klassen bringt. Dabei müssen die einzelnen Klassen genau gekennzeichnet sein, und es soll trotzdem möglich sein, jedes Grundstück in eine dieser Klassen einzuordnen. Die Zahl der Klassen darf andererseits nicht zu groß gewählt werden, um das System gut anwendbar und übersichtlich zu gestalten. Schließlich muß es einfach sein, so daß es leicht, rasch und mühelos durchgeführt werden kann. Nach ihm hat ferner eine Bodenklassifikation immer nur für einen engeren Bezirk Gültigkeit. Wollte man ein ganzes Land einheitlich klassifizieren, so müßte man entweder sehr viele Klassen aufstellen, wobei jede Übersicht fehlen würde, oder man würde bei weniger Klassen für viele vorhandene Grundstücke keine zutreffende Einreihung vornehmen können. Trotz aller Abhängigkeit des Reinertrages vom Rohertrag und dieser beiden von den Bodenverhältnissen sind Rohertrag und Reinertrag doch verschiedene Größen, die sich keineswegs decken müssen. Bei der Bonitierung von Grundstücken geht er nun folgendermaßen vor. Zunächst werden die Grundstücke festgestellt, welche wesentlich voneinander abweichende Bodeneigenschaften besitzen und dann wird deren Ertragsfähigkeit ermittelt. Man soll hierbei jedoch nicht mehr als 8—10 Bonitätsklassen aufstellen. War diese Aufstellung richtig, so dürfte es nicht schwer fallen, alle übrigen Grundstücke einzureihen. Hierauf erfolgt für jede Bonitätsklasse die Ermittlung des Rohertrages und hieraus auch des Reinertrages, welche entweder in bestimmten Mengen von Ernterzeugnissen oder noch besser in einer festen Geldsumme ausgedrückt werden. Dabei sind aber nur jene Kulturgewächse zu berücksichtigen, welche hauptsächlich angebaut werden.

Auch das für Wiesen von ihm aufgestellte Klassifikationssystem soll hier ganz kurz erörtert werden. Danach wären hierbei festzustellen: 1. Bodenzusammensetzung, 2. örtliche Lage und nähere Bezeichnung der Wiese, 3. Feuchtigkeits- bzw. Bewässerungsverhältnisse, 4. Zahl der Schnitte und Rohertrag an Heu pro Hektar, 5. Beschaffenheit des Heues. Großer Wert ist insbesondere auf die örtliche Lage und den Einfluß des Klimas zu legen, weil hierdurch die Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse bedingt werden, von denen der Er-

¹ AEREBOE, F.: Die Beurteilung von Landgütern und Grundstücken. 2. Aufl. S. 260. Berlin: Paul Parey 1921.

trag der Wiese nach Menge und Güte hauptsächlich abhängt. Dagegen ist der Untergrund, abgesehen von der Höhe des Grundwasserstandes, weit weniger wichtig als es beim Ackerland der Fall ist, wo die Bodenbeschaffenheit mehr Bedeutung besitzt, denn für Wiesen kommen eine Reihe von Bodenarten überhaupt nicht in Betracht.

Bezüglich der Bonitierung und Klassifizierung der Weiden gelten im allgemeinen die gleichen Gesichtspunkte wie bei der der Wiesen. Nicht die jeweilige Benützung, sondern der Umstand ist maßgebend, ob sich die betreffende Fläche ihrer Beschaffenheit nach mehr zur Wiese oder mehr zur Weide eignet, denn für die Weiden spielen die Bodenverhältnisse bekanntlich eine größere Rolle als für die Wiesen. Auch sind die Weidepflanzen meistens Flachwurzler und daher insbesondere auf die oberste Bodenschicht angewiesen. Wichtig sind natürlich auch hier die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens und der Luft, und letztere gerade deswegen, weil durch das kurze Abfressen der Weidepflanzen diese der Sonne und den Winden mehr preisgegeben sind. Der Rohertrag der Weiden wird ebenso wie bei den Wiesen am besten nach der Futtermenge abgeschätzt, welche von einem Hektar gewonnen wird. Da es dem Landwirt im allgemeinen bekannt ist, wieviel Futter ein Stück Vieh zu seiner ausreichenden Ernährung täglich bedarf, vermag dieser auch den Ertrag der Weideflächen abzuschätzen.

Schließlich dürfte von Interesse sein, was v. D. GOLTZ gegen die synthetischen Systeme von BIRNBAUM und KRAFFT einzuwenden hat. Er vertritt dabei die Auffassung, daß diese zwar gewisse Anhaltspunkte für die Beurteilung des Bodens im ganzen geben, daß es dagegen nicht durchführbar erscheint, die dabei gewonnenen Endzahlen als den Ausdruck für die Ertragsfähigkeit des Bodens im ganzen zu betrachten oder gar nach ihnen seinen Reinertrag bzw. Wert zu bemessen, denn die Eigenschaften eines Bodens haben an und für sich schon ungleiche Wirkung auf dessen Produktionsfähigkeit und ferner wirken sie je nach den sonst vorhandenen Einflüssen recht verschieden. So sind z. B. Ackerkrume und Ortslage oder Untergrund und Klima in ihrer Auswirkung auf den Bodenertrag zu meist sehr verschieden, und für einen Boden von guter Zusammensetzung hat eine tiefere Ackerkrume jedenfalls eine viel höhere Bedeutung als für einen Boden von schlechter Zusammensetzung. KRAFFT habe diesen Tatsachen dadurch zu entsprechen versucht, daß er für die einzelnen Beurteilungsmomente eine verschiedene Zahlenabstufung zugrunde legte, so daß z. B. die Bodenzusammensetzung für das Endergebnis viel stärker ins Gewicht fällt als die Bearbeitungsfähigkeit oder sonstige Momente. Jedoch ist nach VON DER GOLTZ das auf die einzelnen Beurteilungsmomente aufgestellte Wertverhältnis immer ein willkürliches, das vielfach die wirklichen Verhältnisse nicht kennzeichnen wird. Außerdem sind die beiden Systeme seiner Meinung nach sehr kompliziert, und es ist eine allgemein richtige und anwendbare Aufstellung der Beurteilungsmomente und deren Abstufung überhaupt nicht möglich. Somit bleibe nichts anderes übrig, als für jeden Fall ein besonderes, den vorhandenen Bodenverhältnissen angepaßtes Klassifikationssystem zugrunde zu legen. Nachdem bereits früher auf diese Dinge eingegangen wurde, dürfte es genügen, nur kurz darauf hinzuweisen, daß BIRNBAUM und KRAFFT ja nicht den absoluten Betrag des Bodenwertes oder auch den Reinertrag feststellen, sondern daß sie nur die Güte der einzelnen Bodenarten relativ bzw. verhältnismäßig zum Ausdruck bringen wollen. Aus einer solchen Wertstufe kann aber, wenn der Reinertrag in einem einzigen Fall ermittelt wurde, dieser für alle übrigen Grundstücke unschwer errechnet werden. Was nun die verschiedenen Einflüsse der einzelnen Beurteilungsmomente auf das Endergebnis anbetrifft, so kann hier die praktische Erfahrung ergänzend und berichtigend wirken und die Systeme mehr und mehr

vervollkommen. Nicht zutreffend ist es schließlich, wenn dieselben als kompliziert bezeichnet werden, denn ihre Durchführung dürfte leichter als die Ermittlung der Reinerträge möglich sein, die noch dazu wohl nur in Ausnahmefällen einwandfrei festgestellt werden können.

E. LEHNERT¹ (1885) hat sich die Anschauungen von VON DER GOLTZ zu eigen gemacht und meint, daß die ökonomische Bonitierung nur durch gründliche fachmännische Arbeit geleistet werden könne und müsse. Sie hat sich an die naturwissenschaftliche Klassifikation anzureihen und muß mit dieser in Beziehung gesetzt werden.

TH. WÖLFER² (1892) weist darauf hin, daß sich von alters her der Wert eines Grundstückes nur nach den Erträgen hat bestimmen lassen, und daß diese Wertbestimmungen bei der Veranlagung des Grundbesitzes zur Staatslast unterlegt wurden. Er stellt ferner fest, daß die bereits von THAER aufgestellten Bodentypen mit denen, welche bei der geologisch-agronomischen Kartierung unterschieden werden, in deren Kennzeichnung weitgehend übereinstimmen. So gibt THAER z. B. folgende Bodenbezeichnungen an: Ton, Lehm, sandiger Lehm, lehmiger Sand, schlechter Sand, Mergel-, Kalk- und Humusböden, und damit unterscheidet ganz übereinstimmend die geologisch-agronomische Kartierung folgende Typen: Ton bzw. toniger Lehm bzw. lehmiger Ton, Sand, Grand bzw. Stein-, Kalk-, Mergel- und Humusboden. Somit liegt in der THAERSchen Klassifikation die Möglichkeit, die geologische Karte mit der Bodeneinschätzung zu verknüpfen. Hierfür gibt WÖLFER zahlreiche Beispiele bzw. bringt die Klassen mit den Bodenprofilen und deren Bezeichnung in unmittelbare Verbindung. Dabei zeigt sich deutlich die Abhängigkeit des agronomischen Wertes von der geognostischen bzw. petrographischen Beschaffenheit. Jedoch noch besser werde die Übereinstimmung aber werden, wenn weitere örtliche Untersuchungen der einzelnen Musterstücke abgeschlossen sind. An einer Bodenkarte zeigt WÖLFER deutlich den Zusammenhang und die Übereinstimmung zwischen der geologisch-agronomischen Kartierung und der landwirtschaftlichen Einschätzung. Sache der letzteren bleibe es im wesentlichen nur, die nach naturwissenschaftlichen (topographischen, klimatischen und geognostischen) Gesichtspunkten abgegrenzten Kultur- bzw. Produktionsbezirke mit ihren, auf agronomischen Grundsätzen beruhenden Unterabteilungen hinsichtlich ihrer merkantilen Bedeutung zu würdigen. Also liegt hier die Vereinigung der beiden großen Werke, der im Gang befindlichen geologischen Spezialkarte und der bei Gelegenheit der Grundsteuerregelung ausgeführten landwirtschaftlichen Bodeneinschätzungen vor.

G. THOMS³ (1890) hat sich eingehend mit Bodenuntersuchungen beschäftigt. So führte er z. B. in der Mitte der achtziger Jahre von Böden der Gegend von Riga je 142 Analysen aus der Krume und dem Untergrund aus, welche zeigen, daß in Livland und im Dorpater Kreise die Bonität des Ackerlandes in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Gehalt des Bodens an den wichtigsten Bodennährstoffen steht. Bester, mittlerer und schlechtester Boden zeigten hierin analoges Verhalten, was bei sonst gleicher Bodenzusammensetzung, gleichem Klima usw. ganz gut der Fall sein kann. THOMS leitet aus seinen Untersuchungen noch folgende Schlüsse ab: Der Phosphorsäuregehalt steht in ausgespro-

¹ LEHNERT, E.: Landwirtschaftliche Taxationslehre. Stuttgart 1885.

² WÖLFER, TH.: Die geologische Spezialkarte und die landwirtschaftliche Bodeneinschätzung in ihrer Bedeutung und Verwertung für Land- und Forstwirtschaft. Abh. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst., N. F., H. 11.

³ THOMS, G.: Ein Beitrag zur Bonitierung der Ackererden auf Grund mechanischer und chemischer Bodenanalysen. Riga 1890. — Zur Wertschätzung der Ackererden auf naturwissenschaftlicher und statistischer Grundlage. Riga 1893.

chener Beziehung zur Bodenqualität. Auch die Untergrundproben der besten Böden sind im Durchschnitt reicher an Phosphorsäure als diejenigen der Mittelböden. Desgleichen enthalten die besten Böden in der Krume auch am meisten Stickstoff, Kali, Kalk und ganz besonders Phosphorsäure, und sowohl hiervon als auch von der Krumentiefe hängt die Bodenqualität weitgehend ab. Dagegen weichen die Mittelzahlen für die physikalischen Eigenschaften bei den einzelnen Böden so wenig voneinander ab, daß sich daraus keine Beziehungen zu den Fruchtbarkeitsverhältnissen ableiten lassen. Als solche Eigenschaften führt er die Kondensationsfähigkeit für Wasserdampf, die Ammoniakabsorption, die Wasserkapazität und die sich aus der Mischung der Hauptbodenbestandteile ergebenden Verhältnisse an.

Im Jahre 1896 hat der Sonderausschuß der D. L. G. für die Wertermittlung des Grund und Bodens den Beschluß gefaßt, sämtliche Abschätzungsvorschriften von deutschen Bodenkreditbanken zusammenzustellen, sie zu prüfen sowie nach Möglichkeit zu verbessern. Da der Grundsteuerreinertrag für die Zwecke der Bodenbonitierung einen noch unsichereren Maßstab abgab als die landwirtschaftlichen Abschätzungen in der Mark Brandenburg, haben im Auftrag dieses Sonderausschusses ORTH im Kreise Niederbarnim, WÖLFER in den Kreisen Schroda, Gnesen und Witkow und WOHLTMANN im Landkreise Cöln Spezialuntersuchungen durchgeführt, um festzustellen, wie sich der Grundsteuerreinertrag zu den natürlichen Grundlagen der Bodenbewirtschaftung verhalte.

ORTH¹ hat in seinen Arbeiten stets betont, daß die geologische Bodenuntersuchung und Kartierung grundlegend für die Landwirtschaft wäre. Bei allen geognostischen Arbeiten müßten aber die agronomischen Gesichtspunkte gebührende Berücksichtigung erfahren, und diese seine Auffassung wird von vielen geteilt. Die Bodenuntersuchung hat sich nicht nur auf die Krume, sondern auf das ganze Bodenprofil zu erstrecken. Diesen Gesichtspunkt will er auch für die Bonitierung der Böden zur Geltung bringen, nachdem die vor 1870 gebräuchlichen Vorschriften beim Bonitieren, den Boden bis zu 2 Fuß Tiefe zu untersuchen, nicht ausreichen, da viele Pflanzen tiefer wurzeln. Veranlaßt durch seine geognostisch-agronomische Kartierung des Rittergutes Friedrichsfelde in der Nähe von Berlin, welche er infolge einer vom Zentralverein des Regierungsbezirkes Potsdam gestellten Preisaufgabe durchführte, hat er in der Folge des öfteren betont, welchen hohen Wert solche Untersuchungen als eine der Grundlagen für die Bonitierung der Kulturländer besitzen könnten. In der Folge haben in Norddeutschland GRUNER, WAHNSCHAFFE u. a. nach dieser Richtung hin gearbeitet und in Süddeutschland waren es insbesondere KOEHNE und NIKLAS, welche in diesem Sinne Grundlagen für die Bodenbonitierung zu schaffen bemüht waren.

K. BIELER² (1898) geht dagegen nur auf die THAERSche Klassifikation ein und legt dabei den Nachdruck auf die naturwissenschaftliche Klassifikation, die allein die Bodenqualität ermitteln könne, während die ökonomische mehr den unmittelbaren Bedürfnissen des landwirtschaftlichen Betriebes angepaßt sei. Bei letzterer können aber nur solche Erträge in Betracht kommen, die nach der bisherigen einmütigen Auffassung unter normalen Verhältnissen und Bedingungen

¹ ORTH, A.: Die geognostisch-agronomische Kartierung des Rittergutes Friedrichsfelde. Berlin 1875. — Die geognostische Durchforschung des schlesischen Schwemmlandes. Berlin. — Wandtafeln für Bodenkunde. Berlin: Paul Parey.

² BIELER, K.: Untersuchung von Ackererden zum Zweck der Beurteilung ihrer mechanischen und chemischen Beschaffenheit. Jber. Agr.-chem. Versuchsstat. Halle 1896. — Anleitung zum Bonitieren. MENTZEL, O. u. A. v. LENGERKES landw. Hilfs- u. Schreibkal. 1899.

erzielt wurden, ohne Rücksichtnahme auf davon abweichende Einflüsse durch persönliche Betriebsweise. BIELER geht in seinen Arbeiten insbesondere auf die standörtlichen Verhältnisse ein, welche für die Bonitierung von Bedeutung sind, wie Art und Beschaffenheit der Krume und des Untergrundes, Ortslage und Klima, und betont die Wichtigkeit einer richtigen Probenahme. Er wendet seine Aufmerksamkeit auch den Methoden der Bodenuntersuchung zu, die, wie z. B. die chemische Analyse, höchstens nur ausnahmsweise mit zur Bonitierung herangezogen werden. Auch Düngungsfragen bespricht er, doch ist sein Eingehen auf Sinn und Zweck der Bodenbonitierung nicht als tiefer schürfend zu bezeichnen.

W. DÜNKELBERG¹ (1898) ist für die Ermittlung des Reinertrages, weil sich nach diesem der Ertragswert und die Ertragsfähigkeit richtet. Die Feststellung der durchschnittlichen Roherträge hält er aber deswegen für entbehrlich, weil aus diesen die Reinerträge leicht berechnet werden können, wenn man dafür mittlere Prozentzahlen der Roherträge aufstellt. Neben der Bodenbeschaffenheit ist die Lage und das Klima ausschlaggebend. Geologische Karten sind nach ihm als Unterlagen ebenfalls sehr wertvoll. Beim Bonitieren bzw. schon beim Begehen sind die Farbe des Bodens, die Tiefe der Krume, das Profil sowie die natürliche Flora zu berücksichtigen und die Böden sind womöglich der Fingerprobe zu unterziehen. DÜNKELBERG ist der Ansicht, daß man brauchbare Klassifikationssysteme nur aufstellen könne, wenn man die Bodenarten mit den verschiedenartigsten Kulturpflanzen in Beziehung bringe, um neben ihrem agronomischen Verhalten auch ihre ökonomische Leistung zu charakterisieren. Die von THAER und seinen Schülern aufgestellten Systeme der Taxation sind bei dem fortschreitenden Landbau seiner Meinung nach zu eng begrenzt. Er befürwortet daher das Verfahren der preußischen Generalkommission, welche für kleine Taxbezirke eigene Systeme aufstellen läßt. Von Interesse ist allenfalls in seinem Werke noch das angeführte französische und preußische Kataster, die Grundsteuer des Königreichs Sachsen und das Kataster des Herzogtums Altenburg.

F. WOHLTMANN² (1896) kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schluß, daß die chemische Bodenanalyse wertvolle Aufschlüsse geben kann, wenn es sich darum handelt, festzustellen, ob ein Acker reich, mittel oder arm an verschiedenen Nährstoffen ist, ob man auf ihm Raubbau treiben kann oder ob er gedüngt werden muß. Er hatte die Böden des Gebietes um Remagen im Rheinland, und zwar aus dem Alluvium der Ahr, einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Dabei wurden die Böden jeder Bonitätsklasse, und zwar sowohl aus der Oberkrume als auch dem Untergrund, mit Salzsäure extrahiert, und es stuften sich die Mengen der gelösten Pflanzennährstoffe ziemlich eindeutig entsprechend den Bonitätsklassen ab. Die Durchschnittszahlen aus Ackerkrume und Untergrund sowie jeweils die ganze Summe der Nährstoffe ließen die engeren Beziehungen zwischen den Bonitätsklassen noch deutlicher hervortreten. WOHLTMANN meint, daß das natürliche Nährstoffkapital der Böden bei den früheren Klassifikationssystemen deswegen nicht berücksichtigt wurde, weil erst mit dem Fortschreiten der Wissenschaft einwandfreie chemische Analysen durchgeführt werden konnten. Immerhin tritt er nicht dafür ein, daß die chemischen Boden-

¹ DÜNKELBERG, F. W.: Die landwirtschaftliche Taxationslehre in ihrer betriebswirtschaftlichen Begründung und mit besonderer Rücksicht auf das Bonitieren der Ländereien. Braunschweig 1898.

² WOHLTMANN, F.: Die chemische Untersuchung des Bodens und ihre Bedeutung für die Bonitierung des Ackers. Schles. Landw. Ztg. „Der Landwirt“ 1896, 75. — Die Bedeutung der chemischen Bodenanalyse für die Bonitierung. Biederm. Zbl. 1897. — Welche Bedeutung haben die Bodenuntersuchungen für die Ackerbonitierung. Illustr. Landw. Ztg. 1899, Nr. 84/85. — Das Nährstoffkapital westdeutscher Böden mit besonderer Berücksichtigung ihrer geologischen Natur, ihrer Katasterbonität und ihres Düngungsbedürfnisses. Bonn 1901.

analysen bei den Bonitierungen stets herangezogen werden sollen, sondern nur dann, wenn Unsicherheiten vorliegen, da sie niemals ganz maßgebend werden können, denn es gibt noch wichtigere Faktoren als das Nährstoffkapital, wie z. B. die physikalischen, geologischen und klimatischen Verhältnisse der Böden.

A. NOWACKI¹ (1899) gibt für die wichtigsten Bodenarten die Prozentgehalte an ihren Hauptbestandteilen Sand, Ton usw. an, und zwar bemerkenswerterweise die Mindestgehalte derselben. Bei seiner Klassifikation unterscheidet er 7 Hauptgruppen von Böden und dabei teilt er jede Hauptgruppe noch in mehrere Klassen ein. Außerdem gibt er die am zweckmäßigsten anzubauenden Kulturpflanzen unter Berücksichtigung der wildwachsenden Flora an, so daß auch hier eine Verbindung naturwissenschaftlicher und ökonomischer Klassifikation zu erkennen ist.

I. HAZARD² (1900) ist ebenfalls einer der Vorkämpfer für die agronomische Kartierung auf geologischer Basis und erblickt hierin wertvolle Grundlagen zu einer allgemeinen Bonitierung der Böden. Auch die Bodenkarten werden von ihm bereits einer entsprechenden Würdigung unterzogen und er schildert mehrere Beispiele von bodenkundlichen Aufnahmen für land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen. Von ihm stammt auch eine Einteilung der Böden auf Grund ihres Muttergesteins, bei der der Einfluß von FALLOU auf seine Arbeitsweise deutlich zu erkennen ist. Er begnügt sich nicht mit der Beschreibung der Bonitierungsarbeiten auf dem Felde, sondern schildert auch die Arbeiten im Laboratorium und die dabei vorzunehmenden analytischen Untersuchungen. Aus der mechanischen Beschaffenheit der Böden sowie der Abhängigkeit des Pflanzenbestandes vom Boden und von dessen physikalischen Verhältnissen, insbesondere von dem Feuchtigkeitsgrad, zieht er seine Schlüsse auf die Güte der Böden. Für die Klassifikation des Bodens bieten ihm die beiden wichtigsten Faktoren Wasser und Wärme die zweckmäßigsten Unterscheidungsmerkmale. Da in Mitteleuropa die Wärmemenge für sämtliche einheimische Kulturgewächse nach HAZARD hinreichend ist, kommen nur die Feuchtigkeitsverhältnisse in Frage. Er ordnet daher die Böden je nach dem Wasseranspruch in die Gruppen Kartoffel-, Roggen-, Hafer-, Klee- und Weizenböden ein, die Waldböden in Kiefer-, Birken- und Fichtenböden.

SUDECK³ (1900) hat sich im Auftrag des Sonderausschusses der D. L. G. für Wertermittlung des Grund und Bodens der umfassenden Aufgabe unterzogen, sämtliche Abschätzungsvorschriften von deutschen Bodenkreditbanken zusammenzustellen, sie zu prüfen und nach Möglichkeit zu verbessern. Dabei kam er zu dem Ergebnis, daß die ökonomischen Systeme, welche den Roh- und Reinertrag bestimmen, nicht mehr einwandfrei seien. Denn Roh- und Reinertrag stehen nicht in einem gleichbleibenden Verhältnis und daher könne man auch nicht die Klassen für den Roh- und Reinertrag vereinigen. Stufe man aber die Rohertragsklassen wieder nach den Reinerträgen ab, so würde das ganze System zu verwickelt. Da aber die Roherträge unschwer abgeschätzt werden können, so solle man dies auch tun, denn man besitze dann wenigstens immerhin eine gute Grundlage für die Beurteilung der Reinerträge und des Kapitalwertes. Doch soll man damit in allen Fällen eine Bodenbeschreibung verbinden. Das Reinertragsverfahren ist dort gut angebracht, wo z. B., wie in England, durch Schätzung in Bausch und Bogen die für eine be-

¹ NOWACKI, A.: Praktische Bodenkunde. Berlin 1899.

² HAZARD, I.: Die geologisch-agronomische Kartierung als Grundlage einer allgemeinen Bonitierung des Bodens. Landw. Jb. 29, 805 (1900).

³ SUDECK, G.: Beleuchtung der Abschätzungsverfahren- und Vorschriften der deutschen Bodenkreditanstalten. Arb. Dtsch. Landw.-Ges. 1900, H. 47.

stimmte Flächeneinheit oder ein ganzes Gut zu zahlende Pachtsumme wertvolle Anhaltspunkte gibt. Allerdings hat man es dabei immer nur mit einem Anhalt zu tun, da alle einschlägigen Verhältnisse bei einer Bonitierung und Taxation niemals erfaßt werden können. SUDECK gesteht den naturwissenschaftlichen Systemen zu, daß sie zwar überall anwendbar wären, daß man jedoch aus ihnen nicht exakt auf die Ertragsfähigkeit schließen könne. Außer der Besprechung verschiedener Taxationssysteme schildert er auch die Vor- und Nachteile der Bonitierung im früheren Königreich Sachsen. Nach ihm ist überhaupt noch kein Bonitierungssystem vorhanden, welches allen Anforderungen entsprechen kann, und daher hält er es auch für begreiflich, daß alle Stellen, die sich bisher mit dem Einschätzen zu befassen gehabt haben, keine oder doch nur unzulängliche Vorschriften hätten hierfür erlassen können. Von ihm werden für die Ausführung der Bonitierung folgende Punkte als unbedingt notwendig erachtet: „1. Anwendbarkeit für möglichst große Bezirke und für den praktischen Landwirt, sowie Ausschaltung langer Vorbereitungen und Voruntersuchungen, 2. Ermittlung der Beschaffenheit des Bodens nach seinen Hauptbestandteilen, 3. Tiefe der Krume, 4. Beschaffenheit des Untergrundes und ob er durch- oder undurchlässig oder eisenhaltig ist, 5. Angabe der Hauptfrüchte, für welche der Boden besonders geeignet ist, 6. Feststellung des Rohertrages auf einen Hektar.“ SUDECK erweitert das von VON DER GOLTZ aufgestellte Bonitierungsschema zu einem solchen, das auch für große Bezirke anwendbar ist, in der Weise, daß er zwischen den Klassen Spielräume läßt. Auch führt er für diese ein oder zwei Typen von Böden ein und läßt die Möglichkeit offen, bei ihrer Einreihung etwas freier vorzugehen. So brauche ein Boden, der z. B. seiner Beschaffenheit nach in Klasse 5, seinen Erträgen nach aber in 6 einzuordnen wäre, nicht unrichtigerweise in eine der beiden Klassen eingestuft zu werden, und so nur könnte die Taxation entschieden gefördert werden. Ferner wären für Wiesen und Weiden eigene Systeme aufzustellen, da hier ganz andere Verhältnisse vorliegen als auf dem Acker. Wiesen und Weiden, die nur eine Nutzung haben, sind leichter und einfacher als Feldböden zu bonitieren.

TH. EICHHOLTZ¹ (1900) spricht sich dafür aus, daß für das Einschätzungs-geschäft geologisch-agronomische Untersuchungen weitgehend herangezogen werden müssen und daß die Festsetzung und Nachprüfung der Einschätzung durch den Staat, aber nicht durch die Kommunen und Private vorgenommen werden darf. Zum Beweis hierfür beruft er sich auf den Geschäftsbericht des kaiserlichen Aufsichts-amtes für private Versicherungen aus dem Jahre 1910, wonach bei Verkäufen 89% des Wertes privater Taxen, 111% solcher von öffentlichen Taxen, 109% der Bremer Katastertaxen und 59% der Hamburger Grundsteuertaxen erzielt wurden. Bei Zwangsversteigerungen betrug die Meistgebote 66% des Wertes privater und 87% des Wertes öffentlicher Taxen. Er steht viel mehr auf dem Standpunkt von KRAFFT, die Wertzahlen für die einzelnen Beurteilungsmomente nach ihrer Bedeutung abzustufen, als auf dem von BIRNBAUM, dessen Klassifikationssystem er für ungeeignet und nicht richtig hält. EICHHOLTZ hat sich auch eingehender mit der Bonitierung der Weiden beschäftigt und deren Ertrags- und Wertanschlag geschildert. Neben der Berücksichtigung der Bodenverhältnisse habe die des Klimas sowie des Bestandes und der Unkrautflora zu erfolgen. Nach ihm ist die Einschätzung der Weiden deshalb eine recht schwierige, weil bei derselben besonders örtliche Gepflogenheiten und wirtschaftliche Verhältnisse

¹ EICHHOLTZ, TH.: Die Bodeneinschätzung unter besonderer Berücksichtigung der bei preußischen Generalkommissionen hierüber erlassenen Bestimmungen. Berlin 1900. — Bodeneinschätzung. Welche Einschätzungsart der Grundstücke ist die richtige und wissenschaftlich einwandfreie? Dtsch. landw. Presse 1913, 73 u. 83.

schwer ins Gewicht fallen, denn die Weiden bilden oft den Übergang zwischen Wiesen und Ackerland. Bei der Einschätzung der Stoppelweide rechnet man nach ihm 10—15 % des Ertrages, den das Grundstück als Dauerweide ergeben würde, während man bei der Brachweide 20—25 % des Weideertrages anzunehmen habe. In seinem 1900 erschienenen Werke werden neben den standörtlichen und sonstigen für die Taxation in Betracht kommenden Verhältnissen insbesondere die gesetzlichen Bestimmungen über Einschätzungen, die geschäftlichen Vorgänge bei den Generalkommissionen sowie die durch die Einschätzung veranlaßten Arbeiten der Landmesser geschildert.

Die Zeit von 1901—1929.

A. JARILOW¹ (1904) hat sich mit der Methode von THOMS zur Bodeneinschätzung eingehend beschäftigt und kommt dabei zu dem Schluß, daß diese Methode keine wissenschaftliche und praktische Bedeutung habe.

W. SCHOTTLER² (1905) hat demgegenüber sich besonders mit der geologisch-agronomischen Kartierung befaßt, und er bringt in einer übersichtlichen Darstellung diese sowie die wichtigsten bodenkundlichen Untersuchungsmethoden und deren Bedeutung zur Beurteilung und Bewertung des Bodens. Er reiht sich damit in die Gruppe derjenigen Autoren ein, welche die Geologie als Grundlage der Bodenbonitierung zu sehen wünschen.

HÜSER³ (1905) gibt in der 2. Auflage seines Werkes Beispiele für Reinertragsberechnungen von Grundstücken. Dabei stellt er 10 Ackerklassen mit Schwankungen der Hektarreinerträge von 65—180 M. auf, und es stehen diesen großen Schwankungen ebenso große bei der Weidenutzung zur Seite. Es sei hier bezüglich dessen auf bereits früher angeführte Angaben von KOPPE verwiesen.

DÜNKELBERG⁴ gibt für die Ernährung der verschiedenen Weidetiere auf guten Elbmarschen eine Aufstellung der hierfür erforderlichen Flächen. Derartige Zahlen haben später, insbesondere durch FALKE⁵ wertvolle Ergänzungen und Erweiterungen erfahren.

E. A. MITSCHERLICH⁶ (1905) betont, daß bei der Feststellung des Bodenwertes alle die Eigenschaften der Böden unberücksichtigt bleiben müssen, die sich verändern können. Grundlegend für die Bonitierung ist die Feststellung der physikalischen Bodeneigenschaften und hierbei zuerst die Bestimmung der Hauptbestandteile, wie Sand, Ton, Kalk und Humus. Auch der Untergrund muß untersucht werden, was die Einordnung der Böden in die einzelnen Klassen erleichtert. Der Gehalt des Bodens an den einzelnen Bestandteilen und deren Mischungsverhältnis sind Merkmale, die dem Boden innerhalb weiter Grenzen unverändert bleiben. Eine Änderung dieser Verhältnisse ist nur durch einen erheblichen Arbeits- bzw. Kapitalaufwand erforderlich, welche dann aber auch dauernde Werte schaffen. Selbstverständlich ist die Bestimmung der Wasser- verhältnisse des Bodens für die Bonitierung von größter Bedeutung. MITSCHERLICH

¹ JARILOW, A.: Die Methode des Prof. THOMS für die Bodeneinschätzung, ihre wissenschaftliche und praktische Bedeutung. La Pédologie 1904, Nr. 1. — Wertschätzung des Ackerlandes. Ref. ebenda 1912.

² SCHOTTLER, W.: Die Beurteilung der Ackererde auf geologisch-agronomischer Grundlage. Hess. Landw. Z. 1905, Nr. 34.

³ HÜSER, A.: Die Zusammenlegung der Grundstücke nach dem preußischen Verfahren. Berlin 1905.

⁴ DÜNKELBERG, F. W.: Die Grasweiden, ihre Ansaat, Pflege und Nutzung und ihre Beziehungen zur Hochzucht und Edelizecht. Berlin 1905.

⁵ FALKE, F.: Die Dauerweiden. Hannover 1920.

⁶ MITSCHERLICH, E. A.: Bodenkunde, S. 3. Berlin: Paul Parey 1905.

spricht sich aber dagegen aus, daß man Bodeneigenschaften, welche den Bodenwert nicht direkt bedingen, bei der Wertbestimmung berücksichtige. Hierzu gehört auch die Bearbeitbarkeit, und würde man diese als unmittelbar wertbestimmend bezeichnen wollen, so müßte man auch eine Reihe ökonomischer Verhältnisse, wie die Höhe der Marktpreise der Ernteprodukte, der Arbeitslöhne und Düngemittel mit heranziehen, was aber nicht zulässig sein dürfte. Denn es würden sonst durch solche veränderliche ökonomische Faktoren große Unsicherheiten bei der Feststellung des Bodenwertes bedingt werden, und man habe daher unter allen Umständen eine gleichmäßige Bodenklassifikation anzustreben, die für alle Bodenarten und für alle Gegenden zutreffend sei.

Nicht nur die Menge der Hauptbestandteile ist maßgebend, sondern auch deren Art und Charakter. Zu berücksichtigten sind bei der Bodenbonitierung der Boden, sein Untergrund und seine Wasserverhältnisse, sowie die Neigung der Erdoberfläche, die Himmelsrichtung des Gefälles und das Klima. Falls keine dauernde Nässe vorhanden ist, wird die Wasserkapazität des Bodens bestimmt, sowie die Hygroskopizität und das gleiche auch für den Untergrund festgestellt. Auch die Tiefe der Ackerkrume ist von Bedeutung. Bekanntlich hat MITSCHERLICH seinerzeit für die Bodenklassifikation der sog. Benetzungswärme, sowie der Hygroskopizität große Wichtigkeit beigemessen, doch ließen sich diese Forschungsergebnisse, worauf später noch eingegangen werden soll, in ihrem Umfang nicht aufrecht erhalten. Die mechanische Bodenanalyse gibt nach MITSCHERLICH keinen bestimmten Anhalt für die Fruchtbarkeit des Bodens. Er beanstandet auch, daß vielfach bei der Bonitierung primär von den Erträgen ausgegangen wird, was nicht zulässig sei, da, abgesehen von den insbesondere durch die Witterung hervorgerufenen Jahresschwankungen der Ertrag von der Individualität des Wirtschafters weitgehend abhängig ist. MITSCHERLICH kann in die Gruppe derjenigen Autoren eingereiht werden, welche, nicht zuletzt unter dem Einfluß seiner eigenen exakten Forschungen, die naturwissenschaftlichen Grundlagen für die Bewertung des Bodens erforscht und dann als grundlegend anerkannt sehen wollen.

P. MÖLLER¹ (1907) behandelt eingehend die in Mecklenburg bei der Bonitierung geübten Grundsätze und schreibt der strikten Beachtung derselben die guten Kreditverhältnisse dortselbst zu. In Gegensatz hierzu stellt er Preußen, wo selbst nach dem Gesetz von 1871 die Ergebnisse der Bonitierung deswegen so verschieden ausgefallen wären, weil es den Kommissionen unbenommen blieb, das Klassifikationssystem für die einzelnen Gebiete selbst aufzustellen und die Mustergrundstücke zu bestimmen. Der Erfolg der bereits im Jahre 1755 aufgestellten Bonitierungssysteme in Mecklenburg liege in der Beschränkung und in dem Verzicht auf eine naturwissenschaftliche Klassifikation, bei der die Beurteilungsmomente so mannigfaltig sind, daß sie eben kein zutreffendes Ergebnis liefern können. Doch gibt MÖLLER zu, daß durch die Veränderung der landwirtschaftlichen Verhältnisse, wie sie einerseits die fortschreitende Wissenschaft, andererseits rein wirtschaftliche Verhältnisse bedingt haben, eine Notwendigkeit zur Revision der Bonitierungsgrundsätze bestanden hätte. So habe sich die Pflanzenproduktion im letzten Jahrhundert vervierfacht und statt der Brache wäre vielfach der Hackfruchtbau eingeführt worden. Die Punktiersysteme von BIRNBAUM und KRAFFT sind nach diesem Autor trotz aller Genauigkeit unbrauchbar und die übrigen Bonitierungssysteme mit ihrer beliebigen Anzahl von Bodenklassen hätten höchstens lokale Bedeutung. Er ist wie BIRNBAUM

¹ MÖLLER, P.: Entwurf eines Abschätzungsverfahrens für Land- und Rentengüter. Leipzig 1907.

der Auffassung, daß jede Schätzung von Grundstücken nur eine relative sein könne, und daß man um so sicherer gehe, je höher die Zahl der Beurteilungsmomente und der Klassen wäre. BIRNBAUMS System sei dem in Mecklenburg angewandten sehr ähnlich, weil auch dort die relative Schätzung üblich wäre. MÖLLER verwirft die Bestimmung von Roh- und Reinertrag, da die wirtschaftlichen Kosten sehr unterschiedlich wären und darauf eine Reihe von Faktoren Einfluß hätten, wie z. B. die Höhe der Arbeitslöhne, die Entfernung der Grundstücke vom Wirtschaftshofe usw. Auf die Einzelheiten des mecklenburgischen Verfahrens, wie es von ihm geschildert wird, hier einzugehen, dürfte nicht angebracht sein.

Trotz obiger Ansichten tritt er ebenfalls für die Anwendung von geologisch-agronomischen Karten, soweit wie irgend möglich, für die Zwecke der Bodenschätzung ein. Desgleichen sollten klimatische Karten, wie die von WOHLTMANN, THIELE und HELLMANN benutzt werden. Schließlich spricht MÖLLER sich gegen die Verwendung der Verkaufswerte bzw. der Verkaufspreise aus, da z. B. Liebhabereien, Spekulationen usw. dieselben stark beeinflussen können. Dagegen wären die Pachtpreise eine sichere Grundlage, wie sie überwiegend aus wirtschaftlichen Erwägungen hervorgegangen sind. Diese bewegen sich auch nicht so sprunghaft wie die Kaufpreise, und man könne daher bei der Annahme von etwa 5—10jährigen Durchschnittspachtpreisen eine vielfach genügend sichere Grundlage für die Wertermittlung gewinnen. Recht bemerkenswert sind auch seine Angaben, daß man in Vorpommern schon seit langem den 50fachen, andererseits dagegen den 65—80fachen oder gar 100fachen Grundsteuerreinertrag als Kaufwert angenommen habe.

H. SCHMIDT¹ (1908) wählt für die Abschätzung als Grundlage insbesondere die naturwissenschaftlichen Momente, wie Beschaffenheit der Krume und des Untergrundes und deren Einfluß auf die Ertragsfähigkeit. Doch wären im Klassifikationssystem auch die Hauptfrüchte, die auf den betreffenden Böden gedeihen, sowie die Durchschnittserträge und der Grundsteuerreinertrag anzugeben; desgleichen Länge und Beschaffenheit der Zufahrtswege, Drainage, Kulturzustand, Unkrautflora sowie Verkaufswert. Für den Wert eines Grundstückes ist in erster Linie der überhaupt mögliche Ertrag, in zweiter Linie Angebot und Nachfrage bestimmend. Wenn man Ertrags- und Handelswert addiere und diese Summe durch 2 teile, so erhalte man nach SCHMIDT den wirtschaftlichen Wert.

O. BAUER² (1909) vergleicht den Arbeitsvorgang und das Arbeitsziel bei der Grundsteuerbonitierung mit denen bei der Flurbereinigung und kommt hierbei nach mancher Richtung hin zu recht bemerkenswerten Ergebnissen. In Bayern wurden für den Zweck der Grundsteuerbonitierung nur die Roherträge ermittelt, weil sich UTZSCHNEIDER, der Schöpfer dieses Verfahrens, durch die Schwierigkeiten, den Reinertrag zu berechnen, und durch die damit verbundenen Unsicherheiten hat abschrecken lassen. Dieser ging dabei von den Mustergrundstücken aus und hat danach die Bonitätsklassen der übrigen Grundstücke bestimmt. Die Abweichungen in den Ergebnissen der Bonitierung durch die Grundsteuerkommissionen und der Flurbereinigung sind dadurch erklärlich, daß die Taxatoren weitgehend auf die Angaben der Eigentümer angewiesen waren, und man

¹ SCHMIDT, H.: Anleitung zur Abschätzung von Landgütern und einzelner Grundstücke. Arb. Landwirtschaftskam. Prov. Sachsen. 1908, H. 1.

² BAUER, O.: Bonitierungsversuch auf agronomisch-naturwissenschaftlicher Grundlage. Dissert., München 1909. — Über Flurbereinigung und ihre Hilfsmittel zur Bodenbewertung. Naturwiss. Z. Forst- u. Landw. 1910. — Flurbereinigung und Bodenkarte. Z. Ver. höh. bayer. Vermessungsbeamten. Würzburg 1910.

die Angleichung der Grundstücke an die Mustergrundstücke oft vornahm, ohne z. B. die Fruchtfolge und andere wichtige wirtschaftliche Gesichtspunkte, wie die Entfernung, usw. zu berücksichtigen. Auch sind die damals ermittelten Roherträge heute vielfach nicht mehr zutreffend. Ferner muß die Flurbereinigung, die man als eine landwirtschaftliche Bodenreform ansehen kann, vielmehr ins einzelne gehen als die Grundsteuerbonitierung, die zu Besteuerungszwecken dient. Bei ersterer werden Wertklassen ermittelt, wobei nicht der absolute Wert, sondern das gegenseitige Wertverhältnis maßgebend ist. Dagegen soll bei letzterer die Ertragsfähigkeit und nicht der Wert als solcher ermittelt werden, denn dieser beläuft sich nach dem Reinertrag, der nach Abzug der Wirtschaftskosten vom Rohertrag des Grundstückes gefunden wird. Für diese Wirtschaftskosten sind aber die wirtschaftlichen Verhältnisse sowie die Entfernung vom Wirtschaftshof grundlegend. Da die Betriebskosten sich besonders bei Besitz- und Betriebswechsel verändern, könne auch der Reinertrag nicht gleich bleiben. Auch BAUER ist auf Grund seiner langjährigen Erfahrung der Meinung, daß die natürlichen Standortsverhältnisse von grundlegender Bedeutung sowohl bei dem Verfahren der Grundsteuerbonitierung als auch bei dem der Flurbereinigung sind und daher ist die Ermittlung der Beschaffenheit der Grundstücke nach Bodengüte, Lage und Klima unbedingte Notwendigkeit.

In allen seinen Veröffentlichungen vertritt er die Ansicht, daß außer der Erfahrung der Schätzer auch die Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen möglichst mit herangezogen werden sollen. Er ist bestrebt, an der Hand rein praktischer Schätzungen des Bodenwertes die Verwendbarkeit wissenschaftlicher Hilfsmittel zur Ermittlung der wichtigsten Bodeneigenschaften zu untersuchen. In den Kreis seiner Arbeiten hat er u. a. einbezogen die mechanische Bodenanalyse, die Ermittlung physikalischer Eigenschaften, wie z. B. der Wasserkapazität und Bindigkeit des Bodens, ferner die Bestimmung des kohlen-sauren Kalkes in demselben sowie der Bodenmineralien und Bodengesteine. Die Ergebnisse aus einer Reihe von Untersuchungsgebieten gehen dahin, daß die Schätzungs-klassen deutlich nach agronomischen Unterschieden abgestuft sind. Die ökonomischen Schätzungen entsprechen agronomischen Werten. Natürlich sind der Vergleichbarkeit bestimmte Grenzen gezogen. Denn trotz der Ermittlung der vorherrschenden Bodeneigenschaften beeinflussen sich diese gegenseitig, und es liegt bisher keine Möglichkeit vor, den Grad dieser gegenseitigen Einwirkung zahlenmäßig festzustellen. Auch können bei der naturwissenschaftlichen Bonitierung nicht wie bei der ökonomischen alle Faktoren auf eine Einheit zurückgeführt werden. O. BAUER kommt daher zu dem Ergebnis, daß die Beurteilung der Böden nach äußeren Merkmalen sowie die Angabe über Krumentiefe und Untergrundbeschaffenheit ausgezeichnete Ergebnisse liefern. Die wissenschaftliche Bestimmung der maßgebenden naturwissenschaftlichen Verhältnisse, welche die Erklärung für die Abweichungen in den Ertragshöhen geben können, ist unentbehrlich zur Vermeidung von Irrtümern und deren Berichtigung, zur Kritik der Einschätzung oder aber, um Bewertungen in den Fällen zu ergänzen, wo die Ertragsunterschiede nicht genügend genau ermittelt wurden. Das ganze Schätzungswesen, sowohl bei Grundsteuerbonitierung als auch bei dem Flurbereinigungsverfahren werde wesentlich zuverlässiger und sicherer, wenn wissenschaftliche Ermittlungen über das Verhalten des Bodens vorliegen, wobei sich letztere natürlich im Rahmen der praktischen Durchführbarkeit zu halten haben. Als wesentliches Hilfsmittel erscheint ihm schließlich eine Bodenkarte mit Erläuterungen, aus welcher alle maßgebenden Faktoren für die Ertragsfähigkeit des Bodens, soweit sie Standort und Klima betreffen, zu ersehen sind. Auf diese Frage geht BAUER ebenfalls bei seinen späteren Arbeiten näher ein.

W. ROTHKEGEL¹ (1910) hat bereits zu dieser Zeit darauf aufmerksam gemacht, daß sich die steuerliche Belastung offenkundig zuungunsten der besseren Bodenarten verschoben habe. Da bei den älteren Bonitierungsverfahren insbesondere die konstanten Faktoren für den Bodenwert, wie Bodenbeschaffenheit, Lage und Klima ermittelt bzw. berücksichtigt wurden, so könnten diese Ergebnisse bei einer neuen Veranlagung des Grund und Bodens übernommen werden. Dagegen hat sich infolge von Veränderungen in den wirtschaftlichen Verhältnissen, wie sie insbesondere durch die Verbesserung der Bodenkultur, des Verkehrs und des Absatzes hervorgerufen wurden, alles das umgewandelt, was in den Begriff der sog. veränderlichen Faktoren einbezogen werden muß. Dadurch wurden mehr oder weniger große Ertragsunterschiede bedingt, so daß eine Statistik der Kaufpreise zur Beurteilung dieser Verhältnisse eine sehr wertvolle Grundlage bilde. Durch Benutzung dieser Kaufpreissammlungen könne man für die Bonitätsklassen neue Verhältniszahlen bilden, welche, dem Verkehrswert entsprechend, eine gleichmäßige Verteilung der Grundsteuer gewährleisten.

H. GUMBERT² (1910) wendet nicht den naturwissenschaftlichen Momenten bei der Beurteilung des Wertes von Grundstücken seine Aufmerksamkeit zu, sondern rein wirtschaftlichen, er macht Ausführungen über Zwangsabtretung von Grundeigentum zu öffentlichen Zwecken nach dem Gesetz vom Jahre 1837 und bringt auch die Bekanntmachungen von 1909, die Anweisung für die amtliche Feststellung des Wertes von Grundstücken betreffend. In dieser wird die Ernennung und Beeidigung der Schätzer sowie das Schätzungsverfahren als solches behandelt. Für die Ermittlung des Verkaufswertes kommen in Frage: Die Lage und der Erwerbspreis des Grundstückes, etwaige Schätzungen aus den letzten Jahren, die Bonitätsklasse, die Grundsteuerverhältniszahl und der Ertrag, den das Grundstück bei ordnungsgemäßer Wirtschaft abwirft. Auch die Kaufpreise ähnlicher Grundstücke sowie die Miets- oder Pachtzinsen können objektive Vergleichsmöglichkeiten gewähren.

E. HEINE³ (1911) legt insbesondere auf die Kenntnis der geologischen Verhältnisse für die Bodenbeurteilung großen Wert. Vor allem wären nach ihm außer den Bodeneigenschaften die Wasserführung und der Untergrund zu berücksichtigen. Er klassifiziert die charakteristischen Bodenarten von Norddeutschland nach ihrer Zusammensetzung und Lage und schildert u. a. auch die Methoden der geologisch-agronomischen Aufnahme der preußischen geologischen Landesanstalt.

R. FLOESS⁴ (1912) sucht auf Grund mehrjähriger Topf- und Vegetationsversuche eine unmittelbare Beziehung zwischen der Hygroskopizität der Böden und deren Erträgen zu finden, so daß letztere eine Funktion der ersteren wären. Aus der von ihm festgestellten Übereinstimmung zwischen den gefundenen und den errechneten Erträgen glaubt er aussprechen zu dürfen, daß nach dem Gesetz

¹ ROTHKEGEL, W.: Die Kaufpreise für ländliche Besitzungen im Königreich Preußen von 1895—1906. Staats- u. sozialwiss. Forschgn. H. 148. Leipzig 1910. — Grundzüge für die Taxation von Grundstücken. Preuß. Verwaltungsbl. 1914, H. 19. — Das Schätzungswesen. Kommentar zum Schätzungsgesetz vom 8. Juni 1918. Berlin 1922. — Die Veränderung des Wertes landwirtschaftlicher Betriebe. Ber. Landw. 2, H. 1. — In welcher Weise können die Ergebnisse der alten Grundsteuereinschätzungen für die Zwecke der Veranlagung zur Reichsvermögenssteuer nutzbar gemacht werden? Ebenda 2, H. 3.

² GUMBERT, H.: Das Grundstück. Handbuch für Grund- und Hausbesitzer und Hypothekengläubiger. München 1910.

³ HEINE, E.: Die Bodenuntersuchung. Eine Anleitung zur Untersuchung, Beurteilung und Verbesserung der Böden mit besonderer Rücksicht auf die Bodenarten Norddeutschlands. Berlin 1911.

⁴ FLOESS, R.: Die Hygroskopizitätsbestimmung, ein Maßstab zur Bonitierung des Ackerbodens. Dissert., Königsberg 1912.

des Minimums mit zunehmender Hygroskopizität auch eine Ertragssteigerung stattfindet. Da aber die Fruchtbarkeit des Bodens in keiner unmittelbaren Beziehung zur Hygroskopizität steht und nicht nur die mechanische Beschaffenheit des Bodens, sondern auch dessen Gehalt an aufnehmbaren Pflanzennährstoffen, von allem übrigen abgesehen, hierbei stark ins Gewicht fallen, so kann sich höchstens ganz allgemein und in weiten Grenzen die Steigerung der Erträge mit der zunehmenden Hygroskopizität in Verbindung bringen lassen.

O. BAUER und J. WEIGERT¹ (1912) haben in der Pfalz auf Böden, die miocänen Corbicularschichten und teilweise dem Löß wie dem Diluvium angehören, versucht, die von der Flurbereinigung dortselbst aufgestellten Wertklassifikationen wissenschaftlich zu prüfen. Die Untersuchungsergebnisse ließen die Beziehungen von diesen, auf Grund praktischer Erfahrung aufgestellten Wertklassen zu den wissenschaftlich ermittelten Bodeneigenschaften deutlich erkennen. So entsprach den absteigenden Wertklassen ein Ansteigen der Stein- und Grobsandgehalte. Dagegen stiegen die Gehalte an Staubsanden und Feinsanden im Sinne der Wertklassen, während die Grobsande, Ton und Kalk sich reziprok verhielten, d. h. mit zunehmendem Kalk- und Tongehalt nahm der Bodenwert ab. O. BAUER und sein Mitarbeiter schließen aus den Untersuchungsergebnissen, daß unter den gegebenen klimatischen Verhältnissen die betreffenden Bodenbestandteile im Grade ihres Auftretens dem Boden jene physikalischen Eigenschaften verleihen, welche den Ertrag zu steigern geeignet sind.

Eine notwendige Ergänzung der wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden ist die Beurteilung des Bodens nach seinen äußeren Merkmalen, was auch die Möglichkeit einer richtigen Benennung und Charakterisierung der Böden gewährleistet. Jedenfalls könne man durch eine entsprechende Bodenuntersuchung die rein empirische Bodenwertermittlung durch Schätzung nach dem Ertrag, der Beackerungsschwierigkeit und dem Düngedürfnis ergänzen und berichtigen. Desgleichen wären Bodenkarten mit beschreibendem Anhang, aus welchem alle Faktoren, welche die Bodenbewirtschaftung beeinflussen, zu ersehen wären, sehr erwünscht, und nicht minder ist die Kenntnis der geologischen Beschaffenheit eines Gebietes für die Bodenbonitierung von Nutzen. Wenn aber geologische Karten auch als Hilfsmittel dienen können, so sind sie jedoch zur Ermittlung genauer Wertabstufungen nicht ausreichend.

F. AEREBOE² (1912) hat sich mit allen Fragen, welche die Wertermittlung von Grund und Boden und von Landgütern betreffen, eingehend befaßt und ebenso wie THAER und VON DER GOLTZ auf diesem Gebiete Grundlegendes geschaffen. Er hat aber nicht nur dem ökonomischen Schätzungsgeschäft seine Aufmerksamkeit zugewendet, sondern auch erkannt, daß die Bonitierung der naturwissenschaftlichen Grundlagen nicht entbehren könne, und daß es dabei notwendig sei, jeden einzelnen Faktor, der auf die Ertragsfähigkeit von Einfluß ist, für sich und in seiner wechselseitigen Beziehung zu den anderen Produktionsfaktoren zu studieren. Daher wendet er nicht nur dem Boden, sondern auch den klimatischen und Untergrundverhältnissen seine Aufmerksamkeit zu und sucht deren Einflüsse auf den Ertrag und den Wert des Bodens gesetzmäßig zu begründen. Nach seiner Auffassung hat die Klassifikation der Kulturböden ausschließlich nach den von der Natur gegebenen Verhältnissen zu erfolgen. Der

¹ BAUER, O. u. J. WEIGERT: Die Bodenverhältnisse der Flurbereinigungsgebiete von Obrighem und Colgenheim. Ein Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen zwischen wissenschaftlicher Bodenuntersuchung und praktischer Bodenbewertung. Landw. Jb. Bayern 1912, 545.

² AEREBOE, F.: Die Taxation von Landgütern und Grundstücken. Berlin 1912. — Die Beurteilung von Landgütern und Grundstücken. Berlin 1924.

Einfluß der wirtschaftlichen Momente ist bei der Bodenklassifikation auszu-schließen und diese sind bei der Taxation gesondert zu berücksichtigen. Es wäre ferner nicht zulässig, für größere Gebiete oder gar ganz allgemein ein Klassifikations-system aufzustellen, während natürlich auch nicht für jedes einzelne Gut diesbezüglich ein eigenes Klassifikations-system angewandt werden kann. Man hätte eigene Taxbezirke für ganz bestimmte kleinere Gebiete zu bilden, die für sich bonitiert werden können. Diese dürften im allgemeinen nicht größer als ungefähr eine preußische Provinz sein.

Ebensowenig wie die wirklichen Bodenpreise etwas Feststehendes sind, ist dies auch bezüglich der einzelnen Bodenarten der Fall und daher können auch keine einwandfreien Unterlagen für die Reinertragsberechnung gewonnen werden, weil sich die bestehenden Verhältnisse fortwährend verändern können und müssen. Die Unterschiede in den Bodeneigenschaften und den örtlichen Verhältnissen bedingen recht verschiedenartige Kulturmaßnahmen, und man kann sich gut vorstellen, daß z. B. mit jedem Fortschritt auf dem Gebiet der Bodenbearbeitung auch eine Wertverschiebung der einzelnen Bodenarten eintreten muß, genau so wie mit der Änderung der Verkehrstechnik und der Wirtschaftsverhältnisse sich die Preise für die Grundstücke ändern werden.

Während in den einzelnen Taxbezirken die klimatischen Verhältnisse im großen und ganzen die gleichen sein werden, trifft dies für größere Gebiete keines-falls zu und doch ist gerade das Klima von ganz besonderem Einfluß auf die Bodenerträge und die Bodenpreise. Aus eigener Erfahrung vermag AEREBOE zu schildern, wie z. B. nach dem Süden hin die Wasserverhältnisse immer ent-schiedenere Bedeutung für den Landwirt gewinnen, während die Bodenzusammen-setzung dort mehr und mehr zurücktritt und er führt hierfür Beispiele aus Ägypten, Zentralasien und den westlichen Staaten von U. S. A. an. Aber auch bei uns sind die klimatischen Verhältnisse bereits mehr oder weniger bedingend für die Kulturart und die Verteilung von Acker, Wiese und Wald. Weil nur die Ernter-erfahrungen von langen Zeiträumen uns ein richtiges Bild von der Bedeutung des Klimas geben können, so muß bei der Bodenbonitierung die fehlende Kenntnis hierüber durch die Beachtung der erfahrungsmäßigen Ernteverhältnisse ersetzt werden, da sich hierin Abweichungen von dem allgemeinen Klimabild am deut-lichsten auszudrücken pflegen. Desgleichen sind alle Eigentümlichkeiten des sog. Lokalklimas möglichst zu berücksichtigen, wie z. B. das Eintreten von Früh- und Spätfrösten, besonders Hagelgefahr usw. Diese Verhältnisse sind bei der Schätzung ganz besonders ins Auge zu fassen. Je einheitlicher und gleichmäßiger das Klima wird, um so mehr tritt die Bedeutung des Bodens selbst, seiner Zu-sammensetzung und seiner Eigenschaften zutage.

AEREBOE geht auch an der Bedeutung, welche die Wasser- und insbeson-dere die Grundwasserverhältnisse des Bodens spielen, keineswegs vorüber und schildert ausführlich deren Einfluß. Sind es ja doch vielfach letztere, welche darüber entscheiden, ob ein Grundstück als Wiese, Weide oder Ackerland zu nutzen ist. Der Pflanzenwuchs, die Bodenerträge und die Bodenkultur stehen nicht selten in engster Beziehung zu dem Wasserhaushalt des betreffenden Standortes und aus ersterem lassen sich daher mitunter Schlüsse auf jene ziehen. Daher ist Bodentaxation zum großen Teil Beurteilung der Wasserverhältnisse der Kulturböden und dies besonders in den vielen Fällen, wo, wie z. B. bei allen leichten Sandböden, die Bodenwerte mit den Wasserverhältnissen fallen und stehen. Auch die Möglichkeit der Be- oder Entwässerung sowie von Überschwemmungs-gefahren darf nicht unberücksichtigt bleiben. Bei dränagebedürftigen Böden müssen natür-lich die Vorflutverhältnisse und die Kosten der Durchführung der Dränage er-wogen werden, während andererseits auf geringen Sandböden hoher Grundwasser-

stand sogar die Anlage von Wiesen ermöglicht und große Erträge von Ackerfrüchten in Aussicht zu stellen vermag. Die Bodeneigenschaften müssen in erster Linie aus der Bodenzusammensetzung selbst erkannt werden, welche insbesondere durch das Mischungsverhältnis der Hauptbodenbestandteile gegeben ist. Der Gehalt an Sand, Ton und Humus läßt sich unschwer abschätzen, während nach AEREBOE der Kalkgehalt und die Wasserverhältnisse durch die Feststellung der auf den Böden vorkommenden und mit Erfolg angebauten Pflanzen zu ermitteln sind. Auch die Bearbeitungsfähigkeit des Bodens muß berücksichtigt werden, wie es überhaupt nichts gibt, was nicht zur Charakteristik der einzelnen Bodentypen beitragen könne und bei der Schätzung nicht willkommen wäre. Umständliche und weitgehende Bodenuntersuchungen mögen wohl dazu dienen, allgemeine Kenntnisse über den Boden selbst zu erlangen, sind aber bei der Boden-taxierung selbst natürlich nicht anwendbar. Man kann sich nur auf Beurteilungsmomente stützen, die man bei Benutzung eines einmal aufgestellten Taxrahmens unschwer in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit ermitteln kann. Ein mineralogischer und geologischer Ballast hat für den Landwirt keine Bedeutung, denn diesen interessieren vor allem die chemischen, physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften und desgleichen, wie sich der Standort bei der Bearbeitung und Düngung verhält. Die Pflanzen brauchen Wasser, Luft, Wärme und Nährstoffe, und letztere werden insbesondere durch den Ton und den Humus im Boden festgehalten. Niemals können Klassifikationssysteme aufgestellt werden, die alle vorkommenden Kulturböden einbeziehen wollen, und jeder einseitige Maßstab bei der Bodenbeurteilung ist zu verwerfen.

Mit Recht mißt AEREBOE der sog. Fingerprobe als Untersuchungsmittel bei der Bonitierung große Bedeutung bei, und nur auf Grund dieser ist bekanntlich eine möglichst zutreffende Benennung und Charakterisierung der Böden möglich. Auch das Studium der Pflanzen darf nicht vernachlässigt werden, und zwar sowohl das der wildwachsenden als das der Kulturpflanzen, weil dadurch wertvolle Schlüsse auf den Kalk- und Nährstoffgehalt des Bodens, seine Kultur- und Wasserverhältnisse gezogen werden können. Der Habitus der Pflanzen, ihr Wachstum und die Art ihrer Verbreitung sind von Bedeutung für die Bodenbeurteilung. Doch dürfen auch diese Hilfsmittel sowie Angaben über die Kulturpflanzen und deren Erträge nicht einseitig verwendet werden. Jedenfalls hat ein Landwirt volles Verständnis dafür, wenn ein Boden z. B. als Roggen-, Lupinen-, Weizenboden usw. bezeichnet wird und unter den heutigen Verhältnissen müssen neben den Leguminosen insbesondere auch die Hackfrüchte mit zur Beurteilung herangezogen werden, denn der Bodenwert hängt heute ganz besonders davon ab, ob und in wie weit der Boden für die Kultur der Hackfrüchte geeignet ist, wodurch der zulässige Intensitätsgrad entsprechende Feststellung erfährt. Daß der Wert der leichteren Böden gegenüber den früheren Ansichten eine günstige Verschiebung erfahren hat, hänge schließlich damit zusammen, daß sie leicht zu bearbeiten sind und durch die jetzigen Kulturmöglichkeiten unschwer mit Nährstoffen versorgt werden können. Die schweren Böden wurden von THAER und seinen Schülern zweifellos zu gut bonitiert und klassifiziert. Es sind jedenfalls die von THAER in die 3. Klasse eingereihten Böden günstiger als die der beiden ersten Klassen zu beurteilen. Am wertvollsten sind heutigentags die milden, tiefgründigen Lehm Böden.

Bemerkenswert sind die Angaben, welche AEREBOE über seine Erfahrungen bei der praktischen Bonitierung macht, wie er dabei vorgeht, z. B. bei der Feststellung des Bodenprofils durch Aufgrabungen oder Bohrungen, der Ausführung der Fingerprobe usw. Nach ihm ist die beste Zeit zur Bonitierung das Frühjahr, während bei Wiesen am besten kurz vor der Heuernte zu taxieren ist. Er versteht

unter Bodenbonitierung die Einreihung der einzelnen Bodenarten in Klassifikationssysteme, bei denen für jede einzelne, ermittelte Bodenart mittlere Bodenwerte von vornherein bekannt sind, Bodenwerte, die aus den Kaufpreisen abgeleitet worden sind. Diese geben die brauchbaren Grundlagen für die Wertzahlen der einzelnen Klassen. Zuerst muß man sich über die Eigenschaften aller für den betreffenden Bezirk vorkommenden Bodenarten ein klares Bild gemacht haben, bevor man mit der Klassifizierung selbst beginnen kann. Gegen das Verfahren der Ertragsberechnung bei der Bonitierung wendet sich AEREBOE sowohl vom wissenschaftlichen als auch vom praktischen Standpunkt. Er erkennt nur die Ermittlung der Grund- oder Kapitaltaxe bzw. die Berücksichtigung der erzielten Kaufpreise als berechtigt an. Das Verfahren der Auswertung von Kaufpreisen, wie dies die preußische Katasterverwaltung auf Grund einer umfangreichen Sammlung von Kaufpreisen für Landgüter seit den neunziger Jahren durchgeführt hat, wurde von AEREBOE weiter ausgebaut. Indessen besitzt man nicht in allen Landteilen Deutschlands genügend Kaufpreise von Landgütern, um daraus brauchbare Durchschnitte für die gewünschten Zwecke berechnen zu können. ROTHKEGEL¹ weist mit Recht darauf hin, daß in kleinbäuerlichen Gebieten, wie z. B. in Baden, Hessen usw., geschlossene Landgüter nur selten zum Verkauf gelangen. Die für Einzelparzellen bezahlten Preise sind indes für den Zweck einer Schätzung vollständig unbrauchbar. Somit fehlen in solchen Gebieten entsprechende Kaufpreise, welche für die Schätzungen benutzbar sind. Man kann annehmen, daß etwa in $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ des deutschen Gebietes keine Unterlagen zur Ermittlung der Grund- und Kapitaltaxe vorhanden sind. Nicht unerwähnt sollen und dürfen die Ausführungen AEREBOES über die Klassifikation von Wiesen und Weiden und die dabei geltenden Grundsätze bleiben. Bei Wiesenländereien sind in erster Linie die Wasserverhältnisse und erst in zweiter die Bodeneigenschaften selbst maßgebend. Menge, Güte, Sicherheit und Zeit des Wasserab- und -zuflusses spielen für die Wiese eine hervorragende Rolle. Allerdings können sich die Wasserverhältnisse leichter als die Bodengemengteile ändern, und dadurch ist für die Wiesen ein Moment der Unsicherheit gegeben. Ihre Erträge dürften demnach um so gesicherter sein, je weniger sie von den Wasserverhältnissen allein abhängen, was zu beachten ist. Da die Bewässerung zumeist auch eine Düngung bedingt, so ist zwischen den reinen Wässerungswiesen und den Dungwiesen zu unterscheiden. Letztere erfordern viel höhere Wirtschaftskosten als erstere, was für den Reinertrag ebenfalls ins Gewicht fällt. Die Wiesen werden in 8 Klassen eingeteilt. Auch die Weiden teilt AEREBOE ein in Fett- und andere Weiden; bei ersteren könne man insbesondere nach den Pflanzen, bei letzteren dagegen müsse man mehr nach der Bodenbeschaffenheit bonitieren. Ebenso wie bei den Wiesen ist die Beurteilung des Pflanzenbestandes der Weiden von großer Wichtigkeit, doch sind diese ähnlich wie der Ackerboden in ihrer Beschaffenheit viel mehr vom Boden als von den Wasserverhältnissen abhängig. Besonders auf den Jungviehkoppeln in der Ebene, aber auch auf den Schafhutungen kann ähnlich wie bei dem Ackerland bonitiert und klassifiziert werden. Dagegen sind die Fettweiden der Marschen nach anderen Gesichtspunkten, und zwar insbesondere pflanzlichen zu bewerten, die vielfach wie andere Weideländereien höhere Erträge bringen als bei Ackerntungen. Auffallend ist beim Weideland das gleichmäßige Fallen und Steigen der Roherträge mit den Reinerträgen infolge der Gleichmäßigkeit der Wirtschaftskosten. Maßgebend für die Bonitierung der Weiden sind die Pflanzen- bzw. Futtererträge für eine bestimmte Anzahl von Tieren bzw. der Zuwachs an Fleisch

¹ ROTHKEGEL, W.: Handbuch der Schätzungslehre für Grundbesitzungen, S. 158. Berlin: Parey 1930.

und Wolle. Man kann dabei ausgehen von der Anzahl der Weidetage, dem Gewichtszuwachs der Tiere oder den Milcherträgen, und die schon früher von SCHMALZ, PABST u. a. gemachten Angaben sind als Grundlagen immerhin noch einigermaßen brauchbar.

AEREBOE hat sich in mancher Hinsicht in Gegensatz zu den Lehren von VON DER GOLTZ gestellt, der bekanntlich u. a. die Ermittlung des Reinertrages stark befürwortete. Ersterer hat die Ertragswerttaxe stark verurteilt und wollte statt ihrer die Kapitalstaxe angewendet wissen. In vielem trifft seine Kritik zu, denn die Schätzung des Rohertrages ist nicht immer einfach und die Schätzung der Kosten für den Aufwand ist mit starken Fehlern behaftet, so daß die Berechnung des Reinertrages hieraus auch nicht befriedigend sein kann. Aber man kann doch nicht so weit gehen wie AEREBOE, der die Feststellung des Ertragswertes überhaupt verwerfen wollte. Immerhin kann er mit Recht als Begründer einer moderneren Taxationslehre bezeichnet werden, und die Wissenschaft wurde durch seine umfassenden Forschungen wesentlich bereichert.

F. WATERSTRADT¹ (1912) erkennt an, daß durch AEREBOE die Taxation auf eine vollständig neue Grundlage gestellt worden ist. Nach ihm stellten THAER, KOPPE, SETTEGAST u. a. die physikalischen Bedingungen für die Bodenbonitierung in den Vordergrund, während nach der Zeit LIEBIGS die chemischen zuerst Beachtung fanden. Dagegen messe MITSCHERLICH wieder letzteren nur geringe Bedeutung bei und empfehle dafür, wie dies von anderen schon früher geschehen ist, eine Art botanischer Bonitierung vermittelt der wildwachsenden Pflanzen. WATERSTRADT spricht aus, daß gerade diese botanische Klassifikation nach der natürlichen Flora eine auffallende Vernachlässigung erfahren habe, doch ist er andererseits nicht davon überzeugt, daß die geologischen Verhältnisse bei der Taxation eine brauchbare Klassifikationsgrundlage abgeben könnten. Sein Urteil faßt er dahin zusammen, daß die von AEREBOE beschrittenen Wege tatsächlich brauchbar wären und daß durch diesen die Taxationslehre vorläufig zu einem gewissen Abschluß gebracht werde.

F. PILZ² (1913) beanstandet, daß dem subjektiven Urteil bei der Bodeneinschätzung zu viel Raum geschenkt wird und tritt daher für das Punktiersystem ein. Er ergeht sich in längeren Ausführungen über die Bedeutung der Bodenluft, des Bodenwassers, der organischen und anorganischen Bodenbestandteile, über die Ergebnisse chemischer und mechanischer Analysen, den Nährstoffentzug durch die Ernten, der bei der Düngung zu berücksichtigen wäre. Für das aufzustellende Punktiersystem wären folgende Faktoren maßgebend: 1. Klima, 2. Lage des Grundstückes (Markt- und Verkehrslage, Neigung, Nachbarschaft), 3. wildwachsende Flora, 4. Bodenbeschaffenheit nach äußerem Aussehen, 5. vom Landwirt zu liefernde Daten (Bearbeitung, Düngung, Fruchtfolge, Erträge), 6. die vom Analytiker erhaltenen Werte (Nährstoffgehalt, Schlämmanalyse, pflanzenschädliche Bodenbestandteile). Schließlich dürfte auch die bakteriologische Analyse eine Rolle mit spielen.

C. TANNER³ (1915), ein Schüler von LAUR, stellt ebenfalls ein Punktersystem nebst Tabellen zur Grundstückseinschätzung auf, das heute noch in der Schweiz als wertvoll anerkannt wird, wenn auch dort, wie später gezeigt werden soll, die Ermittlung des Ertragswertes nach einem von E. LAUR⁴ ausgearbeiteten

¹ WATERSTRADT, F.: Die Wirtschaftslehre des Landbaus. Stuttgart 1912.

² PILZ, F.: Boden, Bodenuntersuchung und Bodenbewertung. Mh. Landw. Wien 1913, H. 10, 298—309.

³ TANNER, C.: Agrar-ökonomische Untersuchungen zum schweizerischen Zivilrecht unter besonderer Berücksichtigung des Ertragswertes landwirtschaftlicher Gewerbe und Grundstücke. Bern 1915.

⁴ Vgl. S. 53.

Verfahren größtenteils vorgenommen wird. Eine Einteilung der Wiesenböden der Schweiz in „Wiesentypen“ haben bekanntlich STEBLER und SCHRÖTER bereits im Jahre 1892 versucht. TANNER gibt zu, daß THAERS Bonitierungsgrundsätze und Klassenbildung heute noch mit zum besten gehören, was auf diesem Gebiete geschaffen worden ist. Auch VON DER GOLTZ habe nicht nur untersucht, welche Anforderungen im einzelnen an jedes der verschiedenen Bonitierungssysteme zu stellen sind und wie und wann man sie anwenden könne, sondern habe auch die Domäne Waldau bei Königsberg in mustergültiger Weise nach den Ertragswerten taxiert. Aber trotzdem könne diese Taxation nicht angewendet werden, weil die dazu nötigen Voraussetzungen meistens fehlen dürften. TANNER bespricht in seinem Werke auch agrarpolitische und volkswirtschaftliche Grundlagen und die in der Schweiz geltenden Gesetze über Erbrecht und Gültrecht. Für sein Punktiersystem stellt er folgende Gesichtspunkte auf: Zuerst ist der Durchschnittswert des Hektarertrages zu ermitteln und diesem eine mittlere Hektarpunktzahl von 100 zu geben. Dann werden für jedes Grundstück je nach seiner Beschaffenheit Zuschläge für über dem Mittel stehende und Abschläge für darunterliegende Eigenschaften gemacht. Maßgebend ist immer das Durchschnittsgrundstück bzw. dessen Verhältnisse. Doch müssen die Feststellungen für jeden einzelnen Betrieb besonders gemacht werden, da Normalzahlen von allgemeiner Gültigkeit nicht aufgestellt werden können. Es ist ja jedes Grundstück ein Bestandteil des betreffenden Gutes und demnach ist auch der Einfluß verschiedener Verhältnisse desselben auf den Wert der Grundstücke verschieden. Zu- bzw. Abschläge werden bei folgenden Faktoren gemacht: Größe und Form, Neigung und Bearbeitungsmöglichkeiten, Lage zu den Wirtschaftsgebäuden und Wegverbindung, Kulturenverhältnis, Bodenart, Verbesserungsfähigkeit durch Bodenmeliorationen, Düngungs- und Bearbeitungszustand, Pflanzenkapital (Obstbäume, Weinstöcke, Wald, Ackerkulturen, Wiesenarbe, Streubestand) und schließlich juristische Rechte. Die Größe des Grundstückes in Hektar multipliziert mit der Anzahl der Punkte ergibt dann die sog. Hektarpunktzahlen.

TH. REMY¹ (1916) unterscheidet zwischen Bodeneinschätzung und Bodenbeurteilung, er versteht unter Bodeneinschätzung die Ermittlung des Geld- oder Verkehrswertes und unter Bodenbeurteilung die Bestimmung seiner Fruchtbarkeit und Bodenuntersuchung, welche in einer Feststellung der natürlichen Bodeneigenschaften besteht: Die Bodeneinschätzung kann nur auf wirtschaftlichen Grundlagen in Verbindung mit wissenschaftlichen Feststellungen beruhen, während die Bodenbeurteilung von der Ertragsfähigkeit oder Fruchtbarkeit eines Grundstückes ausgeht. Sie hat sich nicht nur auf die Kenntnis der Bodensubstanz, sondern auch auf die des Klimas und der Standortverhältnisse aufzubauen, wobei aber diese Fruchtbarkeitsursachen nicht streng nach dem Gesetz des Minimums zusammenwirken, sondern sich bis zu einem gewissen Grade gegenseitig vertreten können. Dagegen ermittelt die Bodenuntersuchung die mechanischen, chemischen, petrographischen und bakteriologischen Bodenverhältnisse. Sie ist eine wertvolle Grundlage für die Bodeneinschätzung, darf aber nicht zu große Ansprüche an die Gründlichkeit stellen, weil sie sonst praktisch nicht mehr verwendbar ist, sie dann zu teuer und zu umständlich wird. Am maßgebendsten für die Fruchtbarkeit sind, ebenfalls nach REMY, die physikalischen Bodeneigenschaften, doch bekämpft er die Auffassung MITSCHERLICHs, der dem Nährstoffreichtum des Bodens zu wenig Bedeutung beimißt. Nach ersterem wird der Nährstoffvorrat des Bodens nur so

¹ REMY, TH.: Bodeneinschätzung und Bodenuntersuchung. Landw. Jb. 49, 147 (1916).

allmählich abgebaut, daß er doch mehr oder weniger eine Dauereigenschaft sein dürfte. REMY würde es sehr begrüßen, wenn durch die Ermittlung einer einzigen, bestimmten Konstante die umständliche Feststellung der physikalischen Bodeneigenschaften unnötig würde. Doch könne das nicht durch die Bestimmung der Hygroskopizität geschehen, wenn auch eine Reihe von physikalischen Eigenschaften von dieser mehr oder weniger abhängen. Dies mag auch einen gewissen Einfluß auf den gesamten Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt des Bodens ausüben und Hand in Hand mit dem Gehalt desselben an Kolloiden gehen, aber viele wichtige Bodeneigenschaften werden durch die Bestimmung der benetzungsfähigen Oberfläche nicht erfaßt. Näher auf diese Dinge hier im einzelnen einzugehen dürfte sich wohl erübrigen.

A. SCHNIDER¹ (1917) hat bereits früher eine Reihe von grundlegenden Verhältnissen für die Bonitierung, wie sie insbesondere durch die Klimaeinflüsse bedingt werden, in mehreren Arbeiten behandelt. Man lernt durch ihn Näheres über die seinerzeitige Grundsteueranlagung in Bayern und auch in Sachsen hinsichtlich ihrer historischen Entwicklung kennen. Eingehend erörtert er auch die Frage nach der Brauchbarkeit der Boden- und der geologischen Karten für die Taxation und betont dabei nicht mit Unrecht, daß man sich bei der Auswertung von geologischen Grundlagen vor einer Verallgemeinerung zu hüten habe. Der natürlichen Flora des Bodens schenkt er große Aufmerksamkeit und ist auf Grund eingehender Studien davon überzeugt, daß diese zur Bonitierung und Taxation mehr denn je mit herangezogen werden müsse. Ausführlich schildert er auch die Wertermittlung von Grundstücken und die zweckmäßige Bildung von Ertragsklassen bei der Steuerbonitur.

Aus seinen geschichtlichen Studien über die Bonitierung in verschiedenen Ländern erfährt man u. a., daß in Bayern seinerzeit insbesondere die Beschaffenheit der Ackerkrume und des Untergrundes sowie der Wasserverhältnisse zur Beurteilung herangezogen wurden, desgleichen die örtliche Lage und die Neigung gegen die Himmelsrichtung, sowie die nähere Umgebung der Grundstücke. Viel zu wenig Aufmerksamkeit wurde aber nach ihm dem örtlichen Klima geschenkt. In Sachsen habe man allerdings je nach Einwirkung des Klimas 21 Abstufungen vom mildesten bis zum rauhesten Klima aufgestellt und zudem für jede einzelne Ackerklasse je nach der Höhenlage des Grundstückes Abzüge vom Reinertrag vorgenommen. Außerdem wurden noch besondere Abzüge bei sehr windiger Lage, bei Gewitter- und Hagellage und bei Abdachung nach Norden gemacht, und wenn sich Wald oder Wasser in der Nähe befanden. Man hat aber nicht nur die Beschaffenheit der Böden, sondern auch deren Ertragsfähigkeit zu ermitteln versucht. Daraufhin hat man z. B. in Preußen 8, in Sachsen 12 Klassen nach den Reinerträgen aufgestellt, während man in Bayern die Roherträge zur Festsetzung von etwa 27 Klassen herangezogen hat. Wie man bei der Bezeichnung der Böden für die Zwecke der Taxation nicht nur der Bodenbeschaffenheit, sondern auch der jeweiligen Fruchtart Rechnung trug, so war auch für die Klasseneinteilung im all-

¹ SCHNIDER, A.: Der Einfluß der klimatischen Lage auf den Landwirtschaftsbetrieb in Deutschland. Landwirtschaftl. Hefte Berlin 1912. — Umschau vor Kauf und Pacht. Wochenbl. landw. Ver. Bayern 1910. — Über landwirtschaftliche Bodenkarten und die neueren Anforderungen an solche. Landw. Jb. Bayern 1911. — Zur Ausgestaltung der Beurteilung, Ertrags- und Wertabstufung von Viehweiden im Flachland und auf Alpen. Südd. Landw. Tierzucht 1917. — Zur Frage der bodenkundlichen Untersuchung und Kartierung der Grundstücke. Wochenbl. landw. Ver. Bayern 1921. — Beurteilungs- und Ertragsklassenbildung von Viehweiden. Ebenda 1921. — Die Bodenbonitierung und Klassenbildung für die bayerische Grundsteuer und deren geschichtliche Entwicklung. Forstwiss. Zbl. 1922. — Die Bonitur zum Steuerzwecke als Beispiel der Bodenbeurteilung für die Bodenbewirtschaftung und sonstige Zwecke. Landw. Jb. Bayern 1922.

gemeinen nicht nur erstere, sondern auch die Ertragsfähigkeit maßgebend und in Zweifelsfällen hat man von der Einreihung in sog. Zwischenklassen Gebrauch gemacht. Die Ertragsschätzung litt früher besonders darunter, daß sie vielfach nicht nach Geldwerten vorgenommen wurde. Weil ferner die Dreifelderwirtschaft dabei als Grundlage diente, so sind ihre Ergebnisse heutigentags vielfach nicht mehr zutreffend.

Sehr zweckmäßig ging man in Sachsen vor, wo man auf den Reinerträgen fußte und dabei die höheren Kosten, welche durch größere Entfernung der Grundstücke vom Wirtschaftszentrum bedingt wurden, berücksichtigte. Ferner wurden vom Mittelpunkt eines Ortes aus Kreislinien angenommen, nach welchen abgestuft wurde, und man hat mit zunehmender Entfernung von demselben größere Abzüge vom Ertrag vorgenommen. Desgleichen durften Kosten für Aufbewahrung und Verwaltung vom Ertrag abgezogen werden, während andererseits für besonders günstige Verkehrslagen ein Zuschlag zu dem berechneten Reinertrag gemacht wurde.

Der Abschätzung der Wiesen und Weiden hat SCHNIDER von jeher seine Aufmerksamkeit zugewendet und dabei die Gesichtspunkte erörtert, die zunächst für die Bonitierung der ersteren in Betracht kommen, wie z. B. die Beschaffenheit von Krume und Untergrund, die Lage der Wiesen, deren gesamte Wasserverhältnisse und deren Pflanzenbestand. Selbstverständlich sind Güte und Menge des Futters von Bedeutung, und die Feststellung der Futtergüteklasse darf nicht am geernteten Futter vorgenommen werden, sondern hat auf der Wiese selbst zu erfolgen. Der Pflanzenbestand einer Wiese ist zunächst fast stets von den Wasserverhältnissen und dann erst von dem Nährstoffgehalt und der Zusammensetzung des Bodens abhängig. Außerdem müsse ebenso wie bei den Äckern nur die wirkliche Fruchtbarkeitsanlage zur Grundlage genommen werden, nicht aber das, was durch Düngung und Pflege an den natürlichen Verhältnissen geändert worden ist. Bei der Abschätzung der Viehweiden für die Grundsteuerbonitierung kam die große Bedeutung, welche die Weiden besitzen, seinerzeit nicht zum Ausdruck. In Bayern hat man bekanntlich bei der Bonitur die Weiden allgemein als geringwertige Wiesen behandelt und in Sachsen galt als Weide nur solches Grasland, welches sich weder zur Acker- noch zur Wiesenutzung eignete. SCHNIDER hat schon damals beklagt, daß über die Leistungsfähigkeit von Weiden Zahlenangaben so gut wie ganz fehlen und hat durch eigene Arbeiten und die seiner Schüler diesen Mangel zu beheben versucht. Jedenfalls sind auch bei der Wertbeurteilung von Weiden Klima, Lage und Wasserverhältnisse sowie Pflanzenbestand von grundlegender Bedeutung.

H. NIKLAS¹ (1917) hat insbesondere bei der Erstattung der bodenkundlichen und landwirtschaftlichen Beiträge für die einzelnen Blätter der geologischen Spezialkarte Bayerns versucht, die Ergebnisse der geologischen Kartierung und der Bodenuntersuchung in Einklang mit den natürlichen und den Wirtschaftsverhältnissen zu bringen. Letztere wären durch Begehungen und Erhebungen möglichst im einzelnen festzustellen, und das reiche bei der geologischen Spezialkartierung anfallende Material dürfe nicht unausgenützt bleiben, wie eingehend zu begründen versucht wurde. Nachdem in einem Atlas über Bayerns Bodenbewirtschaftung auf 17 farbigen Karten zum Ausdruck gebracht werden konnte,

¹ NIKLAS, H.: Erläuterungen zur geologischen Karte Bayerns 1 : 25 000 (Blatt Baierbrunn, Gauting, Ampfing, Mühldorf, Euerdorf, Hammelburg usw.). — Bayerns Bodenbewirtschaftung unter Berücksichtigung der geologischen und klimatischen Verhältnisse. München 1917. — Neue Grundlagen und Wege zur Erhöhung der Bodenproduktion Deutschlands. Internat. Mitt. Bodenkde. 1917. — Untersuchungen über einige weitverbreitete Bodenarten Oberbayerns. Landw. Jb. Bayern. 1920, 363. — Die Bedeutung der Geologie für die land- und forstwirtschaftliche Bodenkunde. Naturwiss. Z. Land- u. Forstw. 1920, 22.

daß die Anbau- und Ernteverhältnisse vielfach eng mit den geologischen Verhältnissen zusammenhängen, wurde auch für jedes Kartengebiet im einzelnen zu zeigen versucht, in wie weit Bodennutzung, Bodenbearbeitung, Düngung usw. von den maßgebenden geologischen Faktoren beeinflußt werden. Auch die Bonitierung wurde nicht ganz außer acht gelassen und u. a. ergab seine Eintragung von etwa 25 000 Katasterbonitäten in die Uraufnahmen der geologischen Landesuntersuchung einen interessanten Einblick, in wie fern diese bei der Grundsteuer-Veranlagung seinerzeit gewonnenen Bonitäten noch einen Zusammenhang mit den derzeitigen Verhältnissen ergeben. Dabei wurden nach Möglichkeit auch Ernteerträge und Geldwerte gesammelt, um das Urteil zu vertiefen. Deutlich zeigte sich, daß bei der damaligen Bonitierung die natürlichen Verhältnisse, wie sie durch die geologischen Verhältnisse bedingt werden, ganz in erster Linie, wenn auch nur empirisch berücksichtigt wurden, während die wirtschaftlichen Faktoren fast ganz außer acht blieben. Vom letzteren Umstand abgesehen, ergab sich in allen den Fällen, in welchen eine Verschiebung des Bodenwertes nicht in größerem Umfang stattgefunden hatte, eine nicht unbefriedigende Übereinstimmung zwischen den alten Grundsteuerbonitäten und den bei der geologischen Kartierung teils direkt, teils indirekt ermittelten Tatsachen. Immerhin muß betont werden, daß diese Grundsteuerbonitäten heutigentags als solche nicht mehr zu Recht bestehen und höchstens zum Vergleich herangezogen werden können, wie ja auch die geologischen Verhältnisse nur als Grundlage für eine allgemeine Orientierung bei der Taxation dienen können, ohne daß sie dazu berechtigen, aus sich heraus ein Klassifikationssystem aufzustellen. Sie geben Grundlagen zur Beurteilung der Beschaffenheit der Böden, deren Untergrundverhältnisse und ihrer Verbreitung, sind aber immer nur Mittel zum Zweck, die grundlegenden Bodenfragen bei der Bonitierung zu klären.

L. WITTMACK¹ (1919) gibt, von ähnlichen Gesichtspunkten wie SCHNIDER ausgehend, eine Zusammenstellung von Leitpflanzen der verschiedenen Bodentypen, des Kalk-, Mergel-, Lehm-, Ton- und Sandbodens und will damit einen Beitrag zur Frage der Bonitierung des Bodens nach der natürlichen Flora liefern. Er hat auch² für Norddeutschland 4 Haupttypen für natürliche Wiesen, welche nur süße Gräser tragen, vorgeschlagen. Aus einem im Jahre 1919 in BIEDERMANN'S Zentralblatt erschienenen Referat ergibt sich, daß sich M. POPP³ eingehend mit der Bewertung und Bonitierung von Marschweiden in Oldenburg befaßt hat. Dabei wurden die Roherträge der Weiden durch die Feststellung der Gewichtszunahme der Weidetiere ermittelt. Die Leistung der Weidetiere, deren Milchleistung und Gewichtszunahme und die Arbeitsleistung bei Arbeitstieren geben nach ihm den besten Maßstab für den Wert der Weiden ab. Zuerst werden auf Grund dieser Ermittlungen die Roherträge festgelegt, während sich die Reinerträge aus diesen erst nach Abzug aller Ausgaben, wie z. B. der Unterhaltungskosten, der Arbeitslöhne und der Pachtpreise gewinnen lassen. Auch POPP hält sehr viel von einem guten Pflanzenbestande und seiner großen Bedeutung für die Bonitierung der Weiden.

J. KIENDL⁴ (1921) hat sich mit Untersuchungen beschäftigt, in wie fern die Kenntnis der bodenkundlichen und geologischen Verhältnisse für die Zwecke

¹ WITTMACK, L.: Die Bonitierung des Bodens nach den Unkrautpflanzen. Ill. Landw. Z. 1919.

² WITTMACK, L.: Landw. Jb. 23, 97 (1894).

³ POPP, M.: Die Bewertung Oldenburger Marschweiden. Landw. Jb. 44, 441 (1913).

⁴ KIENDL, J.: Die Flurbereinigung und ihre Beziehungen zur Geologie und Bodenkunde mit agrar-geologischer Übersichtskarte der Flurbereinigung Eitensheim. — Die agrar-geologische Übersichtskarte und ihre Bedeutung für die Land- und Volkswirtschaft. Landw. Jb. Bayern 1921, 97.

der Flurbereinigung verwertbar ist. Er kommt zu der Auffassung, daß es zweckmäßig wäre, derartige Unterlagen weitgehend für die Bonitierung der Böden, insbesondere auch beim Flurbereinigungsverfahren, heranzuziehen. Auf der von ihm gezeichneten agrar-geologischen Übersichtskarte ist der Versuch gemacht, die natürlichen Produktionsverhältnisse, Klima, Boden, Untergrund und Lage und die daraus sich ergebenden landwirtschaftlichen Verhältnisse im Bilde festzuhalten. Am Rand der Karte finden sich Angaben über die klimatischen und agronomischen Verhältnisse, über Ernteergebnisse und Düngung. Unter anderem werden auch die zum Anbau geeignetsten Feldfrüchte dortselbst angeführt. Die Karte selbst hält gewissermaßen die Mitte zwischen einer rein geologischen Karte und einer Bodenkarte.

O. BAUER¹ (1922) ist der Meinung, daß zu einer für die Flurbereinigung verwendbaren Schätzung weder die agrar-geologische Übersichtskarte von KIENDL noch eine Bodenkarte allein niemals genügende Grundlage abgeben kann, wenn diese auch als wertvolle Hilfsmittel bezeichnet werden müssen. Er gibt aber für die Zwecke der Flurbereinigung der reinen Bodenkarte vor der agrar-geologischen den Vorzug. Erstere soll zweckmäßigerweise aus geologischen Karten hervorgehen, man soll aber dabei vermeiden, auf der Karte selbst geologische Verhältnisse und wissenschaftliche Bezeichnungen zum Ausdruck zu bringen, welche nicht allgemein verständlich sind. Der beste Maßstab dürfte der von 1:5000 sein, und die Höhenschichtlinien sollen möglichst weitgehend eingetragen werden. Angaben über Klima, agronomische Verhältnisse, Bodenbearbeitung, Düngung und Ernteergebnisse wären zweckmäßig neben dem Bodenprofil darzustellen.

Falls für die Bodenbonitierung Bodenkarten erstrebt werden, kämen eventuell in erster Linie solche in der Ausführung in Frage, wie sie bereits 1917 von H. NIKLAS in den „Internationalen Mitteilungen für Bodenkunde“ vorgeschlagen wurden. Diese wurden nach dem Kriege von der geologischen Landesuntersuchung in Bayern nach besagten Vorschlägen durchgeführt und auch von den Schülern² des erstgenannten mit verwendet, um die Standorts- und landwirtschaftlichen Verhältnisse in verschiedenen Gebieten Bayerns in möglichst enge Verbindung zu bringen. Sehr bemerkenswerte Ausführungen über die Grundstückseinwertung im Flurbereinigungsverfahren macht HÖLLDOBLER³. Sein Aufsatz ist auch für die Bodenbonitierung bzw. Bodentaxation von besonderer Bedeutung, weil in ihm mehrere grundlegende Fragen besprochen und gewürdigt werden.

¹ BAUER, O. u. H. NIKLAS: Geologische und bodenkundliche Forschungen in ihrer Bedeutung für die Flurbereinigung. Landw. Jb. Bayern. 1922, 185.

² SVOBODA, H. v.: Agronomisch-pedologische Aufnahme der Gemeinde Gleink bei Steyr, Oberösterreich. Dissert., München 1922. — HUBER, A.: Die Beziehungen der ackerbautechnischen und Standortverhältnisse des Schloß- und Versuchsgutes Steinach. Dissert., München 1923. — ALTWECK, H.: Die Bedeutung der geologischen Spezialkartierung Sachsens für die praktische Landwirtschaft unter Berücksichtigung der Verhältnisse des Vogtlandes. Dissert., München 1923. — BELLI v. PINO, O.: Untersuchung der bodenkundlichen und geologischen Verhältnisse der Gemeinde Obermedlingen bei Gundelfingen im Kreise Schwaben und deren Auswertung zum Zwecke landwirtschaftlicher Produktionssteigerung. Dissert., München 1924. — POELT, H.: Beziehungen zwischen den geologisch-bodenkundlichen Verhältnissen und dem Anbau der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Bayern. Dissert., München 1924. — STOCKER, K.: Die bodenkundlichen und landwirtschaftlichen Verhältnisse des Flurbereinigungsgebietes Unterleuchten. Ein Beitrag zur Verwendbarkeit von Bodenkarten. 1924. — KLEEKAMM, M.: Die geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse aus der Umgebung von Regensburg mit besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Kultur. Dissert., München 1925. — GROH, H.: Untersuchungen über die Zusammenhänge der Standorts- und klimatischen mit den Produktionsverhältnissen eines größeren Gutsbesitzes. Dissert., Weißenstephan. 1927.

³ HÖLLDOBLER: Landw. Jb. Bayern 1922.

HAXPOINTNER¹ (1922) hat sich zur Aufgabe gemacht, auf Anregung seines Lehrers A. SCHNIDER grundlegende Ermittlungen für die Bonitierung der Weiden anzustellen. Er stellte die auf Weiden im Flachland, im Vorgebirge und in den Alpen erzeugten Werte an Fleisch, Milch und Wolle zahlenmäßig zusammen, um die verschiedenen Weiden vergleichen und in entsprechende Ertragsklassen bringen zu können. Im einzelnen wurde festgestellt, wieviel Kilogramm Gewichtszuwachs für je 1 ha der verschiedenen Weiden während der ganzen Weidedauer erzeugt wurden. Er erhielt für die besten Weiden als geringsten Flächenbedarf für 1 Stück Großvieh etwa 0,17 ha, manchmal aber auch nur 0,08 ha. Weitere Untersuchungen hierüber dürften indessen noch manche Korrektur ergeben.

HAXPOINTNER benutzte dabei die von FALKE geschaffenen Größen „Weidetageinheit und Weideleistung“. Letztere wird erhalten, wenn man die Zahlen der Weidetageeinheiten mit der pro Hektar erzielten Zunahme an Doppelzentnern Lebendgewicht vermehrt. Weidetageinheit ist diejenige Menge Futter, welche 100 kg Lebendgewicht in 24 Stunden auf einer Weide aufnehmen. Auf diese Weise war es HAXPOINTNER möglich, auf Veranlassung von A. SCHNIDER vorerst allgemein unterrichtende Untersuchungen über die Durchschnittserträge bayerischer Weiden und Alpen vorzunehmen. Auch in der Arbeit von E. GROLL² finden sich brauchbare Zahlen hierüber.

E. G. DOERELL³ (1924) will die Bodenklassifikation ausschließlich auf die natürlichen Bodeneigenschaften gestützt wissen. Er empfiehlt dabei die biologischen und geologischen Verhältnisse ebenfalls möglichst mit zu berücksichtigen. Im einzelnen sollen bei Bodentaxationen neben den übrigen Bestimmungen eventuell noch folgende vorgenommen werden: 1. Feststellung der Azidität, 2. Bestimmung der Absorption, 3. Messung der in 24 Stunden von 1 kg Boden ausgeatmeten Kohlensäure, 4. Feststellung der Ursachen von Pflanzenkrankheiten durch biologische Faktoren, 5. Kalk- und Phosphatlöslichkeit mittels biologischer Methoden.

L. OFFENBERG⁴ (1924), der sich schon früher mit der Abschätzung von Immobilien beschäftigte, läßt in seiner Bewertung ländlicher Grundstücke die naturwissenschaftlichen Klassifikationsmomente ganz vermissen. Für ihn sind maßgebend die aus den Käufen und Verkäufen erzielten Grundstückspreise, und erst in den Fällen, wo diese Werte unsicher erscheinen, schlägt er die Ermittlung des Ertragswertes vor. Er beschäftigt sich eingehend mit dem preussischen Schätzungsamtsgesetz vom Jahre 1918, bei dem auch der sog. gemeine Wert unter Berücksichtigung des Ertragswertes eines Grundstückes bei ordnungsgemäßer Bewirtschaftung neben bekannten Kaufpreisen maßgebend ist. Unter gemeinem Wert ist der Durchschnitts- oder Marktpreis zu verstehen, der im Bedarfsfalle durch Ertragswertschätzung ergänzt wird. OFFENBERG erblickt in dem wirtschaftlichen Wert, der bei Enteignungen und Auseinandersetzungen, z. T. auch bei Versicherung und Besteuerung maßgebend ist, einen für die Schätzung sehr wichtigen Faktor.

V. MOREAU⁵ (1924) ist im Gegensatz zu OFFENBERG der Ansicht, daß bei Erbauseinandersetzungen nicht der Verkaufswert, sondern der durchschnittliche Ertragswert zugrunde gelegt werden müsse.

¹ HAXPOINTNER: Ertragsfähigkeit und Klasseneinteilung bayerischer Viehweiden im Flach-, Vorgebirgs- und Alpenland. Landw. Jb. Bayern 1922.

² GROLL, E.: Die Hebung der Alpwirtschaft. 1917.

³ DOERELL, E. G.: Die biologische Bodenforschung in ihrer Bedeutung und Verwertung für die Gütertaxation. Actes IV. Conf. Internat. Pedologie. Rom 1924.

⁴ OFFENBERG, L.: Die Abschätzung der Immobilien in Stadt und Land. Berlin 1908. — Die Bewertung landwirtschaftlicher Grundstücke. Berlin 1924.

⁵ MOREAU, V.: Schutz der Landwirtschaft vor drohender Überschuldung. Wochenbl. Landw. Ver. Bayern 1924.

I. KÖPPL¹ (1924) hat die bodenkundliche Aufnahme der Flur Lochhausen bei München in unmittelbare Beziehung zu der dortselbst von ihm vorgenommenen Acker- und Wiesenbonitur gebracht und ist dabei zu wertvollen und bemerkenswerten Ergebnissen gekommen. Seine gründlichen Studien haben mit die Unterlagen zu der 1925 erschienenen umfassenden Arbeit von A. SCHNIDER über Beschaffenheits-, Ertrags- und Wertbeurteilung landwirtschaftlicher Grundstücke geliefert und finden daher dortselbst wiederholte Erwähnung. Besonders lehrreich ist der Vergleich der von KÖPPL bearbeiteten Bodenkarte mit der für das gleiche Gebiet vorliegenden Bodenkarte. Auch das, was er über die Ergebnisse der alten Grundsteuerbonitur im Zusammenhang mit seinen eigenen Resultaten zu erörtern hat, verdient vermerkt zu werden.

W. ROTHKEGEL² hat neuerdings (1924) über die Veränderung des Wertes landwirtschaftlicher Betriebe längere Ausführungen gebracht, die er eingehend begründet. Danach dürfen die nach dem Kriege in Erscheinung getretenen Grundstückpreise nicht als Grundlage für die Beurteilung der jetzigen und der zukünftigen Preise dienen, weil die wirtschaftlichen Verhältnisse in dieser Zeit starken Schwankungen ausgesetzt waren. Dies trifft natürlich nicht für die Vorkriegspreise zu, wie sie in manchen Ländern, z. B. Preußen, gesammelt und statistisch verwertet wurden. Der starke Rückgang der Reinerträge nach dem Kriege hänge damit zusammen, daß die Kaufkraft der Agrarprodukte gegenüber den Industrieprodukten erheblich zurückgegangen ist und hohe Zinssätze und Steuerlasten von der Landwirtschaft getragen werden müssen. Damit hängt aber ferner ein starkes Fallen der Preise für Landgüter nach dem Kriege zusammen und allem Anschein nach ist mit einem weiteren Rückgang nach dieser Richtung hin zu rechnen. Dies trifft aber die einzelnen Gutsbestände nicht gleich, denn Gebäude und Inventar müssen je nach den Produktionskosten veranschlagt werden, während es beim Boden Produktionskosten als solche nicht gibt. Der Bodenpreis ergibt sich, wenn vom Gesamtgutswert die Gebäude und das Inventar in Abzug gebracht werden. Somit hat der Boden die ganze Last des Preisrückgangs zu tragen, wenn nicht zugleich die Produktionskosten und damit der Wert der Gebäude und des Inventars zurückgehen; doch sei dieses nicht zu erwarten. Es stehe fest, daß die Wertverminderung am stärksten bei den großen Besitzungen mit geringem Boden ist, und daß sie weniger ins Gewicht fällt bei den kleinen Betrieben und auf guten Böden. ROTHKEGEL gibt an, daß der derzeitige Wert eines 1000 ha großen Gutes etwa 65 % des Vorkriegswertes beträgt, wenn es sich um leichtere Böden handelt, und etwa 84 % bei den besten Böden ausmacht. Dagegen schwanke der Wert der unter 5 ha großen Kleinbetriebe je nach Bodenbeschaffenheit nur zwischen 82 % und 90 % des Vorkriegspreises. Hierzu kommt, daß der rasch zunehmende Volksreichtum vor dem Kriege dazu geführt hat, daß auf dem Landgütermarkt eine rege Nachfrage bestand, so daß die Preissteigerung bei den über 100 ha großen Gütern von 1896—1914 123 % betragen hat. In Zukunft wird es nur sehr wenigen möglich sein, ein großes Gut käuflich zu erwerben und daher ist nach ROTHKEGEL anzunehmen, daß alle diejenigen Landesteile, Besitz-, Größen- und Bonitätsklassen den größten Rückschlag erleiden müssen, denen sich in den letzten Jahren vor dem Krieg das Kapital in erster Linie zugewendet hat. Ferner ist wahrscheinlich, daß die Güterpreise auf einen Stand herabsinken werden, der etwa dem um die Jahrhundertwende entsprechen dürfte.

¹ KÖPPL, I.: Bodenkundliche Aufnahme mit Wiesen- und Ackerbonitur der Flur von Lochhausen bei München unter Würdigung der alten Grundsteuerbonitur. Dissert., München 1924.

² ROTHKEGEL, W.: a. a. O., S. 33.

Bei seinen Untersuchungen darüber, inwiefern die Ergebnisse der alten Grundsteuereinschätzungen für die Zwecke der Veranlagung der Reichsvermögenssteuer nutzbar gemacht werden können, kommt er ebenfalls zu bemerkenswerten Ergebnissen. Da die Steuerschätzungen Massenschätzungen sind, so muß in verhältnismäßig kurzer Zeit ein großes Gebiet bearbeitet werden können und hierfür ist nach wie vor die Bodenbeschaffenheit in erster Linie maßgebend. Er untersucht nun die Frage, inwiefern die im 19. Jahrhundert in fast allen deutschen Bundesstaaten durchgeführten Bodenbonitierungen noch heute mit Erfolg herangezogen werden können. Seitdem wurden weder Kulturveränderungen noch Meliorationen und ebensowenig die Tarifsätze der Einschätzungen nachgeprüft, so daß die Grundsteuereinschätzungen mehr und mehr in ein Mißverhältnis zu den wirklichen wirtschaftlichen Verhältnissen geraten sind.

Eine Wiederholung aller bereits gemachten Einschätzungen ist finanziell nicht tragbar, was die preußische Staatsregierung zu dem Versuch veranlaßt hat, die alte Grundsteuerbonitierung zwar im wesentlichen beizubehalten, dagegen die in der Zwischenzeit eingetretenen Kulturveränderungen und Meliorationen zu berücksichtigen. Denn, falls seinerzeit die Verhältnisse richtig erfaßt wurden, welche unmittelbar für die Fruchtbarkeit und den Ertrag des Bodens maßgebend sind, so treffen diese ja auch heute noch zu. Es handelt sich nicht so sehr darum, die Böden neu in Klassen einzuordnen, als vielmehr, eine Berichtigung der Tarifsätze vorzunehmen. Nicht die Bodeneigenschaften als solche haben sich grundlegend verändert, sondern die wirtschaftlichen Verhältnisse, abgesehen von den Gebieten, wo Entwässerung oder Moorkultur stattgefunden haben. Nicht übersehen werden darf, daß gleichfalls unter dem Einfluß der wirtschaftlichen Verhältnisse eine Verschiebung in dem Wertverhältnis zwischen den einzelnen Bodenarten eingetreten ist. Auch die große Ausdehnung der Verkehrswege und die Entstehung bedeutender Verbrauchszentren haben weitere Verschiebungen bedingt. Da man aber die Veränderungen der Ertragsfähigkeit und des Wertes zahlenmäßig erfassen könne, so lassen sich die Tarifsätze unschwer richtig stellen.

Auch jetzt noch müssen die Schätzungskommissionen bei Betrachtung der alten Mustergrundstücke sich eine klare Vorstellung von den Eigenschaften der einzelnen Bodenklassen verschaffen, und es können dabei weitere Ergänzungen bezüglich der Charakteristik derselben vorgenommen werden. Aber es sollen nicht nur die Hauptbodenbestandteile berücksichtigt werden, sondern auch die auf den einzelnen Bodenarten hauptsächlich wachsenden Kulturpflanzen. In Übereinstimmung mit AEREBOE schlägt ROTHKEGEL vor, die Hackfrüchte unbedingt mit heranzuziehen, weil von der größeren oder geringeren Geeignetheit der Böden für diese heute die Ertragsfähigkeit ganz besonders abhängen dürfte. Ferner empfiehlt er, daß von Sachverständigen Stichproben zur Kontrolle vorzunehmen wären und daß versucht werden möge, in den verschiedenen Provinzen und Kreisen möglichst einheitlich vorzugehen. ROTHKEGEL ist der Meinung, daß auch in den anderen Bundesstaaten von den seinerzeitigen Grundsteuerbonitäten ausgegangen werden kann, falls das Verhältnis der einzelnen Böden zueinander im allgemeinen richtig bestimmt wurde. Auch hier wären natürlich die Tarifsätze zu berichtigen und die Abstufungen in der Ertragsfähigkeit möglichst zum Ausdruck zu bringen. Un-erheblich dagegen ist es, ob die Einschätzungen auf dem Rohertrag oder Reinertrag beruhen, wobei allerdings in den nicht preußischen Bundesstaaten die Arbeiten zur Umrechnung der Tarifsätze sich nicht so rasch und glatt vollziehen dürften, weil in diesen noch keinerlei Vorarbeiten geleistet worden sind.

FACKLER¹ (1924) bemerkt, daß die von den Finanzämtern vor kurzem vollzogene Veranlagung zur Vermögenssteuer in landwirtschaftlichen Kreisen viel Mißstimmung erregt habe. Man fand die Ertragswerte als zu hoch und beklagte, daß die Gemeinden zumeist in Gruppen eingeteilt wurden, zu welchen sie nach ihren Boden- und wirtschaftlichen Verhältnissen nicht gehören. Da vom Reichsfinanzministerium nur 6 Gruppen aufgestellt wurden, so wäre es nahezu unmöglich, besonders bei den wechselnden und verschiedenartigen Bodenverhältnissen Bayerns, die Gemeinden ordnungsgemäß einzureihen². FACKLER schlägt daher für eine richtige Bonitierung die Verwendung eines von ihm aufgestellten Punktiervfahrens vor, wobei er zugibt, daß der Ertragswert von vielen Momenten abhängt, so daß es sehr schwer wäre, diese alle richtig zu bewerten und in das entsprechende Verhältnis zueinander zu bringen. Dagegen werden nach ihm die Wiesen besser nicht punktiert, sondern nach bestimmten Bestandsmerkmalen eingruppiert. Er teilt die Böden derart ein, daß der beste humose Lehm-boden 30 Punkte, der sandige Lehm 20, der Sandboden 9 und der reine Kalkboden 5 Wertpunkte erhält. Für eine günstige Oberkrumentiefe sollen 5 und für eine sehr günstige 10 Punkte als Zuschlag erteilt werden. Für die Güte des Untergrundes in Beziehung zur Oberkrume wären für sehr gut 15, für gut 10, für mittel 6 und für schlecht 3 Zuschlagspunkte zu gewähren. Die Feuchtigkeitsverhältnisse erhalten je nachdem sie sehr gut, gut, zufriedenstellend, etwas naß oder trocken, ziemlich naß oder trocken sind je 10, 8, 6, 4 bzw. 2 Punkte als Zuschlag, während dauernde Nässe oder häufige Dürre keinen Punkt erhalten. Wenn der allgemeine Kultur- und Düngungs- bzw. Nährstoffzustand sehr gut, gut oder wenigstens mittel ist, so werden weitere 15, 10 bzw. 5 Punkte gegeben. Ebenes Gelände erhält ferner 10 Punkte, welliges 5 und hügeliges Gelände 0 Punkte. Die Lage im Wein- bzw. Weizen- oder Roggenklima wird mit je 10, 6 bzw. 4 Zuschlagspunkten bedacht, während das Gebirgsklima keinen Zuschlag erhält. Desgleichen erhält häufige Hagelgefahr 0 Punkte, mäßige 5 und geringe 10 Punkte. Die Entfernung von der nächsten Bahnstation oder Stadt unter 5 km wird mit 10 Punkten bewertet, während bei 5—10 km nur 5 und über 10 km 0 Punkte erteilt werden. Es ist demnach ersichtlich, daß insgesamt für die Bodenverhältnisse 90, für die klimatischen 20 und für die wirtschaftlichen Verhältnisse 10 Punkte erteilt werden können, was im höchsten Falle 120 Punkte ergibt. Demnach entfallen für Gruppe I 110—120 Punkte, für Gruppe II 101—110, für III 91—100, für IV 81—90, für V 71—80, für VI 61—70, für VII 51—60, für VIII 41—50, für IX 31—40, für X 21—30, für XI 11—20 und für Gruppe XII 5—10 Punkte. Diesen Gruppen entsprechen nach der Veranlagung durch die Finanzämter folgende Werte: 800—900 M., 700—800 M., 600—700 M., 500—600 M., 400 bis 500 M., 350—400 M., 300—350 M., 250—300 M., 200—250 M., 150—200 M., 100—150 M. und 50—100 M. Bei den Wiesen hat FACKLER je nach der Höhe der Erträge pro Tagewerksbewertung 12 Gruppen aufgestellt, die zwischen 800 bis 900 M. für Gruppe I und 50—100 M. für Gruppe XII liegen, wobei die von den Finanzämtern aufgestellten Durchschnittserträge zur Grundlage dienen.

Eine praktische Anwendung hat nach K. SCHATTENFROH³ dieses Bonitierungs-system noch nicht gefunden, und dieser bemängelt auch, und wohl nicht mit

¹ FACKLER, E.: Bodenklassifikation zu Steuerzwecken. Wochenbl. Landw. Ver. Bayern 1924.

² Vgl. hierzu: Vermögenssteuer und landwirtschaftliche Wirtschaftsgebiete. Münchner Neueste Nachr. Nr. 181. — H. NIKLAS u. H. POELT: Die Einteilung Bayerns in Wirtschaftsgebiete auf Grund der geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse. Z. bayr. Statist. Landesamtes 1924.

³ Vgl. S. 56.

Unrecht, daß in diesem System die wirtschaftlichen Momente zu wenig berücksichtigt wurden, während die Bedeutung der Arrondierungsverhältnisse, der Entfernung der Grundstücke vom Wirtschaftshof und der Arbeiterverhältnisse ganz unberücksichtigt geblieben ist. Dagegen wurden nach Meinung von SCHATTENFROH die Tiefe der Krume und der Düngungszustand zu hoch bewertet. FACKLER bringt in seinem Aufsatz als Beispiel die Bonitierung des Ackerlandes in einer Gemeinde, wobei die Summe der Punkte 66 beträgt. Somit gehöre diese Gemeinde in Gruppe VI mit einer Tagewerksbewertung von 350—400 M. für das Ackerland. Schließlich zeigt er noch in diesem Beispiel, daß die Berechnung des durchschnittlichen Ertragswertes keinerlei Schwierigkeiten bietet.

Ein weiteres Punktiervfahren stammt von dem Direktor der Kreisbauernkammer in Unterfranken, H. WEISSLEIN¹, der im Januar 1925 von der bayerischen Landesbauernkammer den Auftrag erhielt, ein neues Bewertungssystem aufzustellen. Nach Fertigstellung desselben wurde von einer Unterkommission, die von der Steuerkommission der Landesbauernkammer eingesetzt war, darüber beraten. Danach sollte bei jeder Kreisbauernkammer ein Bewertungsausschuß aufgestellt werden, welcher das von H. WEISSLEIN vorgeschlagene Verfahren auf seine praktische Durchführbarkeit zu prüfen habe.

H. WEISSLEIN ist für das sog. natürliche Bewertungsverfahren, welches sich auf Bodengüte, Klima, Oberflächengestalt und die einschlägigen wirtschaftlichen Verhältnisse stützt, und ist der Meinung, daß ein einheitliches und zuverlässiges Verfahren in der Bewertung des landwirtschaftlichen Vermögens ein unabwiesbares Bedürfnis sei. Er hält den gemeinen Wert für einen nicht brauchbaren Bewertungsmaßstab, da nur der bleibende Wert, das ist der nachhaltige Ertragswert, maßgebend ist. Dieser aber hängt vom Boden, dem Untergrund, dem Klima und der Oberflächengestaltung ab.

Die Böden teilt er ähnlich wie KRAFFT in 6 Gruppen ein und gibt der Ackerkrume sowie dem Untergrund jeweils eine ihm geeignet erscheinende Punktzahl. Der beste Boden bekam für seine Ackerkrume 24 Punkte, der beste Untergrund 12, die beste Bodenkultur ebenfalls 12 Punkte und gleiches gilt hinsichtlich des Gehaltes an Humus. Für die übrigen wertbestimmenden Faktoren, wie Klima (Kl.), Oberflächengestalt (O), Besitzverteilung (Bs.), Verkehrs- und Absatzverhältnisse (VA.), Arbeiterverhältnisse (Arb.) und Grundwasserstand (Gw.) wurden zur Bodengütezah bei besonders günstigen Verhältnissen Zuschläge und bei besonders ungünstigen Abschläge gemacht, die Zehntel von der Bodengütezah betragen.

Man kann somit ganz allgemein von günstigen, normalen und ungünstigen Verhältnissen sprechen. Demnach ist das Weinklima mit einer Wachstumszeit vom 1. März bis 15. November (260 Tage) günstig, das Weizenklima mit einer Wachstumszeit vom 25. März bis 31. Oktober (221 Tg.) normal und das Roggenklima mit einer Wachstumszeit vom 16. April bis 20. Oktober (188 Tg.) und häufiger Frostgefahr ungünstig.

Im Weinklima sind die Niederschläge günstig verteilt und Früh- und Spätfröste sowie Hagelschaden selten, die mittlere Jahrestemperatur beträgt 10°C, die mittlere Sommertemperatur etwa 19°C. Im Weizenklima müssen Niederschlags- und Wärmeverhältnisse ebenfalls noch normal sein, die mittlere Jahrestemperatur 3,7°C und die mittlere Sommertemperatur 14°C betragen.

Eine eingehendere Charakterisierung der entsprechenden Verhältnisse findet sich für dieses wie die übrigen Beurteilungsmomente in der Schrift von H. WEISS-

¹ WEISSLEIN, H.: Einheitliche Bewertung des landwirtschaftlichen Vermögens 1925. Kreisbauernkammer Unterfranken. Würzburg.

LEIN angegeben. So ist z. B. die Oberflächengestaltung bei $0-5^{\circ}$ Neigung günstig, bei $5-15^{\circ}$ normal bzw. entsprechend, falls Nord- und Westhänge nicht in größerer Ausdehnung vorkommen, während eine Neigung von über 15° als ungünstig zu bezeichnen ist. Die Besitzverteilung ist günstig, wenn der einzelne Betrieb so zusammengelegt ist, daß der Besitz auf nicht mehr als höchstens 5 Feldstücke zerstreut ist, sie ist entsprechend, wenn die Feldweganlage die freie Wirtschaft ermöglicht und die einzelnen Grundstücke im Durchschnitt nicht kleiner als $\frac{1}{3}$ ha sind. Dagegen ist sie ungünstig bei sehr starker Zerstückelung, so daß der Flächendurchschnitt kleiner als $\frac{1}{3}$ ha ist, und wenn Flurzwang besteht. Auch eine behinderte Zufahrt zu den einzelnen Grundstücken wäre hier einzubeziehen. Die Verkehrs- und Absatzverhältnisse sind bei unmittelbarer Nähe von größeren Verbrauchs- und Marktorten günstig (Entfernungsgrenze 5 km), entsprechend bis zu 10 km und ungünstig bei großer Entfernung und schlechten Wegen. Die Arbeitsverhältnisse sind in rein landwirtschaftlicher Gegend mit viel Kleinbesitz günstig, entsprechend, wenn Arbeitskräfte von auswärts beschäftigt werden müssen und ungünstig in der Nähe von größeren Industriestädten. Der Grundwasserstand ist ungünstig, wenn er das Wachstum der Kulturpflanzen und eine ordnungsgemäße Bewirtschaftung behindert. Für die günstigen Verhältnisse macht WEISSLEIN bei dem Klima $\frac{1}{10}-\frac{2}{10}$, bei den übrigen Bewertungsmomenten $\frac{1}{10}$ Zuschlag zur Bodengütezahl. Ungünstig wird mit $\frac{1}{10}-\frac{2}{10}$ Abschlägen von der Bodengütezahl und bei Grundwasserstand mit $\frac{1}{10}-\frac{5}{10}$ veranschlagt. Durch diese Zu- und Abschläge zur Bodengütezahl ergibt sich pro Flächeneinheit der Wirtschaftswert.

W. MARBACH¹ (1924) ist ohne Kenntnis des Bonitierungssystems von G. KRAFFT zu einer sehr ähnlichen Punktierung wie dieser gelangt. Ein fehlerfreier Boden erhält die Punktzahl 100, wozu bei günstiger Lage noch ein Zuschlag von 20 Punkten hinzukommt. Die bodenkundlichen Eigenschaften sind für ihn grundlegend. Im einzelnen werden gewisse Zu- oder Abschläge für besondere Momente, wie günstige Lage, Entfernung vom Wirtschaftshof, Geländeneigung, Lage zur Sonne usw. gemacht. AEBI² bemerkt mit Recht hierzu, daß im Kanton Schaffhausen bei Kenntnis der einschlägigen Verhältnisse ganz gute Ergebnisse erzielt werden konnten, doch werden sich für andere Gebiete die Verhältnisse vielfach anders gestalten. Immerhin gibt er zu, daß bei diesen, wie auch bei anderen Punktierverfahren doch stets mit einem gleichen Wertmaßstab gemessen werde. Natürlich sind bei diesen die einzelnen Momente oft recht willkürlich benotet und nicht immer entsprechend wissenschaftlich begründet worden.

A. SCHNIDER³ (1925) hat sich in seinem 1925 erschienenen Werk eingehend mit der Beschaffenheits-, Ertrags- und Wertbeurteilung landwirtschaftlicher Grundstücke befaßt und schildert zunächst die Zwecke der Bodenbonitur bei eigener Bewirtschaftung, An- oder Verkauf von Grundstücken, deren Teilung, Belehnung, Enteignung und Pacht. Ganz besonders wird von ihm die Frage der Besteuerung von Grundstücken auf Grund vorausgehender Bonitierung gewürdigt. Als Grundlage für jede Bonitur und Taxation muß die Ermittlung der Beschaffenheit des Bodens dienen, und daher legt er auf die Feststellung aller jener

¹ MARBACH, W.: Bodenbeurteilung (Bonitierung), eine Anleitung zur praktischen Beurteilung von Grund und Boden anlässlich von Güterzusammenlegungen mit besonderer Berücksichtigung der Bohrstockmethode und des Punktverfahrens. Frauenfeld 1924.

² AEBI, E.: Die Ermittlung des Ertragswertes landwirtschaftlicher Gewerbe und Grundstücke und die praktische Durchführung der Ertragswertschätzung. Frauenfeld: Huber & Co. 1926.

³ SCHNIDER, A.: Beschaffenheits-, Ertrags- und Wertbeurteilung (Bonitur) landwirtschaftlicher Grundstücke. Freising-München: Datterer 1925.

Gesichtspunkte, welche für den Standort, die Lage und das Klima in Betracht kommen, sehr großen Wert. Obgleich es nicht möglich ist, die Wirkung verschiedener Faktoren, wie Bodenzusammensetzung, Nährstoffgehalt, Klima, Wasser usw., auf den Bodenwert bzw. Bodenertrag in ein sicheres Zahlenverhältnis zu bringen, so ist es doch wichtig, alle Gesichtspunkte, welche von Einfluß auf den Bodenertrag sind, zu kennen und bei der Taxation zu beachten. Er trennt scharf das örtliche oder Bodenklima von dem durch die klimatischen Faktoren bedingten allgemeinen Klima. Wie er bereits in seiner früheren Arbeit (1912) den Einfluß der klimatischen Lage auf die landwirtschaftlichen Verhältnisse kritisch würdigte, so vertritt er auch jetzt noch mit Recht die Auffassung, daß das Klima nicht selten von höherem Einfluß auf den Ertrag der Böden als deren Zusammensetzung und Nährstoffmengen sein kann. Desgleichen üben die einzelnen Bodenarten je nach ihrer Zusammensetzung verschiedenen Einfluß auf das jeweilige Bodenklima aus, welches durch Bearbeitung und Entwässerung verbessert werden kann.

Nicht übersehen werden darf auch, daß die örtliche Lage und Oberflächen-gestaltung den Bodenwert und den Bodenertrag stark verändern können. Was die Bodenzusammensetzung anbelangt, so ist die physikalische Beschaffenheit des Bodens für die Fruchtbarkeit zumeist mehr entscheidend als die stoffliche (chemische). Durch die mechanische Zusammensetzung und die sog. Gründigkeit werden die Fruchtbarkeit, die Düngung sowie die Wasserverhältnisse des Bodens wesentlich bedingt, während die Beschaffenheit des Untergrundes auf den Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt des Bodens und damit auf das örtliche Bodenklima nicht selten von wesentlichem Einfluß ist. Auch die Kohäsion, Adhäsion und Absorption sind zumeist Funktionen der mechanischen Bodenzusammensetzung und bedingen wichtige Bodeneigenschaften. Der Farbe des Bodens mißt SCHNIDER keine große Bedeutung bei, während der Gehalt an Kolloiden sowie die Reaktion ebenfalls wichtige Eigenschaften bedingen. Die Wasserverhältnisse sind vielfach entscheidend für die Gestaltung des Bodenklimas und für die Bearbeitbarkeit und Fruchtbarkeit der Böden. Festzustellen sind daher der Wasserhaushalt des Bodens, der Grundwasserstand sowie die Nähe von Wasserflächen, wobei natürlich die Jahreszeit, zu welcher diese Feststellungen gemacht werden, mit berücksichtigt werden muß. Da die stoffliche Beschaffenheit des Bodens veränderlich ist, so ist die Ermittlung der Fruchtbarkeitsanlage bzw. der natürlichen Ertragsfähigkeit von besonderer Wichtigkeit für die Bonitierung, während der sog. Kraftzustand des Bodens für die Beurteilung künftiger Frucht-erträge und Düngungsmaßnahmen in Frage kommt.

Mit Recht verweist SCHNIDER darauf, daß man aus den angebauten Pflanzen allein nicht alle nötigen Schlüsse auf die Brauchbarkeit eines Bodens ziehen kann, weil hierbei doch auch wirtschaftliche Momente mitbeteiligt sind, wenn auch der Stand der Früchte willkommene Anhaltspunkte für die Feststellung des Bodenwertes und der Ertragsfähigkeit geben kann. Die Beurteilung nach der Kleefähigkeit kann die nach der Getreidefähigkeit mitunter ergänzen. Sehr eingehend befaßt sich dieser Autor auch mit der Frage der Beurteilung der Böden nach bodenständigen Gewächsen als Leitpflanzen. Weniger sind dabei das eventuell vereinzelte Vorkommen als vielmehr das massenhafte oder seltene Auftreten und der Grad ihrer Entwicklung entscheidend. Man kann zwischen bodensteten, bodenholden und bodenvagen Pflanzen, deren Auftreten zumeist von der Bodenbeschaffenheit abhängig ist, unterscheiden. Wenn man dabei Schlüsse auf die Bodenzusammensetzung (Sand-, Ton-, Kalk- oder Humusboden) ziehen will, so darf nicht der Einfluß des Untergrundes übersehen werden, der ebenfalls für das Vorkommen verschiedener Leitpflanzen, und zwar insbesondere der Tiefwurzler,

verantwortlich zu machen ist. SCHNIDER gibt auf Grund eigener Studien eine ganze Reihe bodenständiger Gewächse als „Leitpflanzen“ zur Beurteilung des Bodens an.

Nach seinen Erfahrungen ist im allgemeinen das Frühjahr die günstigste Zeit zur Durchführung der Bodenbonitierung, während auf dem Ackerland Ertragsschätzungen kurz vor der Ernte am zweckmäßigsten zu machen wären. Er empfiehlt für die Bonitierungsarbeiten die Benutzung aller nur irgendwie einschlägigen Grundlagen, das Studium von Klimakarten, Boden-, Bohr- und geologischen Karten, von Katasterplänen und von botanischen Anleitungen zur Bestimmung der Leitpflanzen, soweit derartige Unterlagen vorliegen. Auch ältere Bonitur- oder Klassenübersichten, Ertragsverzeichnisse sowie Vorrichtungen zu wissenschaftlichen Bodenuntersuchungen nebst Bohrstöcken wären möglichst heranzuziehen.

Stets muß bei jeder Bonitierung und Taxation die Beurteilung der Bodenbeschaffenheit vorangehen (Beschaffenheitsbonitur), denn von derselben hängen die Roherträge und bis zu einem gewissen Grad auch die Reinerträge und damit der Bodenwert ab. An die Beschaffenheitsbonitur schließt sich die Schätzung und Ermittlung der Grundstücksroherträge an (Rohertragsbonitur). Durch Abzug der ermittelten Erzeugungskosten vom Rohertrag erhält man den Reinertrag (Reinertragsbonitur). Schließlich wird durch Kapitalisieren des Reinertrages der Wert der Grundstücke (Wertbonitur) gewonnen. Für alle diese Bonitierungsarten werden zahlreiche Beispiele angeführt und die Bedenken geäußert, welche gegen die Wertanschläge nach Pacht-, Grundstücks-, Kaufpreisen sowie den Verkehrs- bzw. gemeinen Wert bestehen. Auch die zweckmäßigste Bildung von Wertklassen und die Aufstellung von Mustergrundstücken, sowie die Einreihung der Grundstücke unter Berücksichtigung der letzteren in die einzelnen Klassen werden eingehend geschildert.

Besondere Verdienste hat sich SCHNIDER um die Schaffung von z. T. noch immer fehlenden Grundlagen für die Wiesen- und insbesondere Weidenbonitur erworben. Auch er spricht sich dahin aus, daß die klimatischen und die Wasserverhältnisse für die Erträge der Wiesen vielfach wichtiger als die Bodenbeschaffenheit und die Düngung derselben sind. Die bis vor kurzem noch recht mangelhafte Ertragsschätzung von Viehweiden hat durch seine eigenen Arbeiten und die seiner Schüler eine wesentliche Verbesserung erfahren. Auch für Schafweiden hat er im allgemeinen die für ein Schaf bei mittlerer Weidedauer von 7 Monaten benötigte Weidefläche ermittelt. Ihrer Bedeutung halber seien hier kurz die Momente angeführt, welche für die Durchführung der Beschaffenheitsbonitur von Grundstücken nach SCHNIDER unbedingt beachtet werden müssen, da sie zugleich als Grundlage für die Bonitierung der Böden auf naturwissenschaftlicher Grundlage Geltung besitzen: 1. Feststellung der Ortslage, Bezeichnung und Größe. 2. Umschau nach vorhandenen Hilfsmitteln für die Bonitur dieses Grundstückes. 3. Allgemeine Unterrichtung über die Gesamtheit der Witterungserscheinungen in der betreffenden Gegend. 4. Unterrichtung über die nähere Umgebung des zu schätzenden Grundstückes und die Einflüsse auf das örtliche Klima. 5. Begehung und Überblick über die Grundstücke, ihre Bodenoberfläche, angebaute Pflanzenbestände, wildwachsende Leitpflanzen. 6. Beurteilung der Bodennutzungsfähigkeit. 7. Untersuchung und Beschreibung des Grundstückes bezüglich aller ertrags- und wertbestimmenden Gesichtspunkte der Bodenbeschaffenheit einschließlich der Wasserverhältnisse. 8. Gegebenenfalls Probeentnahme aus Ober- und Untergrund zu späteren Untersuchungen im Laboratorium. 9. Beurteilung des Düngungs- und Pflanzenbestandes, der Verbesserungsfähigkeit und der möglichen Verbesserungsmittel.

E. LAUR¹ (1926) äußert sehr bemerkenswerte Auffassungen über die verschiedenen Werttheorien und legt zugleich die theoretischen Grundlagen der Schätzungsmethode dar. Er erklärt u. a. verschiedene Begriffe, wie Anschaffungswert, Absatzwert, Produktionskostenwert, Veredelungswert, Gebrauchswert, Ertragswert, Existenzwert, usw. und spricht die Meinung aus, daß in der Wirtschaftswissenschaft des Landbaues die Aufstellung von Bewertungsmethoden einen weiten Raum einnehmen müsse. Auch LAUR erhält den Ertragswert eines Gutes oder des Bodens durch Kapitalisierung der auf ihm erzielten Rente. Von Interesse dürfte es sein, daß er unter Existenzwert die Geldsumme versteht, welche unter der Voraussetzung bezahlt werden darf, daß die Familie des Bewirtschafters eines Gutes gerade noch ihren Lebensunterhalt verdienen soll. Somit zeigt der Existenzwert dem Landwirte die Grenze an, welche er nicht überschreiten darf, falls nicht die Überzahlung zum sicheren Ruine führen soll.

Von großer Bedeutung ist das neue Verfahren von LAUR zur Bestimmung des Ertragswertes geworden. Dieses ist bereits seit 1914 beim Schätzungsamt des schweizerischen Bauernsekretariates in Verwendung. Es dient insbesondere dazu, den Reinertrag zu berechnen, ohne daß die mit vielen Schwierigkeiten verbundene Feststellung des Aufwandes durchgeführt werden muß. LAUR schätzt nur den Rohertrag und multipliziert denselben mit einer bestimmten Verhältniszahl, wobei sich dann der Ertragswert des betreffenden Grundstückes oder Gutes ohne weiteres ergibt. Diese Verhältniszahl bezeichnet er als Ertragswertfaktor, und das ganze Verfahren wird als „Rohertragsmethode“ bezeichnet. Diese Ertragswertfaktoren können ohne weiteres aus den Rentabilitätserhebungen des schweizerischen Bauernsekretariates entnommen werden. Dieses reiht jeden Betrieb in eine bestimmte Gruppe mit einem ganz bestimmten Ertragsfaktor ein. Entscheidend sind dabei für die Eingliederung des betreffenden Besitztums lediglich seine natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse. Es ist daher die Feststellung, zu welcher Betriebsgruppe der Rentabilitätserhebungen der betreffende Betrieb gehört, wichtig. Die Vergleichsperiode selbst geht bis zum Jahre 1904 zurück. Dieses von LAUR ausgearbeitete Verfahren soll sich nach den vorliegenden Mitteilungen in der Schweiz recht gut bewähren und für die Ertragswertschätzung maßgebend geworden sein. Leider verfügen wir in Deutschland nicht über solche ähnlichen Erhebungen wie in der Schweiz, so daß das von LAUR ausgearbeitete Verfahren für uns nicht in Frage kommen kann.

F. ZAUGG² (1926) stellt fest, daß 10000 von den 243710 landwirtschaftlichen Betrieben der Schweiz unter der Buchhaltungskontrolle des schweizerischen Bauernsekretariates stehen. Dabei werden die durch die Verarbeitung ermittelten Ergebnisse nach den Betriebsergebnissen, dem Bodennutzungssystem, der Produktionsrichtung, der Arrondierung und der Betriebsintensität gruppiert und liefern somit das geeignete Material für die Bewertung landwirtschaftlicher Betriebe und Grundstücke bei Kauf, Verkauf, Erbübernahme, Steuereinschätzungen usw.

E. AEBI³ (1926) spricht sich scharf gegen die Zugrundelegung des gemeinen Wertes für Ertragsschätzungen aus, da dieser sich aus verschiedenen Wertarten

¹ LAUR, E.: Allgemeine Grundsätze der landwirtschaftlichen Wertslehre aus „Die Bewertung landwirtschaftlicher Liegenschaften“, H. 4 der landw. Vorträge, herausg. vom Verb. der Lehrer an landwirtschaftl. Schulen i. d. Schweiz. Frauenfeld 1926.

² ZAUGG, F.: Die Rentabilitätserhebungen des Schweizer Bauernsekretariates als Grundlage für die Bewertung landwirtschaftlicher Kapitalsgruppen. Aus „Die Bewertung landwirtschaftlicher Liegenschaften“ 1926, H. 4.

³ AEBI, E.: Die Ermittlung des Ertragswertes landwirtschaftlicher Gewerbe und Grundstücke und die praktische Durchführung der Ertragswertschätzung. Aus „Die Bewertung landwirtschaftlicher Liegenschaften“ 1926, H. 4.

zusammensetze. Die Feststellung des Ertragswertes habe aber die größte Bedeutung für die Landwirtschaft und die Grundlage desselben bilde der Reinertrag. Dieser wird, wie üblich, aus dem Rohertrag durch Abzug des Aufwandes erhalten und beträgt in der Schweiz im großen Durchschnitt 70—75 % des Verkehrswertes, schwankt aber zwischen 50 % bei Kleinbauerbetrieben und bis zu 120 % bei großbäuerlichen Wirtschaften. Der Ertragswert der Grundstücke eines landwirtschaftlichen Gewerbes bzw. Betriebes kann erhalten werden, indem vom geschätzten Ertragswert des gesamten Gewerbes der Wert der Gebäude in Abzug gebracht wird. Da aber die Schätzung des Aufwandes für ein einzelnes Grundstück mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden ist und der Reinertrag der einzelnen Grundstücke auch nicht einwandfrei ermittelt werden kann, so leidet hierunter natürlich die Schätzung des Ertragswertes. Dieser ist verschieden je nach der örtlichen Lage, der Bodenbeschaffenheit, den Weg- und wirtschaftlichen Verhältnissen. In der Schweiz besagt das Zivilgesetz, daß, wenn der Ertragswert nicht genügend bekannt wäre, er $\frac{3}{4}$ des Verkehrswertes betrage. Das ist aber nur ganz allgemein richtig, denn nach den Erhebungen des Schweizer Bauernsekretariates ist das Verhältnis beider Werte von der Betriebsgröße abhängig. Heute hat sich das Verhältnis noch mehr zuungunsten des Ertragswertes verschoben. AEBI meint, daß der Ertragswert des einzelnen Grundstückes besser und sicherer durch das Punktierv erfahren als durch die Reinertragsberechnung ermittelt wird. Dafür schlägt er vor, daß der durchschnittliche Hektarertragswert eines Betriebes ermittelt werde. Diesem Werte wird dann eine mittlere Hektarpunktzahl von 100 gegeben. Jedes einzelne Grundstück erhält dann entsprechend seinen Eigenschaften Zuschläge für über dem Mittel stehende oder Abschläge für unter dem Mittel befindliche Eigenschaften. Jeder Betrieb ist je nach seinen natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen in den ganzen Rahmen einzugliedern, wobei die von LAUR ausgearbeiteten Grundlagen Anwendung finden müssen. Bei der Schätzung ganzer Gemeinden schlägt AEBI vor, den Gesamtrohertrag der Gemeinden zu ermitteln und diesen dann mit einem Ertragswertfaktor zu vermehren. Letzterer ergibt sich aus dem Mittel aller Faktoren, wie sie für jeden Betrieb bei der Einzelschätzung zur Anwendung kommen. Er hält eine allgemeine Aufklärung über die wirklichen Wertverhältnisse der Böden für dringend notwendig, besonders auch, um zu verhindern, daß durch bessere Preise für Agrarprodukte sofort wieder höhere Bodenpreise veranlaßt werden.

A. STEDEN¹ (1926) hat aus 232 Rechnungsabschlüssen mährischer Landgutbetriebe von 5—166 ha, welche von 1908—1911 in der Buchstelle der D. L. G. für Österreich gewonnen wurden, das Material für eine Reihe von Untersuchungen über Wert und Preis von Landgütern gesammelt. Für diese sind die Absatz-, Bevölkerungs-, Preis-, Arbeits- und Verkehrsverhältnisse mitbestimmend. Der Reinertrag und der Arbeitsaufwand sind von der Entfernung vom Markt und auch von der Verkehrslage des Landgutes mehr oder weniger abhängig und dies insbesondere, wenn man viel für den Markt arbeiten muß. Auch die Betriebsintensität sowie das Verhältnis der Kulturarten bedingen den Preis mit und desgleichen Angebot und Nachfrage. Nach kleineren Gütern ist die Nachfrage reger als nach größeren. Bekanntlich ist der Ertragswert eines Gutes der kapitalisierte Reinertrag, den dasselbe im Durchschnitt der Jahre abgeworfen hat, während der Ertragswert des Grund und Bodens dagegen durch die kapitalisierte Grundrente gegeben ist. Er zieht aus seinen Arbeiten folgende Schlußfolgerungen: Mit zunehmender Ungunst der natürlichen Produktionsbedingungen nimmt der Ver-

¹ STEDEN, A.: Untersuchungen über den Bodenwert. Fortschr. Landw. 1926, 233.

kehrswert des Bodens rascher ab als der Ertragswert (Arbeitseinfluß). Der Ertragswert reagiert empfindlicher auf die Änderungen der wirtschaftlichen Lage als der Verkehrswert. Der Reinertrag ist nicht allein von Einfluß auf den Wert des Bodens, sondern auch das Arbeitseinkommen wirkt sich hierbei aus. Die Änderung im Verkehrswert des Bodens bei verschiedenen Betriebsgrößen ist dem Einkommen analog. Durch die bei der Einschätzung des Bodenwertes mit eingeschlossenen Arbeitsaufwände ergeben sich häufig starke Spannungen zwischen Verkehrs- und Ertragswerten. Dabei geben aber die mittleren Verhältnisse den besten Ausgleich. Es müssen also die aus dem Güterverkehr sich ergebenden Kapitalwerte (Kaufwerte) zugleich mit Buchführungsergebnissen gesammelt und verglichen werden. In diesem Zusammenhang dürfte auch von Interesse sein, was OSTERMAYER¹ bei dem von ihm angestellten Vergleiche zwischen den berechneten Ertragswerten und den geschätzten Kapitalwerten einer größeren Anzahl von Landgütern gefunden hat. Er teilt auf Grund seiner Untersuchungen nicht den Standpunkt von AEREBOE, daß als direkter Maßstab für die Wertschätzung der Landgüter ausschließlich die Kaufpreise in Betracht kämen, sondern kommt vielmehr zu folgenden Ergebnissen: 1. Der Ertragswert deckt sich nicht mit dem Verkehrswert. 2. Je höher der Reinertrag, um so geringer ist die Differenz beider Werte. 3. Die Differenz zwischen Ertrags- und Verkehrswert ist auch um so geringer, je mehr das Arbeitseinkommen gegenüber dem Kapitaleinkommen zurücktritt. Bei kleinen Landgütern übt daher der Reinertrag nicht allein auf die Bildung des Bodenpreises einen Einfluß aus, und sie verlieren daher mehr den sog. Rentencharakter. Es kann sich alsdann der Ertragswert vom Verkehrswert ziemlich weit entfernen, da individuelle Einflüsse mehr oder weniger stark in die Waagschale fallen. Nach dem für die Bonitierung notwendigen Gesichtspunkt der Objektivität sollen aber nur die Ertragswerte von landwirtschaftlichen Unternehmungen mittlerer Organisationszweckmäßigkeit für die Bildung der Bodenpreise maßgebend sein.

A. PENCK² (1926) hält es für eine Aufgabe der Agrargeographie, die Bonitierung der gesamten Erdoberfläche in Angriff zu nehmen und durchzuführen. Er erblickt in der Summe der für die menschliche und tierische Ernährung verwendbaren vegetabilischen Substanzen, die ein Land zu erzeugen vermag, einen Maßstab für dessen Bonität. Für die Bonitierung der Erdoberfläche müßten in erster Linie die klimatischen Verhältnisse maßgebend sein.

A. PETERSEN³ (1927) hat eine Taxation von Wiesenländereien auf Grund des Pflanzenbestandes vorgenommen und verwendet die vergesellschafteten charakteristischen Wiesenpflanzen als Leitpflanzen zur Aufstellung natürlicher Wiesenklassen. Im einzelnen unterscheidet er Wiesentypen der nassen, feuchten, frischen, trockenen und dünnen Lage. Er hat für die Wiesenländereien auf Grund des Pflanzenbestandes ein bemerkenswertes Klassifikationssystem ausgearbeitet, dessen Abstufung je nach der Menge und Güte des für die einzelnen Typen zu erwartenden Heuertrages vorgenommen wird, da dieser für dieselben jeweils charakteristisch wäre. Die beste Klasse hat 100 dz gutes Heu, die schlechteste 10. Zwischen diesen Extremen liegen die 6 übrigen Klassen. AEREBOE erblickt in der Arbeit von PETERSEN einen erheblichen Fortschritt auf dem Gebiete der Taxation von Wiesenländereien und würde es begrüßen, wenn dieser seine Kenntnisse auf diesem Gebiete auch für die Frage der Bonitierung der Acker-

¹ OSTERMAYER, A.: Das Landgut als Einkommenquelle. Mitt. landw. Lehrkanzeln d. Hochschule für Bodenkultur. Wien 1916, 269.

² PENCK, A.: Die Bonitierung der Erdoberfläche. Z. Pflanzenernährg. usw. A 7, 54 (1926).

³ PETERSEN, A.: Die Taxation von Wiesenländereien auf Grund des Pflanzenbestandes. Berlin 1927.

und Weideländereien nutzbar machen würde. Dagegen hat PETERSEN nach der Auffassung von W. ROTHKEGEL¹ einen Schätzungsrahmen für Wiesen nicht ausgearbeitet, so sehr auch dieser anerkennt, daß die Kenntnis der von PETERSEN aufgestellten Typen die Schätzung des Wertes von Wiesen erleichtere.

K. SCHATTENFROH² (1928) macht wie SCHNIDER und andere Autoren wertvolle Ausführungen über die geschichtliche Entwicklung der Grundsteuerbonitur in Bayern, die durch das Gesetz vom 15. August 1818 zustande gekommen ist. Früher hatte ein sog. Provisorium die Schätzungen nach dem Verkehrswerte vorgenommen, mit denen die Landwirte aber nicht zufrieden waren. Als Maßstab für die Grundsteuerbonitur diente die natürliche Fruchtbarkeitsanlage, die durch den geschätzten Rohertrag an Getreide festgestellt wurde. Dabei entsprach der Ertrag von $\frac{1}{8}$ Scheffel Korn der Klasse I und demnach von 1 Scheffel Korn (8 Gulden) Klasse VIII. Unter „Klassifizieren“ verstand man die Festsetzung der Bonität auf dem Schätzungswege durch Vergleich mit den Mustergründen. SCHATTENFROH bringt nun eine Reihe von Gründen für die Tatsache, daß die seinerzeit ermittelten Bonitäten sich nicht mehr mit den heute bestehenden Verhältnissen decken, bemerkt aber hierzu, daß die damalige Grundsteuerbonitierung nur die Bodenverhältnisse erfassen und nur den natürlichen Produktionsbedingungen Rechnung tragen wollte. Dies ist an und für sich richtig, denn falls die vielfach so verschiedenen wirtschaftlichen Verhältnisse berücksichtigt worden wären, hätte man doch die jeweiligen besonderen Verhältnisse dabei unbeachtet lassen müssen. Er verweist hierzu auf die bereits besprochene Auffassung von ROTHKEGEL, daß sehr viele der alten Grundsteuereinschätzungen dann noch verwendbar seien, wenn es gelungen wäre, die Abstufung der guten zu den geringen Böden richtig zu erfassen. Dagegen wären die Tarifsätze der Bodenklassen zu berichtigen, während die eigentliche Bonitierung und die Einreihung der Grundstücke in die einzelnen Bodenklassen beibehalten werden könnten. Dabei dürfte man sich mit der Ermittlung des Rohertrages an und für sich begnügen.

SCHATTENFROH zeigt ferner, in wie fern die Entwicklung der Steuern während und nach dem Weltkrieg und die mit einer richtigen Veranlagung des Grund und Bodens verbundenen großen Schwierigkeiten dazu geführt haben, daß am 10. August 1925 durch das Reichsbewertungsgesetz eine neue Bewertung von Grund und Boden in Deutschland vorgesehen wurde. Von Interesse ist, daß durch die Linksparteien des Reichstages, jedenfalls zur Vermeidung der Schwierigkeiten, welche einer Neubewertung entgegenstanden, beantragt wurde, den gemeinen Wert als maßgebend anzusehen. Dies hätte aber die Landwirtschaft schwer getroffen, da u. a. die Nachfrage nach kleineren Betrieben viel größer ist als die nach den größeren, und daher erstere verhältnismäßig höher im Preise stehen. Dagegen nähern sich bei großen Gütern der Ertrags- und der gemeine Wert, und so kam es, daß, von anderen Momenten abgesehen, an der Bestimmung des Ertragswertes im Interesse der Landwirtschaft festgehalten wurde, und zwar des Ertragswertes, den die Grundstücke bei ordnungsgemäßer und gemeinüblicher Bewirtschaftung gewähren. Die möglichst einheitliche Bewertung des gesamten Grund und Bodens für das ganze Reich sollte insbesondere für den Zweck einer gerechten Besteuerung vorgenommen werden. Um aber eine einwandfreie Neubewertung in Deutschland durchführen zu können, hat der deutsche Landwirtschaftsrat im Jahre 1925 durch AEREBOE, ROTHKEGEL, SAGAVE und FELBER

¹ ROTHKEGEL, W.: Handbuch der Schätzungslehre für Grundbesitzungen, S. 226. Berlin: Parey 1930.

² SCHATTENFROH, K.: Die Verwendbarkeit der alten bayerischen Grundsteuerbonitur für die Zwecke der heutigen und künftigen Ertragsbesteuerung und Versuche von Neubewertungen. Dissert., München 1928.

ein Gutachten erstattet, in dem betont wird, daß nur die katastermäßige Flächenbonitierung des ganzen Reiches eine objektive Bewertung der Grundstücke ermöglichen. Es wird dabei gefordert, daß mit den Arbeiten hierfür möglichst bald begonnen werde und daß man versuchen solle, hierfür geeignete Persönlichkeiten zu gewinnen.

SCHATTENFROH ist der Meinung, daß das Reinertragsverfahren hierfür nicht in Anwendung kommen könne, weil die Geld- und Wirtschaftsverhältnisse sich seit dem Kriege andauernd verändert haben und weil langjährige doppelte Buchführungen, welche hierfür Grundlage sein müßten, nur ausnahmsweise zur Verfügung stehen. Er schlägt daher ebenfalls vor, durch ein modernes Punktierverfahren zu dem gesteckten Ziele zu gelangen, Ertrag und Wert in objektiver Weise zu erfassen. Es wäre nach ihm allen Faktoren, die für die Ertragsfähigkeit mit maßgebend sind, eine dementsprechende Punktzahl zu geben. Die Summe dieser Punktzahlen bilde dann einen zahlenmäßigen Ausdruck für die Reinertragsmöglichkeit, wenn alle Umstände, die einen Einfluß auf den Wert der Grundstücke haben, eine bestimmte Wertzahl erhalten. Die Reinerträge selbst könnten alsdann geschätzt oder buchmäßig bestimmt werden. Der Genannte glaubt zu seinen Vorschlägen u. a. auch dadurch berechtigt zu sein, daß der Bewertungsbeirat für die Bewertung der Vergleichsbetriebe diese ebenfalls mit Hilfe eines Punktierverfahrens durchführen will. Er hat an dem bereits früher geschilderten System von WEISSLEIN zur Aufstellung seines Punktierverfahrens folgende Veränderungen vorgenommen:

Die Bewertung der Tiefe der Krume soll fallen gelassen werden, da diese den Verhältnissen in Niederbayern mit überwiegendem Klein- und Mittelbesitz nicht entspreche. Die Böden wären nach den Ergebnissen der Untersuchung nach äußeren Merkmalen mittels der Fingerprobe in eine fortlaufende Zahlenreihe von 1—12 zu bringen, und außerdem habe man auch die eigentlich schweren Böden gegenüber den leichteren geringer zu bewerten. Der Gehalt an Humus soll nicht durch Punkte, sondern durch Prozentzahlen als Zu- oder Abschlag ausgedrückt werden. Saure Böden erhalten einen Abschlag, kalkhaltige dagegen einen Zuschlag, entsprechend den Ergebnissen der Bodenuntersuchung. Der Kiesgehalt der Böden wird nach Menge und Bodenart abgestuft. Bezüglich der klimatischen Verhältnisse schlägt SCHATTENFROH vor, daß ein Abschlag zu machen ist, wenn die Zahl der eis- und frostfreien Tage des betreffenden Gebietes kleiner als der Durchschnitt für das große Klimagebiet ist, und zwar um 14—21 Tage; im entgegengesetzten Falle hätte ein Zuschlag zu erfolgen. Er erhofft damit eine Erfassung der Frostlagen und der besonders geschützten Gegenden. Notwendig erscheint ihm ferner die Berücksichtigung der Verteilung der Niederschläge in der Hauptvegetationszeit Mai bis Juni sowie des Ortsklimas, was durch die von ihm gemachten Vorschläge mit erreicht werden soll. Was den Einfluß wirtschaftlicher Verhältnisse anbelangt, so dünkt ihm die Bewertung der Entfernung des einzuschätzenden Flurteiles von der Ortschaft wichtig und bei Einödlage die Entfernung desselben vom Hofe. Dabei wurde als „günstig“ die unmittelbare Nähe, als „entsprechend“ die Entfernung von $\frac{1}{2}$ —1 km und als „ungünstig“ eine weitere Entfernung als diese angesehen. Da SCHATTENFROH die umfangreiche bodenkundliche Untersuchung von 37 Gemeinden in Niederbayern im Auftrage der Kreisbauernkammer in Landshut nach seinen Vorschlägen durch das Agrikulturchemische Institut Weihenstephan der Technischen Hochschule München ausführen ließ, welches die Untersuchungsergebnisse zusammen mit ihm auch in mehreren großen Karten darstellte, so konnte er sich ein gutes Urteil über den Wert derartiger bodenkundlicher Bearbeiten für die Bonitierung bilden, und daher betont er auch, daß Humusgehalt, Grundwasserstand, Reaktionszustand,

Kalk- und Geröllgehalt die Böden in ihrem Werte eventuell stark verändern können.

W. ROTHKEGEL und H. HERZOG¹ (1928) betonen, daß der Schwerpunkt der Schätzung in der Aufstellung des Schätzungsrahmens (Schätzungsmerkmale) liegen müsse. Der für das ganze Reich aufgestellte Schätzungsrahmen will eine Einteilung der landwirtschaftlichen Betriebe in Gruppen oder Klassen erreichen und unterscheidet dabei zwischen Besitz an Acker, Wiesen und Weiden. Innerhalb des Rahmens sollen die Reinerträge bzw. Werte je Hektar entweder in absoluten oder in Verhältniszahlen angegeben werden. Man müsse Normal- oder Idealtypen für die einzelnen Betriebsgruppen aufstellen, in welchen das Allgemeine erfaßt und das Besondere bzw. Individuelle ausgeschaltet wird. Die Autoren führen Gründe dafür an, warum die von THAER und seinen Schülern ausgearbeiteten Bonitierungssysteme und auch das von VON DER GOLTZ und seiner Schule aufgestellte Reinertragsverfahren nicht allgemeine Verbreitung habe finden können. Auch die Kaufpreisstatistiken könnten bestenfalls nur für kleinere Gebiete mit gleichen Ertragsbedingungen in Frage kommen und sind nur unter der Voraussetzung brauchbar, daß die seinerzeitigen Bodeneinschätzungen, auf denen sie aufgebaut wurden, heute noch brauchbar sind. Die Berechnung der wahrscheinlichen Fehler (Schwankungen) ergab eine Fehlergrenze von $\pm 13\%$ bis $\pm 19\%$, so daß demnach die errechneten Durchschnittskaufwerte nicht genügend zuverlässig erscheinen, während die Kaufpreise der letzten 14 Jahre für statistische Zwecke überhaupt unbrauchbar sind.

Der durch den Schätzungsrahmen für das Ackerland einer jeden Gruppe berechnete Wert kann nur dann richtig sein, wenn auch die neben der Bodenbeschaffenheit noch übrigen mitwirkenden Faktoren berücksichtigt werden. Ändert sich das Verhältnis nur bei einem Faktor, so ändert sich auch der Reinertrag bzw. Wert.

Man hat nun als Musterbetrieb nicht einen solchen gewählt, bei dem alle Standorts- und klimatischen Faktoren am günstigsten waren, sondern man ging von mittleren Verhältnissen aus, und zwar wurde ein ganz bestimmter Betrieb in der Magdeburger Börde in der Gemeinde Eickendorf als Musterbetrieb aufgestellt. Der Schätzungsrahmen für das Ackerland gibt für jede Bodengattung das Wertverhältnis an, in dem der betreffende Boden zum besten Boden stehen würde, wenn in dem einschlägigen Betrieb dasselbe Klima, dasselbe Gelände, der gleiche Absatz und die innere Verkehrslage wie in dem Spitzenbetrieb Eickendorf vorhanden wären. Natürlich müssen die notwendigen Immobilien und Inventare in mittlerem Zustand vorhanden sein, und man könne dann die für die einzelnen Bodenarten eines Betriebes ermittelten Wertzahlen unter Berücksichtigung der Flächengrößen zur sog. Ackerzahl vereinigen. Je nach den Unterschieden in den natürlichen und wirtschaftlichen Ertragsbedingungen wären Zu- oder Abschläge zu erteilen, die auch den Einfluß dieser Unterschiede auf die Ertragsfähigkeit zu berücksichtigen hätten. Bei der Ackerendzahl sind somit sofort zu berücksichtigen Kulturzustand, Drainageverhältnisse und Bodenartverhältnisse.

Die Berücksichtigung des Klimas, der Wärme- und Niederschlagsverhältnisse ist von wesentlicher Bedeutung. Zu beachten ist dabei, ob diese Faktoren für den in Betracht kommenden Boden günstig oder ungünstig sind. Natürlich ist nicht nur die gesamte Niederschlagsmenge zu ermitteln, sondern auch ihre Verteilung auf die einzelnen Monate. Die Verfasser geben Beispiele aus 7 Gebieten Deutschlands mit verschiedenen klimatischen Verhältnissen und

¹ ROTHKEGEL, W. u. H. HERZOG: Das Verfahren der Reichsfinanzverwaltung bei der Bewertung landwirtschaftlicher Betriebe. Ber. Landw. 1928, H. 10.

zwei bestimmten Bodenarten. Die Wertveränderung der Ackerendzahl geschieht je nach der Jahreswärme, den jährlichen Niederschlagsmengen, den Niederschlägen von April bis Juni sowie den eis- und frostfreien Tagen im Jahr. In einer anderen Tabelle wird gezeigt, wie sich verschiedenartig ein und dasselbe Klima auf 4 verschiedene Bodenarten auswirken kann.

Beim Schätzungsrahmen des Bewertungsbeirates für die Wiesen tritt die Bodenbeschaffenheit gegenüber den Wasserverhältnissen in den Hintergrund. Die Beurteilung der Wasserverhältnisse (Grundwasser, Wasserzufluß und Wasserabfluß) ist auf direktem Wege viel schwieriger als die Beurteilung der Bodenbeschaffenheit nach Hauptgemengteilen. Bei der Aufstellung des Schätzungsrahmens für Wiesen bilden die Menge und Beschaffenheit des erzielten Heues das Hauptmerkmal und es werden die einzelnen Klassen und Gruppen nach Erntemenge und Güte des Heues eingeteilt. Dabei sind Vor- und Nachweiden zu berücksichtigen. (PABST veranschlagt den Mehrertrag mit 10—23% vom Heuertrag, SCHNIDER mit 10—30% je nach Ein- oder Zweischürigkeit.) Das Klima braucht alsdann bei der Wieseneinschätzung im allgemeinen nicht mehr berücksichtigt zu werden, da es ja schon in der Menge und Güte des Heues zum Ausdruck kommt. Die Kosten für Dünge-, Pflege- und Erntearbeiten können sehr schwanken und deswegen sind diesbezüglich Zu- oder Abschläge zu machen, welche in der sog. Wiesenendzahl zum Ausdruck kommen.

Der Schätzungsrahmen des Bewertungsbeirates für das Weideland gilt nur für „absolute Weideflächen“. Diese werden wie bei Wiesen nach dem Pflanzenbestand klassifiziert, wobei man nur eine andere Art der Feststellung der Erntemenge durch Angabe der durchschnittlichen Weidedauer in Tagen pro Jahr und des durchschnittlichen Besatzes vornimmt. Am besten geschieht dies durch Ermittlung der Anzahl der „100-dz-Tage“, d. h. es wird eine Weidedauer von 100 Tagen zugrunde gelegt und dann berechnet, wieviel Doppelzentner zu ernähren sind. Für die Fettweiden wird auch der durchschnittliche Zuwachs des Viehes in Zentnern pro Hektar angegeben.

Die durch die einzelne Bewertung gewonnene Ackerendzahl, Wiesenendzahl bzw. Weidenendzahl werden unter Berücksichtigung der Flächenanteile einer jeden Kulturart zur „Bodenklimazahl“ vereinigt. Hierbei sind die Beschaffenheit des Bodens, Klima und Geländegestaltung sowie diejenigen wirtschaftlichen Bedingungen berücksichtigt, welche, wie z. B. der Kulturzustand, den Wert der einzelnen Kulturart beeinflussen.

Es bleibt dann nur noch übrig, den Einfluß der übrigen wirtschaftlichen Bedingungen zu berücksichtigen, die den gesamten Betrieb betreffen, wie z. B. Gebäude- und Inventarbestand, innere und äußere Verkehrslage und Kulturartenverhältnisse.

Was die innere Verkehrslage anbetrifft, so sind Gemenglage, kleine Parzellen und Vermischung der Kulturarten für die Bewirtschaftung ungünstig. Als Beispiel möge dienen, daß beim Reichsspitzenbetrieb Eickendorf eine mittlere Entfernung von 500 m auf gewöhnlichen Landwegen und von 800—900 m auf Kunststraßen und eine günstige Parzellengröße vorliegen. Die festzusetzenden Abschläge betragen je nach Bodengüte 1—3% der Ackerendzahl pro 100 m Entfernung auf Landwegen. Für Wiesen sind etwa die Hälfte und für Weiden etwa $\frac{1}{3}$ dieser Sätze maßgebend. Weitere besondere Verhältnisse müßten Berücksichtigung finden. Die Entfernung vom Hofe wirkt sich hauptsächlich in der Vergrößerung der Unkosten, die Größe und Gestalt der Parzellen dagegen in der der Roherträge aus. Der Prozentsatz der Minderung des Reinertrages kann mittels Hilfszahlen, den sog. Rohertragskoeffizienten, bestimmt werden. Hier hat man öfters rein gefühlsmäßig vorzugehen. Was die äußere Verkehrslage

anbetrifft, so kommt sie recht deutlich in den Preisen für die wichtigsten landwirtschaftlichen Produkte zum Ausdruck. Da die Bezugs-, Arbeiter- und Lohnverhältnisse nicht ohne weiteres dadurch erfaßbar sind, so hilft man sich durch die Annahme, daß die mit günstiger äußerer Verkehrslage besser werdenden Bezugsverhältnisse in ihrer Auswirkung auf den Reinertrag wieder durch die in der Regel schlechter werdenden Arbeiterverhältnisse aufgehoben werden und umgekehrt. Mit Hilfe der sog. Rothertragskoeffizienten kann man den Einfluß, den die Preisunterschiede auf die Höhe des Reinertrages ausüben, unschwer feststellen. So hängt z. B. die Höhe des Aufwandes neben der Entfernung vor allem von der Beschaffenheit der Wege und von der Art der angebauten Früchte ab, wofür in einem ganz bestimmten Falle für Entfernungen von über 1 km Chaussee pro 1 km Wegentfernung guter, ebener Chaussee eine Minderung von 1% des Reinertrages bedingt wurde. Dagegen wären bei nicht ausgebauten Landwegen diese Abschläge zu verdoppeln. Auch der Einfluß von naheliegenden Brennereien, Zuckerfabriken, Verladestationen usw. darf nicht unberücksichtigt bleiben.

Bei einer nicht in Abrede zu stellenden, immerhin noch vorhandenen Kompliziertheit der Bonitierung muß doch festgestellt werden, daß die Ab- und Zuschläge für besondere Verhältnisse bei diesem neuen und sehr aussichtsreichen Bewertungsverfahren exakt berechnet werden können. Für die Schätzleute sind wertvolle Anhaltspunkte gegeben, und unsichere und willkürliche Größenbestimmungen werden möglichst ferngehalten. Die Verhältniszahlen liegen tatsächlichen wirtschaftlichen Verhältnissen zugrunde, so daß nur bei eventuell fehlenden Angaben gefühlsmäßige Schätzung stattfindet. Wichtig erscheint auch, daß die klimatischen Beobachtungen und die Erhebungen über die Preise landwirtschaftlicher Erzeugnisse weiter ausgebaut werden.

Nicht unerwähnt sollen des weiteren die von dem landwirtschaftlichen Sachverständigen KRIEKEL des Landesfinanzamtes München aufgestellten Grundsätze für die einheitliche Bewertung des landwirtschaftlichen Vermögens bleiben, die allerdings vorerst noch nicht veröffentlicht sind. Der Urheber hat dabei, gestützt auf reiche praktische Erfahrung, ein synthetisches bzw. Punktierverfahren aufgestellt, das sich zur Aufgabe macht, eine brauchbare und soweit als möglich zutreffende Bewertung zu erhalten. Die sachliche und tatsächliche Ertragsmöglichkeit soll durch eine objektive Meßzahl ermittelt werden, die sowohl von dem Veranlagten als auch den Behörden leicht nachgeprüft werden kann und daher für Masseneinschätzungen brauchbar sein könnte. Das von ihm aufgestellte Additionsverfahren ist einfach und klar und sieht von der Erteilung von prozentualen Zu- und Abschlägen ab. Sein Punktierverfahren mit dem stark gegliederten Aufbau verlangt von dem Schätzer eine weitgehende Berücksichtigung der Standorts- und klimatischen Verhältnisse und zwingt diesen, auf alle Einzelheiten einzugehen. Der Vorzug dieses Verfahrens liegt in seiner Einfachheit und Klarheit und ferner auch darin, daß das Wertverhältnis der Gesamtheit der natürlichen zur Gesamtheit der wirtschaftlichen Einflüsse soviel als möglich zum Ausdruck kommt. Er gibt dieses Verhältnis mit 100:60 an.

Im einzelnen werden folgende Höchstpunktzahlen erteilt: Ackerkrume 70 Punkte, Untergrund 30, Klima 10 (dürfte vielleicht etwas zu niedrig gegriffen sein), Oberflächengestaltung 12, Besitzverteilung 10, Verkehrs-, Absatz- und Preisverhältnisse 20, Arbeiterverhältnis 8, somit als Summe 160 Punkte bei besten Boden-, Wirtschafts- und klimatischen Verhältnissen. Auf die eingehende Begründung KRIEKELS bezüglich der zugeteilten Punktzahlen hier einzugehen, dürfte sich erübrigen. Das gleiche dürfte bezüglich seiner Versuche, über die Aufstellung von Wertskalen für Wiesen- und Weidenböden im Rahmen des hier zu behandelnden Gegenstandes gelten.

Eine eingehende Kritik, welche sich auf eine nahezu 20jährige Tätigkeit auf dem Gebiete des gesamten Schätzungswesens stützen kann, erfahren die Punktierverfahren in dem 1930 erschienenen umfassenden Werk von W. ROTHKEGEL¹ über die Schätzungslehre für Grundbesitzungen.

Dieser gibt zwar zu, daß es schon möglich ist, für die Faktoren, welche z. B. den Wert und den Ertrag eines Bodens bestimmen, Punktzahlen als solche aufzustellen, daß aber damit noch keineswegs deren Wertverhältnis als solches, sowie das Gewicht des Einflusses dieser Faktoren auf die Ertragsfähigkeit gegeben sind. Es läßt sich auch nicht angeben, wie viele von den zur Verfügung stehenden Punkten für die Bodenbeurteilung allein in Anspruch genommen werden sollen. Jedenfalls könne man die Bedeutung der einzelnen Faktoren für den Wert und den Ertrag eines Grundstückes nicht in ein Zahlensystem einzwängen. Diese hängen vielfach entscheidend davon ab, ob die Einflüsse dieser Faktoren sich sehr günstig oder sehr ungünstig auswirken. So könne ein sehr feuchtes Klima für einen Sandboden eventuell sehr wertverbessernd sein, während dieses einen strengen Tonboden an die Grenze der Kulturfähigkeit herabdrücken kann. Besonders in sehr ausgedehnten Gebieten mit sehr verschiedenartigen Verhältnissen muß sich das Addieren von Wertpunkten verbieten, weil auf diesem Wege eine einwandfreie Schätzung des Wertes und der Ertragsfähigkeit von Grundstücken wohl kaum möglich sein dürfte. ROTHKEGEL zweifelt daran, daß es je gelingen wird, den Grad des Einflusses der vielerlei Faktoren, welche zu berücksichtigen sind, zahlenmäßig zu erfassen und gegeneinander durch Punktieren abzugrenzen. Das Zusammenwirken und das Spiel der Kräfte im Boden lassen sich aus der Gesamtwirkung heraus nicht im einzelnen erfassen. ROTHKEGEL erkennt an, daß das von WEISSLEIN ausgearbeitete und von SCHATTENFROH erweiterte und ergänzte Punktierverfahren sehr sorgfältig ausgearbeitet wurde, und daß in eingehender Weise versucht worden sei, die Wirkungen der einzelnen den Betrag bestimmenden Faktoren zu ermitteln, aber er hält seine grundsätzlichen Bedenken gegen die Punktiersysteme als solche doch ganz entschieden aufrecht. Er betont zugleich, daß LAUR, wie er aus Äußerungen von dessen Schüler TANNER entnehmen will, sein in der Schweiz übliches System nur für ganz enge, begrenzte Gebiete angewendet wissen will.

Das Schätzungsverfahren der Reichsfinanzverwaltung, und zwar des Bewertungsbeirats beim Reichsfinanzministerium, wurde bereits kurz behandelt². Diesem Beirat wurde durch das Reichsbewertungsgesetz zur Aufgabe gemacht, einer gerechten Einschätzung des in der Land- und Forstwirtschaft investierten Vermögens im Einzelfalle den Weg zu bereiten. In Verfolgung dieser Aufgabe hat die landwirtschaftliche Abteilung dieses Bewertungsbeirates versucht, eine möglichst große Zahl charakteristischer landwirtschaftlicher Betriebe im ganzen Reich zu bewerten, d. h. miteinander zu vergleichen und entsprechend einzureihen, um so eine brauchbare Grundlage für die Einschätzung aller übrigen Betriebe zu gewinnen. Dieses Verfahren hat somit zweifellos eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Prinzip der Aufstellung von Mustergrundstücken bei dem Flurbereinigungsverfahren³.

¹ ROTHKEGEL, W.: Handbuch der Schätzungslehre für Grundbesitzungen, S. 314. Berlin: Parey 1930.

² ROTHKEGEL, W. u. H. HERZOG: Das Verfahren der Reichsfinanzverwaltung bei der Bewertung landwirtschaftlicher Betriebe. Ber. Landw. 1928, H. 10 (vgl. auch S. 58).

³ Das noch 1931 in Kraft getretene Reichsbewertungsgesetz läßt die Einheitswerte durch neugewählte Steuerausschüsse aufstellen. Dabei umfaßt der Einheitswert als Ertragswert grundsätzlich den ganzen landwirtschaftlichen Betrieb als solchen mit einem Durchschnittswert, und es sind für die Feststellung des Einheitswertes die sog. Vergleichsbetriebe mit gesetzlich verbindlicher Kraft maßgebend, die mit Hundertsätzen zum Spitzenbetrieb bewertet werden.

Der verantwortliche Leiter des obigen Beirates und Organisators aller einschlägigen Arbeiten, Ministerialrat ROTHKEGEL im Reichsfinanzministerium, weist in seinem 1930 erschienenen grundlegenden Werke eingehend auf die großen Schwierigkeiten hin, welche den Arbeiten des Bewertungsbeirates entgegenstehen. Sind ja doch Klima, Geländegestaltung und Bodenbeschaffenheit im Reichsgebiet sehr mannigfaltiger und häufig wechselnder Natur, ganz abgesehen davon, daß auch die betriebswirtschaftlichen Verhältnisse, wie z. B. Lage der Feldstücke, Absatz-, Verkehrs- und Arbeiterverhältnisse der Schätzungsarbeit nicht selten große Schwierigkeiten bereiten. Steuerschätzungen bezeichnet ROTHKEGEL mit Recht als Massenschätzungen, und zu diesen sind umfangreiche Vorarbeiten nötig, um die Schätzungshilfsmittel und die Schätzungsmerkmale auszuarbeiten für den Rahmen, in welchen alles zweckentsprechend eingefügt werden muß. Zwei Methoden, die schon früher erörterten Ermittlungen der Ertragstaxe und der Kapital- oder Grundtaxe, welche je nachdem mit Erfolg zur Schätzung dienen können, bezeichnet ROTHKEGEL als gleichwert und gleichberechtigt. Dabei ist es dann nicht nötig, für jeden einzelnen Betrieb eine Wertberechnung vorzunehmen, sondern nur für jede einzelne Gruppe oder Klasse von Betrieben, um den gewünschten Schätzungsrahmen zu gewinnen. Zur Wertberechnung dienen dann für diese Klassen die Veranschlagungen der Erträge oder Kaufpreisstatistiken bzw., wenn möglich, beide zusammen. Sehr gute Dienste leisten hierbei auch Betriebsstatistiken. Die einzelnen Betriebe müssen ferner noch weiter gruppiert werden, und zwar nach Bodenbeschaffenheit, Betriebsgröße, Verkehrslage, Betriebssystem und Wirtschaftsintensität. Notwendig ist auch die Einreihung der Betriebe in die einzelnen charakteristischen Wirtschaftsgebiete, welche durch Klima und Bodenverhältnisse sowie durch wirtschaftliche Faktoren bedingt werden. Je mehr untersuchte Wirtschaften in jede Gruppe eingereiht werden können, um so besser werden die Gesamtergebnisse sein. Auch sollen bei der Einreihung Normal- oder Idealtypen als Grundlage dienen. Für jeden dieser muß ein den natürlichen Verhältnissen angepaßter Wirtschaftsplan ausgearbeitet werden, und zwar mit allen nötigen Einzelheiten, wie z. B. Fruchtfolge-, Düngungsplan, Betriebsaufwand usw. ROTHKEGEL ist davon überzeugt, daß bei dem Vergleich verschiedener Wirtschaftsbetriebe bezüglich ihrer Ertragsfähigkeit und ihres Wertes der Landwirt sowohl als auch der erfahrene Schätzungsbeamte eine Sicherheit des Urteiles bekunden, welche verblüffen könnte, wenn sie nicht auch wieder mehr oder weniger selbstverständlich wäre. Dieser Umstand komme aber der Ausarbeitung von Schätzungsrahmen als Grundlage des ganzen Werkes sehr zugute¹.

Bemerkungen zur Bodenbonitierung in den deutschen Bundesstaaten. Die Bodenbonitierung zum Zwecke der Grundsteuererhebung wurde in den einzelnen Ländern begonnen: In Hessen im Jahre 1824, in Bayern 1828, in Sachsen 1843, in Sachsen-Altenburg 1855, in Oldenburg 1855, in Baden 1858, in Preußen 1861, in Anhalt 1868, in Württemberg 1873, in Bremen 1878. Trotz aller Verschiedenheiten der Vorschriften über die jeweilige Bonitierung im einzelnen, besteht doch nach ROTHKEGEL in folgenden Punkten eine Übereinstimmung:

1. Die Einschätzung ist in allen Staaten parzellenweise erfolgt.
2. Das gesamte Kulturland ist überall zu dem Zweck der Einschätzung zunächst in Kulturarten zerlegt worden; innerhalb der Kulturarten wurden alsdann Bonitätsklassen gebildet.

¹ Näheres hierüber wurde bereits auf S. 61 ff. mitgeteilt.

3. Die Abstufung der Bonitätsklassen erfolgte nach der Ertragsfähigkeit des Bodens.

4. Die genaue Ermittlung der erzielbaren Ertragsfähigkeit geschah nur bei Mustergrundstücken. Die Einreihung der einzelnen Grundstücke in die Bonitätsklassen erfolgte auf Grund eingehender Bodenuntersuchungen durch Schätzungskommissionen im ständigen Hinblick auf die Mustergrundstücke.

Hier eine Beschreibung der in den einzelnen Ländern durchgeführten Bonitierung zu bringen ist unmöglich. Verschiedentlich ist auf charakteristische Einzelheiten im vorhergehenden verwiesen worden. Zahlreiche wertvolle Angaben über die Grundsteuerbonitur bringt A. SCHNIDER in seinem 1925 erschienenen Werke, auf welches bereits früher hingewiesen wurde. Außerdem gehen O. BAUER und K. SCHATTENFROH in ihren ebenfalls angeführten Arbeiten auf die Grundsteuerbonitur von Bayern, SUDECK und SCHNIDER¹ auf die von Sachsen, MEITZEN und JORDAN und STEPPES² auf die von Preußen ein, WALZ³ schildert die einschlägigen Verhältnisse in Württemberg und MÖLLER⁴ die von Mecklenburg.

Kurze Zusammenfassung.

Schon zu Ausgang des 18. Jahrhunderts finden sich Schriftsteller, welche die Bodenbonitierung teils vom praktischen, teils aber auch schon vom wissenschaftlichen Standpunkt aus zu beleuchten versuchten, und zwar kann man feststellen, daß schon damals beide Hauptrichtungen der Bonitierung, die naturwissenschaftliche und die ökonomische, in ihren Grundzügen erkannt wurden. Zumeist scheinen Kaufpreise, Pachtzinse und den Anlageregistern entnommene Angaben als Grundlage zu einer für die Besteuerung notwendigen Einschätzung gedient zu haben. Es verdient aber hervorgehoben zu werden, daß schon aus dieser Zeit eine Art von Reinertragsberechnung vorliegt, und daß auch bereits verschiedentlich Geldwerte als Berechnungsgrundlage dienten. Am häufigsten war wohl die Bonitierung nach der Beschaffenheit der Bodenfrüchte, und man pflegte danach gerne zu klassifizieren. Dagegen wurde auf die Bodenbeschaffenheit noch recht wenig Rücksicht genommen, da ja in dieser Zeit von einer Wissenschaft der Bodenkunde kaum noch die Rede sein konnte, und doch war schon im 18. Jahrhundert der Erdbohrer zur Untersuchung der Bodenarten nicht ganz unbekannt!

Als Begründer der Wissenschaft der Bodenbonitierung muß A. THAER gelten, der auch auf diesem Gebiete Vorbildliches leistete und dessen Lehren insbesondere bei der Grundsteuerbonitierung von Preußen und Sachsen weitgehende Anwendung fanden. Er hat zunächst eine scharfe Trennung zwischen der naturwissenschaftlichen und ökonomischen Bonitierung vorgenommen und sie dann zu einem kombinierten System zu vereinigen verstanden, das heute noch mehr oder weniger Geltung hat. Die Bedeutung der Boden-, Untergrund- und der sonstigen Standortverhältnisse wurde von ihm voll erkannt und gewürdigt. So konnte er u. a. den Gehalt der Böden an ihren Hauptbestandteilen tabellarisch zum Ausdruck bringen und durch das von ihm aufgestellte, zwischen 2—100 liegende Wertverhältnis für die einzelnen Böden war er zugleich der Vorläufer für die erst viel später auftauchenden synthetischen bzw. Punktiersysteme, die sich bekanntlich mancherlei Anerkennung verschafft haben. Als unmöglich durchführbar mußte sich aber sein Plan erweisen, ein einheitliches Bonitierungssystem für ein ganzes Land wie Deutschland aufzustellen. Seine Schüler waren fast durchweg bemüht, das von ihm Geschaffene weiter auszubauen, wobei die einen mehr Wert auf die Feststellung der Bodenverhältnisse, die anderen dagegen auf deren Er-

¹ a. a. O. S. 28 u. 41. ² a. a. O. S. 13 u. 22. ³ a. a. O. S. 14. ⁴ a. a. O. S. 31.

träge legten, obwohl im großen und ganzen beide Systeme, das naturwissenschaftliche und ökonomische, möglichst verbunden blieben.

Der um die Mitte des vorigen Jahrhunderts einsetzende Aufschwung der Naturwissenschaften bewirkte, daß das naturwissenschaftliche Bonitierungssystem begann, ganz bestimmte Richtungen einzuschlagen. Als Begründer des mineralogisch-geologischen Systems müssen FALLOU, GIRARD, FESCA und HAZARD gelten, deren Arbeiten lebhaften Widerhall fanden. Die Lehren LIEBIGS wirkten sich u. a. dahin aus, daß von KNOP, THOMS und anderen ein chemisches Bonitierungssystem begründet wurde, während CROME, TROMMER und SENFT bekanntlich den botanischen Weg einschlugen. THAER und seine Schüler haben dagegen dem Bodengefüge bzw. der mechanischen Bodenzusammensetzung nach Hauptbestandteilen die größte Bedeutung beigemessen.

Bei der ökonomischen Klassifizierung wurden teils die Roherträge, teils die Reinerträge zur Grundlage genommen, und schon ganz früh hat es hierbei BLOCK versucht, die bei der Reinertragsberechnung auftretenden Schwierigkeiten dadurch zu umgehen, daß er für die Wirtschaftskosten prozentuale Verhältniszahlen angab. Auf dem Gebiete der Reinertragsberechnung haben in der Folge SETTEGAST, VON DER GOLTZ, WATERSTRADT und SCHNIDER bedeutungsvolle Arbeit geleistet. Eine weitere Richtung ging bekanntlich von anderen Gesichtspunkten aus, wie z. B. der Berücksichtigung der Kaufpreise, der Pachtzinse und der sog. gemeinen Werte. Hier ist wohl zweifellos AEREBOE als die markanteste, wegweisende Persönlichkeit anzuführen. Allerdings haben der Krieg und die Nachkriegszeit sich dahin ausgewirkt, daß die für derartige Berechnungen notwendigen Unterlagen zur Zeit nicht mehr vorhanden und z. T. nicht mehr verwendbar sind. Auch hier soll nochmals kurz vermerkt werden, daß die von LAUR für die Schweiz ausgearbeitete, erfolgreiche Rohertragsmethode für Deutschland nicht in Frage kommen kann, weil man hier nicht über die Buchführungsergebnisse verfügt, welche vom schweizerischen Bauernsekretariat für dieses Land in zwanzigjähriger Arbeit gesammelt worden sind.

BIRNBAUM und KRAFFT verdankt man die wertvolle Vorarbeit zur Aufstellung der sog. synthetischen Punktiersysteme. Daß auf deren Arbeiten erst nach Jahrzehnten weiter aufgebaut wurde, ist wohl ganz besonders dem Umstande zuzuschreiben, daß einerseits die Bodenkunde noch eine recht junge Wissenschaft war und andererseits der Tatsache, daß diese Punktiersysteme sich gegenüber der Autorität von Männern wie VON DER GOLTZ, AEREBOE usw., die bekanntlich andere Wege gingen, nicht durchsetzen konnten. Zugegeben muß werden, daß bei den Punktierungsverfahren vielfach willkürlich vorgegangen wird. Auch wird es wohl kaum jemals gelingen, das verschiedene Gewicht der einzelnen den Ertrag bestimmenden Faktoren zahlenmäßig zu erfassen. Immerhin haben auch die Punktierungssysteme wertvolle neue Gesichtspunkte ergeben, welche entsprechende Beachtung verdienen. Allergrößte Beachtung aber verdient ganz gewiß das vom Bewertungsbeirat beim Reichsfinanzministerium durchgeführte Verfahren des Schaffens von Schätzungsrahmen für eine möglichst große Zahl von Landwirtschaftsbetrieben, welche über das ganze Gebiet des Reiches verteilt sind.

Die Bedeutung des Bodens in der Technik und im Wirtschaftsleben der Völker.

1. Die technisch-wirtschaftliche Ausnutzung des Bodens bei den Naturvölkern.

Von H. PLISCHKE, Göttingen.

Mit 21 Abbildungen.

Der Boden und die Naturvölker.

Als Schöpfer und Träger der Kultur hat der Mensch sich die Natur dienstbar gemacht. Dies geschah auf Grund von Erfahrungen, die er als Lebewesen in der Natur und im Kampf mit ihr sammeln konnte. Bei den Hochkulturen liegt eine jahrtausendalte und damit breite Erfahrungsbasis sowie eine scharfe Erfassung der Naturgesetze und eine dadurch gegebene komplizierte Dienstbarmachung der Natur, eine geradezu staunenswerte Naturbeherrschung vor. Die Anfänge und Grundlagen, auf denen die Naturbeherrschung der sog. Kulturvölker beruht, liegen für die Hochkulturen zwar in Zeiten, die seit vielen Jahrhunderten, ja seit Jahrtausenden der Vergangenheit angehören, und die dadurch der menschlichen Beobachtung entzogen werden. Sie sind aber doch aus Kulturformen erschließbar, die nicht diese aufsteigende naturbeherrschende Kulturentwicklung nahmen, sondern die auf Grund verschiedener Faktoren, die teils im Menschen, teils in den Umweltsverhältnissen, teils in historischen Umständen liegen, eine andere kulturgeschichtliche Entwicklung einschlugen, die nicht zu der hochstehenden Naturbeherrschung der Kulturvölker führte. Dies sind die Kulturen der Naturvölker, die zwar ebenfalls die Natur sich dienstbar zu machen verstanden haben, jedoch nicht in dem Umfang und in der Tiefe, wie sie bei den Hochkulturen vorliegt, die vielmehr über Anfänge der Ausnutzung der Natur nicht hinausgelangt sind¹. Die Zustände bei den Naturvölkern liefern daher wertvolles Material zu Erkenntnissen über die Grundlagen der menschlichen Kultur, auf denen auch die Kulturformen der Hochkultur beruhen. Sie gewähren damit Einblicke in die grundlegenden Erfahrungen, die der Mensch im Leben und im Kampf mit der Natur sammelte. Zugleich geben sie auch Erkenntnisse darüber, wie der Mensch durch diese Beobachtungen die Natur für seine Zwecke unterwarf und sie sich dienstbar zu machen verstand.

So erdgebunden die Menschen und im besonderen die Naturvölker sind, ein Blick auf den Bereich der Primitiv- und Halbkulturen zeigt doch, daß von den Stoffen, die die Natur dem Menschen für seine Zwecke, namentlich für die Technik, bietet, Stock und Stein, Knochen und Muschel von größerer Bedeutung sind als der Boden. Dies liegt zweifellos in der großen technischen Verwendungsmöglichkeit, die jenen Materialien zukommt. Trotzdem hat der Mensch auf primitiven Kultur-

¹ PLISCHKE, H.: Von den Barbaren zu den Primitiven, S. 7ff., 113ff. Leipzig 1926.

stufen auch den Boden seinen Bedürfnissen unterworfen. Nach den Verschiedenheiten der Wirtschaftsweise unterscheidet die Völkerkunde folgende Kulturstufen oder Kulturformen: Sammler- und Jägertum, das ist eine Kulturform, bei der der Mensch rein aneignend der Natur das entnimmt, was sie bietet, ohne selbst in den Produktionsprozeß einzugreifen. Der Mann ist in erster Linie Jäger und Krieger, der mit Bogen und Pfeil oder Blasrohr oder Wurfkeule die fleischliche Nahrung besorgt und die Gemeinschaft schützt, die Frau ist Sammlerin, welche Früchte und Kleintiere sammelt oder mit einem Stock aus der Erde gräbt; sie ist auch Hüterin des Feuers und der Wohnstätte. Die Hirtennomaden stellen eine Kulturform dar, die auf der Herdenzucht von Großvieh beruht (Sibirien Renntier; Zentral- und Westasien Kamel, Pferd, Rinder, Ziegen, Schafe; Tibet Yak; Südwestasien Pferd, Kamel; Afrika Rinder, Esel, Ziegen, Schafe). Diese Wirtschaftsweise ist gebunden an Steppengebiete und beschränkt sich in der Verbreitung auf die Alte Welt. Die Zucht von Herden bedingt Nomadisieren in offenen Weidetriften und eine auf sich selbst gestellte Wirtschaftseinheit in Gestalt der patriarchalischen Großfamilie. Schutz und Zucht des Großviehes ist der Wirtschaftsbereich des Mannes. Anbaukulturen sind nach der Art des Pflanzenbaues in Stock-, Hack-, Garten und Pflugbau unterschieden. Mit letztem ist meist Großvieh- und Kleintierzucht, mit Stock-, Hack- und Gartenbau vorwiegend, aber nicht ausschließlich, Kleinviehhaltung verbunden. Der Stockbau, verbreitet in Ozeanien und Amerika, wird mit unten zugespitzten oder spatentartig erweiterten Stöcken betrieben, der Hackbau, beheimatet in Afrika, mit einer schmiedeeisernen Hacke. Grabstock und Hacke sind die Hauptgeräte. Zu ihnen gesellen sich oft kleinere Pflanzstöcke und hackenartige Instrumente. Die ersten dienen dem Zweck, Löcher für Samen oder Stecklinge in den bearbeiteten Boden zu stechen, letztere dem Lockern des Bodens und dem Entfernen des Unkrautes während der Wachstumszeit der Anbaupflanzen. So besitzen, um nur ein Beispiel zu geben, die Maori Neuseelands, deren Grabstöcke übrigens gern mit Trittsiegen für den Fuß versehen werden, solche astgabelförmigen Geräte zum Behacken der Anbaufläche¹. Beide Anbauformen liegen vorwiegend in Händen der Frau. Wächst sich der einfache Grabstock zur 3—4 m langen Brechstange aus, wie bei den Maori Neuseelands oder im Nordosten von Neuguinea, oder wird die Hacke, wie bei den Wakikuyu in Ostafrika, zu einem mächtigen Instrument, dann erscheinen beide als Arbeitsgeräte des Mannes, der die Anbaufläche vor der Bestellung umbricht oder behackt. Außerdem verrichtet der Mann in diesen primitiven Anbaukulturen die schwere Arbeit der Urbarmachung des Bodens. Der Gartenbau ist eine intensiv, zumeist als Stock- und Hackbau betriebene Anbauform, gekennzeichnet auch durch Anlage künstlicher Bewässerung, intensive Düngung und Bau von Terrassen. Verbreitet ist sie besonders in Ost- und Süd-asien und in den altamerikanischen Hochkulturen. Der Pflugbau war ursprünglich auf das Gebiet der Alten Welt beschränkt. Nicht überall aber wird das Großvieh zum Ziehen des Pfluges eingespannt. Nur selten sind diese Kulturformen unbeeinflusst und in dieser scharfen Ausprägung erhalten. Durch lokale Sonderentwicklungen und geschichtliche Beziehungen infolge von Wanderungen von Menschen und Kulturgütern entstand im Laufe jahrtausendalten Werdens das so verwickelte und ineinander verflochtene Kulturbild der Menschheit.

Der Boden wird nicht allein bei Kulturstufen, die einen den jeweiligen Bodenverhältnissen angepaßten Anbau von Pflanzen betreiben, ausgenutzt, sondern auch bei nicht so stark bodengebundenen Kulturformen, wie bei den Jägern und Sammlern oder den Hirtennomaden, wo verschiedene Arten des

¹ BEST, E.: Maori Agriculture, S. 44a. Wellington 1925.

Bodens als Farb-, Nahrungs- und Genußmittel, gelegentlich auch als heilwirkende Mittel, ferner aber auch, jedoch in geringerem Ausmaß, in der Technik verwendet werden. Bei Kulturen, die infolge von Pflanzenbau sesshaft wurden, gelangte der Hausbau zu einer Entwicklung, die über leicht und schnell errichtbare Windschirme, eine Wohnung der Jäger und Sammler, und Zelte, eine Hausform von Jägern und Hirtennomaden, zu festeren Bauten führte, bei denen neben Holz und Stein auch Lehm und aus ihm gewonnene Baumittel bedeutungsvoll wurden. Sesshaftigkeit ließ aber auch die Töpferei zur Blüte kommen. Innerhalb der Menschheit sind daher gerade bei den stark bodengebundenen Anbaukulturen viele grundlegende Erfahrungen über die Ausnutzung des Bodens gesammelt worden.

Der Boden in der Schönheitspflege.

Naturvölker, insbesondere solche, deren Lebensräume in tropisch-feuchten Urwaldgebieten liegen, sind den Angriffen von allerlei Insekten besonders ausgesetzt, die z. T. auch in den behaarten Körperteilen ihre Nistplätze anzulegen pflegen. Zum Schutz gegen dieses Ungeziefer¹ überziehen zahlreiche Völker Afrikas den Körper, und zwar alle Teile desselben, mit Pasten, die aus Ton, pulveri-



Abb. 1. Frauenhaartrachten aus Kamerun. (Aus Kolonie und Heimat.)

sierem Rotholz, Pflanzenasche und Kräuterpulvern bestehen und denen immer fettige Stoffe, zumeist Rizinusöl, zugesetzt werden. So schmieren sich die Hottentotten Südwestafrikas nicht nur zum Schmuck, sondern auch zum Schutz vor Insektenstichen den Körper mit einem Gemisch von Ocker und Butter ein. Die Bantustämme des südlichen Afrikas reiben sich eine Salbe aus Fett und Ocker oder roter und weißer Farbe auf die Haut². Bei den Betschuanen glänzt diese

¹ WEULE, K.: Die Chemie am eigenen Körper. In KARL WEULE: Chemische Technologie der Naturvölker, S. 7ff. Stuttgart 1922.

² PASSARGE, S.: Südafrika, S. 231, Leipzig 1908, sagt unter Hinweis auf die Eingeborenen Südafrikas überhaupt: „Eine aus Fett und rotem Ocker bestehende Salbe, mit der man den ganzen Körper einreibt.“

Paste metallisch. An verschiedenen Orten des oberen Nilgebietes und im Sudan sowie in Gebieten Kameruns (Abb. 1) schmiert man solche Pasten, denen Kuhdung und Kuhurin beigegeben sind, in die Haare, die dann in der Paste zu einer festen Haarpartie erstarren. Damit ist die Möglichkeit künstlich aufgebauter Haarfrisuren gegeben, wie sie namentlich im oberen Nilgebiet bei den sog. Niloten als Schmuck sehr beliebt sind¹. Als eine Zierde besonderer Art werden große Haarfrisuren aus Erde auch in Neuguinea in der Gegend westlich von Berlinhafen empfunden² (Abb. 2). Durch all diese Pasten erreicht man, daß Insekten und deren Eier, die sich am Körper des Wirtes befinden, abgetötet werden, weil man auf diese Weise den unwillkommenen Lebewesen den

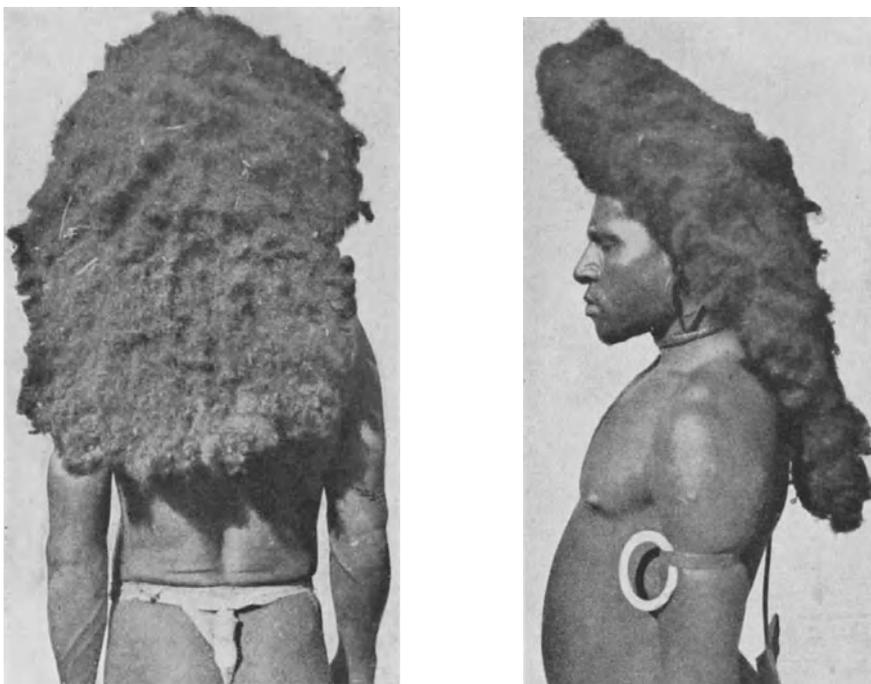


Abb. 2. Haartracht, Deutsch-Neuguinea, westlich von Berlinhafen. (Aufnahme NEUHAUSS.)

Sauerstoff entzieht und weil möglicherweise in der Paste vorhandene schädliche Stoffe die kleinen Schmarotzer abtöten. Vor allem wird durch einen solchen Überzug der Körper vor den Stichen von Insekten geschützt. Zugleich wird durch das Einschmieren dieser Erdpasten in die Haare eine Bleichwirkung auf diese erzielt. Völker am oberen Nil bleichen durch diese Behandlung ihre Haare. Dasselbe erreichen melanesische Stämme durch Einschmieren ihrer Haare mit gebranntem Korallenkalk. In beiden Gebieten gilt nämlich rötliche Haarfarbe für besonders schön.

Eine weit größere kosmetische Bedeutung kommt den verschiedenen Arten des Bodens in der Bemalung des Körpers mit Mustern zu, einem Schmuck, der

¹ SCHWEINFURTH, G.: Im Herzen von Afrika, 4. Aufl., S. 44. Leipzig 1922. — BER-NATZIK, H. A.: Zwischen Weißem Nil und Belgisch-Kongo, S. 79 Abb. 114, Leipzig 1929, wo er berichtet, daß man zum Aufbau einer solchen Frisur bis zu drei Jahren gebrauche.

² NEUHAUSS, R.: Deutsch-Neuguinea 2, Tafel 316. Berlin 1911.

bei Naturvölkern eine sehr große und in der Tat auch inhaltsreiche Rolle spielt¹. Schlamm- und Moorbäder, die zugleich abkühlend wirken und vor Insekten schützen, färben den Körper dunkel. Dies kann eine der ältesten Erfahrungen sein, die zur Körperbemalung führte. Natürliche, aus dem Boden gewonnene Farben sind Tone, die durch Eisenverbindungen gefärbt sind, wie Ocker, Bolus, Umbra; Erdfarben, die bei Naturvölkern ebenfalls weitgehend benutzt werden, sind Kreide und Gips. Zwischen Steinen zerstoßen und zerrieben, geben sie alle einen nur wenig festen Anstrich, den man durch Beimengen von Bindemitteln, wie Wasser, Fett, Tran und Leim haltbarer zu machen versteht. Es handelt sich hierbei um ein rein mechanisches Auftragen des Farbstoffes, und zwar mit Hilfe des Zeigefingers oder, wie bei den Malaien, den Tschoroti im Gran Chaco Südamerikas und bei den Buschongo im Kassaigebiet Afrikas, vermittels eines Haarpinsels². In Mittelamerika und im nordwestlichen Südamerika benutzt man zum Auftragen der Muster der Körperbemalung tönernen Roll- und Flachstempel. Vom Bereich der neuweltlichen Hochkulturen strahlt diese Technik der Bemusterung bis in den Westen des tropischen Urwaldgebietes und bis zum Gran Chaco Südamerikas aus. In diesen Gebieten verwendet man z. T. auch Holzstempel.

Beim nordamerikanischen Indianer entwickelte sich das Bemustern des Körpers mit Erdfarben zu besonderer und auch ausdrucksreicher Blüte³ (Abb. 3). Auf eisenhaltige Erden gehen die bei Indianern Nordamerikas verwendeten Farben



Abb. 3. Körperbemalung eines Häuptlings der Creek-Indianer Nordamerika. (Aus PRINZ MAX VON WIED-NEUWIED: Reise in das innere Nordamerikas, Koblenz 1839—41.)

Braun, Rot, Grün, Blau, Gelb, Orange und Purpur zurück. Zwecks Erlangung solcher Farberden legten die Indianer sogar Gruben und Brüche an, und die Stämme, in deren Bereich solche Farberdengebiete lagen, trieben damit weithin einen einträglichen Tauschhandel. Weiß gewannen die Indianer durch Auswaschen und Schlämmen von Gips, Kaolin und auch von Kalk; Schwarz stellte

¹ LIPPERT, J.: Kulturgeschichte der Menschheit 1, 376 ff. Stuttgart 1886. — SCHURTZ, H.: Urgeschichte der Kultur, S. 380—411. Leipzig 1900. — HEILBORN, A.: Allgemeine Völkerkunde 1, 96 ff. Leipzig 1915. — WEULE, K.: Chemische Technologie der Naturvölker, S. 28—35. Stuttgart 1922.

² HEILBORN, A.: Allgemeine Völkerkunde 1, 97. Leipzig 1915.

³ HODGE, F. W.: Handbook of american indians north of Mexico 1, 425—326. Washington 1907; 2, 151—152, 185—186. Washington 1910.

man aus Graphit, pulverisierter Kohle und Ruß, Grün sowie Blau aus Kupfererzen und Eisenphosphat her. Der Haltbarkeit halber rührte man diese verschiedenen Substanzen und Farbstoffe mit Fetten oder Leim an.

Gebiete, wo die Erdfarben gegenüber den pflanzlichen stark im Vordergrund stehen, sind Australien und z. T. auch Ozeanien¹. Dies liegt zweifellos mit daran, daß Australien und weiten Bereichen der Südseekulturen die Töpferei



Abb. 4. Tänzer in Festbemalung vom Fly-River, Neuguinea.
(Aus BUSCHAN: Sitten der Völker I.)

und damit die Möglichkeit des Kochens fehlt, mit dessen Hilfe die meisten Pflanzenfarben gewonnen werden. Weiße Farbe gewinnt man im Stillen Ozean aus Korallen, die in Meilern verbrannt, also zu gebranntem Kalk verarbeitet werden, den man dann mit Wasser löscht. Rot, eine Farbe, die in Australien zur Körperbemalung benutzt wird, und Ockergelb stellt man aus eisenhaltigen Erden her, Mattblau und Grünlichblau aus Eisenphosphat, und auf den Admiralitätsinseln liefert Manganerde ein schönes tiefes Schwarz. Die gelben, roten, ockerartigen und sonstigen Farberden zerrieb man zu feinem Pulver. In Polynesien, wo man auch aus Pflanzensäften zahlreiche Farben zu verfertigen verstand, bediente man sich zum Zerreiben kleiner Handmühlen aus vulkanischem Gestein; sie be-

standen aus einem flachen Mahlstein als Unterlage, auf der ein Reibstein in zu meist einer dem Stampfer ähnlichen Form gerieben wurde².

Die Körperbemalung der Naturvölker ist nicht allein Schmuck, sondern auch ein Ausdrucksmittel für Stimmungen, gesellschaftliche Stellung, Zugehörigkeit zu Geheimgesellschaften und zu Bänden sowie für persönliche Verdienste³ (Abb. 4). Nach den Anlässen, bei denen man sich bemalt, richten sich Farben und Muster. Die Symbolik der Farben und Muster ist bei Völkern, oft auch bei Stämmen, verschie-

¹ WEULE, K.: Chemische Technologie der Naturvölker, S. 31 ff. Stuttgart 1922.

² HAMBRUCH, P.: Ozeanische Rindenstoffe, S. 26. Oldenburg 1926.

³ SCHURTZ, H.: Urgeschichte der Kultur, S. 382—383. Leipzig 1900.

den¹. Solche Bemalung kann bei vielen Naturvölkern geradezu als Stammesabzeichen angesehen werden. Viele Stämme haben auch oft Farben, die sie bei der Körperbemalung bevorzugen. Die Krieger der Masai in Ostafrika streichen sich bei festlichen Gelegenheiten mit roter Farbe und solche, die einen Feind getötet haben, mit Streifen weißer und roter Erde an². Besonders geschätzt ist die rote Bemalung. Sie trug, da sie vom Indianer Nordamerikas als Anstrich namentlich bei Kriegszügen angelegt wurde, den Bewohnern Nordamerikas die Gesamtbezeichnung „Rothaut“ ein³. Aufmerksam sei in diesem Zusammenhang auf die Bemalung bei Pubertätsfesten (Abb. 6), Kriegszügen und bei Trauerfällen gemacht. Als Trauerfarben treten Weiß und Schwarz am häufigsten auf (Abb. 5). Bei Todesfällen in der Verwandtschaft färben sich Stämme Neupommerns schwarz; bei den Jaunde in Kamerun schmierien sich Frauen eines Toten mit weißer Farbe ein; und auch australische Witwen zeigen



Abb. 5. Bemalung der Brüste als Zeichen der Trauer, Kitosh, Ostafrika. (Nach BRYK: Negereros. Berlin 1928.)

sich weiß bestrichen. Die Kriegsbemalung in besonderen Mustern und Figuren, die für die Indianer der nordamerikanischen Prärie kennzeichnend war, brachte Anerkennung für erfolgreiche Kriegstaten zum Ausdruck. Man erhielt das Recht,

¹ NEUHAUSS, R.: Unsere Kolonie Deutsch-Neu-Guinea, S. 68, Weimar 1914. sagt: „Zum Schmuck des Eingeborenen gehört angemessene Bemalung, die bei den verschiedenen Stämmen sehr verschieden ist und auch nach dem jeweiligen Zwecke wechselt. Größter Beliebtheit erfreut sich bei alt und jung leuchtendes Rot. Schwarzer Körperanstrich pflegt Ausdruck der Trauer zu sein. Eine Gruppe von Beschneidungskandidaten, die ich in Sissanu sah, waren von oben bis unten gelb bemalt. Für den Tanz und für Festlichkeiten kommt Bemalung des Gesichtes mit Kalk in Frage.“

² MERKER, M.: Die Masai, S. 150. Berlin 1910.

³ Dem deutschen Wort „Rothäute“ entspricht das französische „peaux rouges“, während das englische „red skins“ weniger im Gebrauch ist. G. CATLIN (Die Indianer und die während eines achtjährigen Aufenthaltes unter den wildesten ihrer Stämme erlebten Abenteuer und Schicksale, deutsch von H. BERGHAUS, S. 306, Berlin-Friedenau 1924) hebt hervor, daß die Krieger sich „das Gesicht und den Körper so mit roter Farbe und zuweilen auch noch mit Kohlen und Fetten“ bemalen, „daß sie oft von ihren besten Freunden nicht erkannt werden“.

solche Abzeichen auf dem Körper zu tragen, in der großen und feierlichen Stammesberatung, bei der vor dem Stammesheiligtum jeder über seine Taten wahrheitsgetreu berichten mußte¹. Oft suchte man auch mit Hilfe der Körperbemalung Furcht und Verwirrung, so auch den Eindruck eines Geisterheeres, zu erwecken. Berichtet doch z. B. TACITUS über den germanischen Stamm der Harier, daß sie sich bei nächtlichen Kriegszügen mit Farbe bestrichen, um beim Feind die Vorstellung des Auftauchens eines Geisterheeres lebendig werden zu lassen². Durch die Bemalung des Körpers in bestimmter Farbe oder mit bestimmten Mustern wird bei Naturvölkern auch die Zugehörigkeit zu einer besonderen Berufskaste, einem Geheimbund oder einer Totemgruppe³ zum Ausdruck gebracht. So trugen die Priester im alten Mexiko im Gesicht, aber auch am Körper, eine Bemalung in



Abb. 6. Bemalung von Knaben während der Aufnahmeferien in den Geheimbund der Nkimba, unterer Kongo. (Aus: *Costumes of the World II*. London 1913.)

schwarzer Farbe. Die Bemalung mit Erdfarben ist also tief mit dem Gesellschaftsleben der Naturvölker verwachsen. Sie ist aber zugleich ein wichtiges Ausdrucksmittel; sie gibt Stimmungen, festliche Ereignisse mit den dazugehörigen Tänzen, Auftreten von Geheimbünden (Abb. 6), Kriegszüge, auf denen man sich befindet, und persönliche Auszeichnungen wieder. Darüber hinaus dient schließlich die Bemalung mit Erdfarben auch dem Schutz der Haut, und zwar nicht nur vor Stichen

¹ Für Kriegstaten, die durch Abzeichen in Gestalt von Körperbemalung oder Feder schmuck im Haar ausgezeichnet wurden, hatte sich bei nordamerikanischen Indianerstämmen der Begriff *coup* eingebürgert, entlehnt von den französischen Kanadiern, wo *coup* dazu diente, „to designate the formal token or signal of victory in battle“. Hodge, F. W.: *Handbook of the american indians north of Mexiko*, I, 354. Washington 1907.

² TACITUS: *Germania*, c. 43. — PLISCHKE, H.: *Die Sage vom wilden Heer im deutschen Volk*, S. 21. Eilenburg 1914.

³ Unter Totemismus versteht man die Vorstellungswelt über geheimnisvoll-magische Beziehungen, die zwischen einer Menschengruppe, gelegentlich auch einem einzelnen Individuum und einer Tier- oder Pflanzenart oder Steinen und Gestirnen bestehen und die in manchen Gebieten als Abstammungsglaube, in anderen als Schutzverhältnis erscheinen.

von Insekten, sondern auch vor klimatischen Einwirkungen. So schützen sich die Patagonier vor dem schneidenden Wind, der in den Pampas weht, durch einen Anstrich aus roten, schwarzen, blauen oder weißen Farberden, die, mit Mark angerührt, auch bei festlichen Gelegenheiten in Mustern, namentlich auf das Gesicht, aufgetragen werden¹.

Alle diese zur Körperbemalung benutzten Erdfarben werden auch zum Schmuck der Waffen und Werkzeuge, überhaupt der technisch-künstlerischen Erzeugnisse, verwendet, worauf noch auf S. 79 u. f. zurückzukommen sein wird.

Der Boden als Nahrungs-, Genuß- und Heilmittel².

Eine sporadisch, also nicht geschlossen über die ganze Erde verbreitete Sitte ist das Essen von Erde, bekannt unter dem Namen Geophagie. Diese merkwürdige Erscheinung hat, seitdem ALEXANDER VON HUMBOLDT sie im Jahre 1807 für die Otomaken am Orinoko beschrieben hatte, wiederholt Aufmerksamkeit und wissenschaftliche Beachtung gefunden. HUMBOLDT berichtete³, daß die Otomaken von Uruano am Orinoko einen gelblichen Flußlehm genießen, nachdem sie ihn zuvor in schwachem Feuer geröstet haben. Von anderen Beobachtern liegen auch Angaben vor, daß man bei den Otomaken täglich etwa 125 g, ja sogar bis zu 625 g zu sich nehme⁴.

HEUSINGER⁵, der sich um die Mitte des 19. Jahrhunderts mit der Sitte der Geophagie eingehender befaßt hat, glaubte, das Erdeessen sei eine Krankheitserscheinung, und zwar ein Folgezustand der Malaria. Er kam zu dieser Überzeugung, da die Geophagie angeblich nur dort erscheine, wo die Malaria wüte. Diese Erklärung ist schon deshalb unrichtig, da die Sitte des Erdeessens auch in Gebieten zu Hause ist, wo niemals Malaria auftritt und aufgetreten ist. Ebenso wenig ist eine Theorie haltbar, die WILKEN⁶ aufstellte; er faßte diese Erscheinung als Nachahmung der Lebensgewohnheiten der Tiere auf. Eingehendere Materialien, die der Völkerkunde zu verdanken sind, haben gezeigt, daß die Sitte der Geophagie sich überhaupt nicht auf eine einzige Ursache zurückführen läßt. Es gibt, wie eine kritische Sichtung der völkerkundlichen Befunde zeigt, eine Reihe von Anlässen, die zur Erscheinung des Erdeessens führen.

Sehr verbreitet ist das Essen von Erde aus Hunger, aus Mangel an Nahrungsmitteln zur Zeit einer Hungersnot oder Teuerung. Dieser Umstand liegt mit großer Wahrscheinlichkeit der Geophagie der Otomaken zugrunde. Die Otomaken lebten in erster Linie von der Beute ihrer Jagdzüge. An diesen waren sie

¹ BUSCHAN, G.: Illustrierte Völkerkunde, I, 312—313. Stuttgart 1922.

² HUMBOLDT, A. VON: Sur les peuples qui mangent de la terre. Ann. voyages 2, 248 bis 254 (1809). — Reise in die Äquinoktialgegenden des neuen Kontinents 4, 122 ff. Stuttgart (o. J.). — Ansichten der Natur I, 163—168. Stuttgart 1860. — OSIANDER, F. B.: Über das Erde-Essen der Menschen. Hannoversches Magazin 1808, Nr. 26 u. 27. — EHRENBERG, G. CHR.: Mikrogeologie. Leipzig 1854. — LASCH, RICHARD: Über Geophagie. Mitt. Anthropolog. Ges. Wien 28, N. F. 18, 214—222 (1898). — Weitere Beiträge zur Kenntnis der Geophagie. Ebenda 30, N. F. 20, Sitzgsber., 181—183 (1900). — GROSS: Geophagie. Med. Welt I, Nr. 42 (1927). — BUSCHAN, GEORG: Vom Erde essen. Janus (Leyde) 34, 337—350 (1930). — WETZEL, W.: Eßbare und therapeutische Erden. In: Steinbruch und Sandgrube 29, 177—179 (1930). — LAUFER, B.: Geophagy. In: Field Museum of Natural History. Publ. 280. Anthropol. series 18, 90—198. Chicago 1930.

³ HUMBOLDT, A. V.: Reise in die Äquinoktialgegenden des neuen Kontinentes 4, 122 ff. Stuttgart (o. J.).

⁴ EHRENBERG, G. CHR.: Mikrogeologie, S. 343 ff. Leipzig 1854.

⁵ HEUSINGER, C. F.: Die sogenannte Geophagie oder tropische (besser Malaria-) Chlorose. Kassel 1852.

⁶ WILKEN, G. A. u. C. M. PLEYTE: Handleiding voor de vergelijkende volkenkunde van Nederlandsch-Indie, S. 21. Leiden 1893.

durch regelmäßig alljährlich auftretende Überschwemmungen, die ungefähr zwei Monate dauerten, behindert. Da sie während dieser Zeit unter Mangel an Fleischnahrung, wie überhaupt an Lebensmitteln litten, sättigten sie sich durch Genuß von gerösteten Lehmkugeln. Um Verstopfung, die als Folge des Verzehens dieser Erde sich einzustellen pflegte, zu vermeiden, nahmen sie gleichzeitig Kaimanfett zu sich. BERNAL DIAZ DEL CASTILLO¹, ein Teilnehmer am Eroberungszuge von CORTEZ nach Mexiko, berichtet, daß bei Hungersnot von den Azteken ein Schlamm aus dem Boden des Sees von Tenochtitlan gegessen wurde, der wie Käse geschmeckt habe. Man habe ihn vor dem Genuß in der Sonne getrocknet und in Brotform gebracht. Unter athapaskischen Stämmen Kanadas war es in schlechten Jahren Brauch, einen fetten, nicht gerade unangenehm schmeckenden Lehm zu essen, der, von „milchiger Konsistenz“, an den Flußufern des Mackenzie abgelagert war². Kalifornische Indianer, so die Tatu³, mischten rote Erde unter das Ahornmehl, aus dem sie Fladen buken, die dadurch einen süßlichen Geschmack erhielten und beim Backen besser aufgehen sollten. Sie wollten dadurch sicherlich auch das Mehl strecken. Auf Neuguinea und auf Neumecklenburg wurde weicher, brauner und roter Lehm bei schlechter Ernte von den Eingeborenen genossen, um den Magen zu füllen⁴. In China ist das Essen von Erde in Zeiten der Not seit altersher bekannt. Eine der ältesten Angaben stammt aus dem Jahr 744 nach Christi; man erwähnt die eßbaren Erden als Schi-mian, d. h. Steinbrot oder Mian-schi, d. h. Brot-Stein⁵.

Aus demselben Anlaß hat die Erde als Nahrungsmittel auch in Notzeiten Europas eine Rolle gespielt⁶. Man nannte solche eßbaren Erden zumeist Bergmehl oder Steinbutter. So ist für das Jahr 1607 für Mitteldeutschland belegt, daß Hunderte von Fremden nach Klieken bei Dessau zu dem sog. Mehlberg strömten, um von dort das „Mehl“ in Säcken abzutransportieren. Dieses Bergmehl ist bis zur ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts als Nahrungsmittel abgebaut worden. 1719 und 1733 bezogen infolge der Kriegsnot die Bewohner von Wittenberg dieses Bergmehl aus dem Anhaltischen⁷. Besonders häufig ist überdies für Mitteleuropa das Erdeessen für die Zeit des Dreißigjährigen Krieges belegt. Im Jahre 1832 wurde solches Bergmehl während einer Hungersnot in Schweden, mit etwas richtigem Mehl vermischt, zu Brot verbacken. Während der Hungersnot, die 1920/22 in Rußland wütete, wurde im Wolgagebiet als Streckmittel im Brot, möglicherweise auch als dessen Ersatz, ein wohl auf Ablagerungen der Wolga zurückgehender Ton, darunter auch solcher mit Eisengehalt, gegessen⁸.

Verzehrt wird die Erde ferner aus Leckerei als Naschwerk. Die Erde als Genußmittel ist weithin sehr geschätzt. Besonders beliebt ist diese Delikatesse beim Neger Afrikas, namentlich in Westafrika und den benachbarten Gebieten des Sudan⁹. Man kennt dort, so bei den Bobos und Malinkes, gute und schlechte Erden, zwischen denen man sorgfältig wählt, und ißt die Erde roh oder geröstet, bedient sich ihrer aber auch als Würze. Im Lande der Bobos

¹ DIAZ DEL CASTILLO, BERNAL: Die Entdeckung und Eroberung von Mexiko. Mit einem Vorwort von CARL RITTER I, 220. Gera 1847.

² FRANKLIN, J.: Second expedition to the shores of the Polar Sea, S. 19. London 1828.

³ POWERS, ST.: Contributions to the north-american Ethnology 3, 140. Washington 1877.

⁴ PFEIL, Graf: Studien und Beobachtungen in der Südsee, S. 46. Braunschweig 1899. — KRIEGER, M.: Neuguinea, S. 218. Berlin 1899.

⁵ EHRENBERG, G. CHR.: Mikrogeologie, S. 144—145.

⁶ BUSCHAN, G.: Janus (Leyde) 34, 338 ff. (1930).

⁷ HUMBOLDT, A. V.: Ansichten der Natur I, 168. — STROESSE: 9. Jber. herzogl. Friedrichs-Gymnasium zu Dessau 1891.

⁸ WETZEL, W.: Steinbruch und Sandgrube 29, 178 (1930).

⁹ BUSCHAN, G.: Janus (Leyde) 34, 339—341 (1930).

sind bei der Ortschaft Diékuy Stollen in den Boden getrieben, in denen weicher Ton zwischen Sandablagerungen eingebettet ist. Dieser weiche Ton ist als Genußmittel weithin berühmt. Bis über 30 km wird er verhandelt, und zwar in Stücken, die etwa 15 cm lang, 10 cm breit und 4 cm dick sind. Vornehme Leute sollen täglich bis zu drei solcher Brötchen genießen. Bei einigen Stämmen, so den Bambaras und bei den Bobos zu Dedougou, dürfen nur Frauen, bei den Sara und Samandeni, das sind Unterstämme der Bobos, jedoch nur Männer solche Erde essen. Man glaubt überdies, der Genuß dieses Tones habe Einfluß auf die Fruchtbarkeit. In Kamerun setzt man gern Erde den Speisen als Gewürz zu; sie kommt dort, grau und fettähnlich, in Form gebrannter Scheiben oder in Gestalt feiner Körner auf den Markt.

In Peru und Bolivien nehmen die Indianer beim Kokakauen eßbare Erde in den Mund, die man Tonra nennt. Sie entspricht dem Kalk beim Betelkauen der Indonesier. In Arequipa (Peru) werden Brötchen feiner Erde zum Kauf angeboten. Diese Erde wird zusammen mit Kokablättern in Pillenform gekaut¹.

Erde als Leckerbissen gibt es auch in Neuguinea, wo flache Tonscheiben von FINSCH beschrieben werden; sie wurden von Männern an einem Tragband getragen und nach und nach verzehrt².

Die Tungusen und Kamtschadalen³ schlämmen Ton fein durch und essen ihn, zuweilen mit tierischem Mark vermischt. Ebenso gilt bei den Aïno im nördlichen Jesso und auf den Kurilen ein grauer Ton, dem man Reiskörner und aromatische Blätter zusetzt, als Leckerbissen. In Persien⁴ frönte man früher dem Erdesen derart, daß ein Schah sich veranlaßt sah, diese Unsitte mit Strafen zu belegen. In Hinterindien, belegt für Laos⁵, soll man mit großer Begierde Erde essen, und zwar einen Flußlehm, der in der Sonne getrocknet, dann wieder etwas angefeuchtet und mit Reisig bedeckt, verbrannt wird. Schließlich formt man ihn zu kleinen Plätzchen. Die Pawneeindianer⁶ in der nordamerikanischen Prärie rösteten Kugeln gelben Tones und aßen diese als Leckerbissen zum Fisch. Hochgeschätzt war der Genuß von Erden auch bei den Apachen und Navajos in Neumexiko und Neuarizona, sowie bei kalifornischen Stämmen und bei denen Mittelamerikas.

Solche Fälle der Geophagie sind schließlich auch für Europa belegt. In Italien aß man früher in Treviso eine fette Diatomeenerde wegen ihres Wohlgeschmackes; dasselbe wird für die Steiermark berichtet⁷. Im 17. Jahrhundert genossen Damen des spanischen Adels eine in Ertemoz gewonnene Erde, und zwar mit solcher Leidenschaft, daß Staat und Kirche dagegen mit Strafen vorgehen mußten⁸. Vielleicht hat aber hier auch ein im Volk weitverbreiteter Glaube mitgewirkt, wonach der Genuß von Erde eine interessante Blässe des Gesichtes und eine schlanke Taille verleihe. Diesen Grund gibt übrigens im 18. Jahrhundert der französische Jesuitenpater DU HALDE für das bei chinesischen Frauen geschätzte Essen von Erde an⁹. Noch im 19. Jahrhundert strichen am Kyffhäuser

¹ EHRENBERG, G. CHR.: Mikrogeologie, S. 307—308.

² FINSCH, O.: Samoa-Fahrten, S. 295, 347. Leipzig 1888. — D'ALBERTIS, L. M.: New Guinea, 2. Aufl., S. 393. London 1881.

³ STELLER, G. W.: Beschreibung von Kamtschatka, S. 73, 324. Frankfurt u. Leipzig 1774. — EHRENBERG, G. CHR.: a. a. O., S. 85—88.

⁴ BRUGSCH, H.: Im Lande der Sonne. Wanderungen durch Persien, S. 228. Berlin 1886. — BUSCHAN, G.: Janus (Leyde) 34, 341 (1930).

⁵ BUSCHAN, G.: Ebenda, S. 341. Vgl. für die Shan-Staaten: SCHERMAN, L.: Im Stromgebiet des Irrawaddy, S. 55. München (1922).

⁶ BUSCHAN, G.: Ebenda, S. 342.

⁷ GROSS: Geophagie. Med. Welt 1, Nr. 42 (1927).

⁸ MOREL-FATIO, A.: Comer Barro, S. 41. Berlin 1912.

⁹ HALDE, J. B. DU: Description géographique . . . de l'empire de la Chine. A la Haye 1736.

und in der Gegenwart im Lüneburgischen Arbeiter in Sandsteinbrüchen fetten Ton, „Steinbutter“ genannt, als Leckerbissen auf das Brot¹. Diese Steinbutter im Lüneburgischen hat einen „leicht öligen käsig-süßlichen Geschmack“ und besteht aus fettreichem Infusorionton².

Oft entspringt das Verlangen, Erde zu essen, Gelüsten, die als Folgen der Schwangerschaft aufzutreten pflegen. Malaiische Frauen nehmen während der Schwangerschaft gern Erde zu sich³. Für europäische Frauen ist innerhalb derselben Zeit das Gelüste nach Kreide bekannt. Auf Java gibt es eine Art Handwerk, das die Herstellung von Ampo — so nennt man dort die eßbare Erde — zur Aufgabe hat⁴. Über diese, auch Raucherde und Tanah Ambo genannte, eßbare Erde liegt ein eingehender Bericht des deutschen Arztes Dr. O. MOHNICKE aus dem Jahr 1844 vor: „Die beifolgende Erde befindet sich an mehreren Stellen des bis zu einer Höhe von 4000 Fuß aufsteigenden sehr höhlenreichen sekundären Kalkgebirges, welches in der Mitte von Java von N. nach S. und weiter unten nach SO. streichend, die Grenze zwischen dem Reiche Djocjokerto und der Provinz Baglew bildet. Dieser Gebirgsläufer hängt im Norden, recht eigentlich im Herzen der Insel, mit dem südlichsten der Gebirgszüge sekundärer Kalkformationen zusammen, welche die Insel in mehrfachen Zügen von Westen nach Osten durchstreichen, und die Basis der isolierten, bis zu einer Höhe von 11000 Fuß sich erhebenden Trachitvulkane miteinander verbinden. Am Fuße des erwähnten Bergzuges nun, ungefähr in einer Höhe von 400—600 Fuß über dem Niveau des Meeres, sowohl an der nach Djocjokerto als an der nach Baglew gelegenen Seite findet sich die genannte Erde an verschiedenen Stellen, von nicht sehr beträchtlicher Ausbreitung und in horizontaler Schichtung von sehr verschiedener Mächtigkeit dem sekundären Kalke aufgelagert, allein mit einer Schicht Humus bedeckt. Diese Erde, deren eine Fundgrube ich von Pourworedjo, dem Hauptplatz der Provinz Baglew, selbst besucht habe, ist in ihren Verhältnissen sehr fest, klebrig und knetbar. Unmittelbar nach dem Ausgraben wird die gewonnene Erde zwischen zwei kleinen Brettern zu dünnen Platten ausgedehnt, welche wiederum zwischen den Handflächen ineinandergerollt werden, bis sie die Form von Zimtröhr erreichen. Ein leichtes Rösten über Kohlenfeuer trocknet diese Röhrchen schnell aus und macht sie dem javanischen Gaumen mundrecht. Auf allen Bazars im ganzen Innern von Java sieht man Verkäufer dieser eßbaren Erde, welche nicht allein von schwangeren mit Pica behafteten Frauen, sondern von Personen jeden Alters und Geschlechts gern gegessen wird. Daß diesem Gebrauch eine medizinische Erfahrung oder ein Vorurteil dieser Art zugrunde läge, habe ich nicht erfahren können; mir scheint es, als ob das Ampo rein als Leckerei, javanisch Queque, genossen wird. In diesem Sinne waren auch Erklärungen, welche vornehme Javanesen mir über diesen Gebrauch gaben⁵.“ In Indonesien scheinen beim Erdeessen auch Vorstellungen lebendig zu sein, nach denen der Genuß bestimmter Erden dem Gesundheitszustand der Schwangeren und der Entwicklung des Kindes heilsam sei⁶. Fälle des Genusses von Erde durch

¹ LASCH, R.: Mitt. Anthropol. Ges. Wien 28, N. F. 18, 214 (1898).

² Erdeesser in Niedersachsen. Braunschweiger G.-N.-C.-Monatsschr. 1926, 322/23.

³ MAASS, A.: Durch Central-Sumatra, S. 2, 282. Berlin 1912. — BOUCHAL, L.: Noch einige Belegstellen für die Geophagie in Indonesien und Melanesien. Mitt. Anthropol. Ges. Wien 30, N. F. 20, 180/81 (1900). — BUSCHAN, G.: Janus (Leyde) 34, 343 (1930).

⁴ EHRENBERG, G. CHR.: Mikrogeologie, S. 178/79. Figürchen aus eßbarem Ton, Darstellung einer Braut in sitzender Stellung, belegt für Java: JUYNBOLL, H. H.: Java 1, 178. Leiden 1914 (Katalog des Ethnographischen Reichsmuseums 9).

⁵ Zitiert bei G. CHR. EHRENBERG: Mikrogeologie, S. 178.

⁶ BUSCHAN, G.: Janus (Leyde) 34, 343 (1930).

Schwangere sind auch für Indien und Persien¹, für die Andamanesen und in Afrika für Kamerun und für die Wakissu im Osten belegt². Das Essen von Erde soll schließlich auch die Wehen befördern. Kaukasische Juden geben einer Gebärenden, wenn sich die Geburt verzögert, Erde vom Grabe eines Menschen, der innerhalb der letzten 40 Tage starb. Die Erde wird in Wasser getan, das man der Frau zum Trinken gibt³. In Guatemala genossen Frauen als ein die Wehen förderndes Mittel große Stücke Lehm oder Mörtel⁴.

In Indonesien essen also Frauen im Zustand der Schwangerschaft aus Gesundheitsgründen Erde. Bei Krankheiten wird anderenorts geradezu der Genuß bestimmter Erden als Heilmittel verordnet. Ärzte der Antike, wie HIPPOKRATES, DIOSKURIDES, GALENUS gaben als Mittel gegen Frauenkrankheiten bestimmte Erden zu essen⁵. STRABO und PLINIUS rühmen Erde als Medikament gegen Darmleiden. In der Gegenwart wird weißer Ton, bonus alba, gegen Ruhr verordnet. Bei den Naturvölkern sind es in erster Linie Völker, die sich von Fischen nähren, so beispielsweise Küstentämme Neuguineas, die als Stopfmittel Erdsorten zu sich nehmen⁶. In diesem Zusammenhang sei auch die „Erdsahne“ der Tungusen in der Gegend von Ochotsk erwähnt⁷. Roh, aber auch über dem Feuer geröstet wird sie von Tungusen und Russen genossen, oft mit Renntiermilch vermischt. Sie stopft namentlich die durch Fischessen hervorgerufenen Durchfälle. In China müssen Opiumraucher, wohl um mit dem Genuß von Opium verbundene Darmkrankheiten zu heilen, Erde essen. Ja, in Abessinien soll eine bestimmte Erde gegen Syphilis und in Java gegen Beri-Beri helfen⁸. In Tibet fand A. TAFEL in der Nähe des Da-ho-ba-Flusses zwischen Kalkklippen eine Terra rossa, die als beste Arznei angepriesen wurde⁹.

Schließlich entspringt die Geophagie noch dem Zauberglauben, der bei Naturvölkern das Denken und damit auch das Tun weit mehr und vor allem auch lebendiger beherrscht als bei Kulturvölkern. TSCHUDI, der das Essen einer weißen leichten Tonerde bei Indianern und Europäern im Hochland Boliviens weit verbreitet fand, berichtet von einer Frau in Bolivien, die täglich, und zwar seit Jahren, eine aus Ton hergestellte Monstranz oder Heiligenfigur aß¹⁰. Nach SAHAGUN nahmen die alten Mexikaner im Tempel zu Tezcatlipoca beim Gottesdienst ehrfurchts- und andachtsvoll ein Stück Erde zu sich¹¹. Die Kampfersucher Malakkas dürfen bei ihren Fahrten in den Urwald nur Erde genießen. Andere Speise ist ihnen verboten¹². Fellachinnen essen Nilschlamm, um dessen Fruchtbarkeit auf sich zu übertragen¹³. In Bethlehem verschlucken christliche und mohammedanische Weiber Staub, den sie von einem bestimmten Kalksteinfelsen abschaben, um große Milchabsonderung zu erhalten. Nach altem Glauben soll aus der Brust der Jungfrau Maria etwas Milch auf den Felsen getropft sein, als die heilige Familie sich dort verbergen mußte. Dadurch

¹ GROSS: Med. Welt 1, Nr. 42 (1927). Über Geophagie in Indien HOOPER, D. and MANN, H. H.: Earth-eating and the earth-eating habit in India. Memoirs of the Asiatic Soc. of Bengal 1, Nr. 12, 249/70.

² PLOSS, H.: Das Weib in der Natur- und Völkerkunde 2, 472. Leipzig 1899.

³ HOVORKA, O. VON u. A. KRONFELD: Vergleichende Volksmedizin 2, 578—579. Stuttgart 1909.

⁴ Ebenda. ⁵ BUSCHAN, G.: Janus (Leyde) 34, 344 (1930).

⁶ MEIGEN, W.: „Eßbare Erde“ von Deutsch-Neu-Guinea. Briefe Mschr. dtsch. geol. Ges. 1905, Nr. 12, 558.

⁷ EHRENBERG, G. CHR.: a. a. O., S. 85—88.

⁸ GROSS: Med. Welt 1, Nr. 42 (1927).

⁹ TAFEL, A.: Meine Tibetreise. 2. Aufl. S. 199. Stuttgart 1923.

¹⁰ TSCHUDI, J. VON: Reisen durch Südamerika 5, 222—223. Leipzig 1869.

¹¹ KINGSBOROUGH, Lord: Antiquities of Mexico, S. 198. London 1831—48.

¹² BUSCHAN, G.: Janus (Leyde) 34, 345 (1930). ¹³ Ebenda.

erhielt der Fels milchfördernde Kraft¹. Auf Timor spielt das Essen von Erde bei der Eidesleistung, also bei einem durch Zauberglauben bedingten Gottesurteil, eine Rolle. Man muß bei Leistung eines Eides zuerst Reis ausstreuen und darauf unter Anrufung der Herrin der Erde etwas Erde essen².

Aus allen diesen Materialien ist ersichtlich, daß die Geophagie auf einer Reihe verschiedener Ursachen beruht. Hervorgehoben sei noch, daß das Erdeessen auch zu einer krankhaften Neigung auswachsen kann. In dieser pathologischen Form scheint sie bei den Kindern der Naturvölker häufig vorzukommen³. Ferner sei auf die bei den Negersklaven Westindiens, besonders auf Trinidad und in Surinam im 18. Jahrhundert beobachtete Krankheit verwiesen, die unter dem Namen „afrikanische Auszehrung“ bekannt geworden ist⁴. Sie begann mit seelischer Niedergeschlagenheit und Heimweh und führte über geradezu unnatürliche Eßlust in Gestalt des Verschlingens von Holz, Kalk und Lehm sowie über Wassersucht und ähnliche Erscheinungen vorwiegend zum Tode.

Von Bedeutung ist die Beantwortung der Frage, ob der Mensch auf Grund von Erfahrungen, so denen, daß bestimmten Erden ein Nährwert oder eine Heilkraft zukomme, zum Erdeessen gelangt ist. Untersuchungen solcher Erden haben ergeben, daß es sich meist um Diatomeenerde (Kieselgur) oder um Tonerde handelt. Eine bei Rathenow genommene Probe solcher einst gegessenen Erde ergab bei der chemischen Analyse 60 % Kieselsäure, 17 % Tonerde und geringe Mengen von Eisen, Kalk und Magnesia⁵. Eine eßbare Tonerde aus Neuguinea von ockergelber Farbe bestand aus Laterit und Kaolin. Die genauere Untersuchung stellte das Vorhandensein von Kalk und Magnesia in geringen Mengen und von Kieselsäure und Eisenoxyd von je 35 % fest⁶. Das Ergebnis einer von LOWITZ untersuchten Probe der Erdsahne der Tungusen aus der Gegend von Ochotsk teilt EHRENBURG⁷, der eine Reihe eßbarer Erden analysiert hat, mit. Sie enthielt 58 % Kieselerde, 25 % Tonerde, 7 % Kalk, 8 % verbrennliche Substanz und 2 % Wasser. Auf glühende Kohlen gestreut, gab sie einen brenzlichen Geruch, wobei weiße, sandartige Teile zu Boden fielen. In China genossene Erden kennzeichnete EHRENBURG als „gemischte oder reine tripelartige Süßwasser-Biolithe, d. h. solche Erd- oder Steinarten, deren Elemente aus Überresten des mikroskopischen Lebens vorherrschend bestehen“⁸. Die von ALEXANDER VON HUMBOLDT nach Paris gebrachte Probe der Poja der Otomaken erwies sich als ein Gemisch von Kiesel- und Tonerde sowie von etwa 3—4 % Kalk und mit einem geringen Zusatz von Eisenoxyd⁹. Die chemische Untersuchung einiger Erden hat auch einen verhältnismäßig großen Anteil von Salzen ergeben, so an solchen des Natriums, Kaliums, Kalziums, Eisens und zwar u. a. auch von Phosphaten. Gerade diese Stoffe können eine willkommene Ergänzung der Stoffzufuhr des Körpers bilden. In diesem Zusammenhang gewinnt das Erdeessen schwangerer Frauen und der Kinder die Möglichkeit einer gewissen Erfahrungsgrundlage. Eine auf Borneo von den Dajakstämmen am Kuteiflusse genossene Erde wird als eine Art Kohlen-

¹ GROSS: Med. Welt 1, Nr. 42 (1927).

² RIEDEL, J. G. F.: Die Landschaft Dawan oder West-Timor. Dtsch. Geogr. Bl. 10, 280.

³ ZELIZKO, I. v.: Geophagie. Mitt. Anthrop. Ges. Wien. 30, N.F. 20, Sitzgsber. S. 205 (1900), gibt auf Grund der Beobachtungen des böhmischen Naturaliensammlers Vraz aus dem Jahr 1892 für das Orinokogebiet an, daß dort Kinder mit größter Leidenschaft Erde aßen. Um es zu verhindern, waren den Kindern Maulkörbe angelegt und die Hände gebunden. (?)

⁴ FERMIN, PH.: Reise durch Surinam 1, 154. Potsdam 1852. — LEDRU, P. A.: Reise nach den Inseln Teneriffe, Trinidad, St. Thomas S. 153. Weimar 1812.

⁵ DAHMS: Über Bergmehl und Diatomeen führende Schichten in Westpreußen. Naturwiss. Wschr. 12, 385 (1897).

⁶ MEIGEN, W.: Briefe Mschr. dtsch. geol. Ges. 1905, Nr. 12, 560.

⁷ EHRENBURG, G. CHR.: Mikrogeologie, S. 85—88.

⁸ Ebenda, S. 144—145. ⁹ Ebenda, S. 343—345.

schiefer gekennzeichnet. Eine Probe, die man untersuchte — sie stammte aus der Gegend von Bandjermasin — enthielt 15% Steinkohlenharz. Sonst bestand sie aus stark schwefelkieshaltigem Ton. Der Genuß dieser Erde soll gesundheits-schädlich gewirkt haben, was angesichts der Zusammensetzung wohl nicht verwunderlich ist¹. Auf Grund dieser Unterlagen kann man wohl sagen, daß die meisten der gegessenen Erden einen eigentlichen Nährwert nicht besitzen. Daher wird wohl die Tatsache, daß der Magen durch die Erde in Anspruch genommen wird, als wichtig dafür anzusehen sein, daß man einige dieser Erden aß. Dazu kommt, daß einige in der Tat wohlschmeckend sind, weshalb man sie als Leckerei gern zu sich nimmt, daß andere wegen ihres Salzgehaltes, möglicherweise auch als Ersatz mangelnden Salzes oder als Folge geringen Mineralsalzgehaltes der Nahrung genossen werden und daß sie als sog. Bergmehl das Brotmehl zu strecken vermögen und es möglicherweise auch backfähiger machen. Ferner ist zu beachten, daß — worauf schon ALEXANDER VON HUMBOLDT hinwies — sich das Erdeessen gelegentlich zu einer Krankheit auswächst. Vor allem aber kann einem Teil dieser Erden ein heilsamer Einfluß bei Darmkatarrhen nicht abgesprochen werden. In neuester Zeit setzt in Europa eine Bewegung ein, die die Verwendung von „Heilerden“ stärker propagiert. Die Bedeutung und Wirkung solcher therapeutischen Erden ist daraufhin neuerdings untersucht worden². Dabei handelt es sich nicht nur um das Einnehmen heilkräftiger Erde, wodurch vielleicht auf Grund kolloid-chemischer Vorgänge schädliche Stoffe aus Magen und Darm beseitigt werden, sondern auch um Packungen mit Lößerden, wie sie z. B. als Limanschlamm aus der Krim, als Fango von Bataglia aus Oberitalien, aber auch aus Lappland und Japan bekannt sind. Derartig angewandt, scheinen mit solchen Erden Heilerfolge erzielt zu werden.

Schließlich sei erwähnt, daß man die in Westafrika bekannte Wurmkrankheit auf die Geophagie, die gerade dort sehr in Blüte ist, hat zurückführen wollen, und zwar mit dem Hinweis darauf, daß solche Wurmkrankge gern und viel Erde essen. Nach den Feststellungen von KÜLZ³ kann das nicht stimmen. In Westafrika glüht man die Erde vor dem Genuß zumeist aus, wodurch Larven und Würmer zweifellos abgetötet werden. Wohl aber ist es möglich, daß man den Wurmkranken Erde als Heilmittel verordnet. Denn mit der Wurmkrankheit ist Erkrankung des Darms verbunden, die durch Verwendung von Erde bekämpft wird. Vielleicht wirkt diese Erde infolge eines Eisengehaltes auch gegen die durch Wurmkrankheit hervorgerufene Blutarmut.

Der Boden in der Technik.

Angesichts der Tatsache, daß von den Bestandteilen, die die Erdoberfläche ausmachen, Lehm und Ton für eine technische Ausnutzung durch den Menschengeist gut geeignet sind und daß man schon in Frühzeiten der menschlichen Kultur die Beobachtung der Plastizität von Lehm und Ton und darüber hinaus die Erfahrung am Herdfeuer sammeln konnte, daß nasser Lehm oder Ton im Feuer hart brennen und daß mit nassem Lehm oder Ton verstrichene, gedichtete Geflechgefäße hart brannten, liegt die Annahme nahe, daß die Ausnutzung von Lehm und Ton, darunter auch das Brennen beider, Allgemeingut der Menschheit sei. Dies ist aber, wie ein Blick auf den völkerkundlichen Befund zeigt, keineswegs der Fall. Der Australier kennt, abgesehen von der Gewinnung einiger Erdfarben,

¹ Z. Ethnol. 3, 273 (1871).

² WETZEL, W.: Steinbruch und Sandgrube 29, 177—170 (1930); dort auch weitere Literatur zu dieser Frage.

³ KÜLZ, L. u. ZELLE: Bl. biol. Med. 1926, Nr. 7.

die Verarbeitung von Lehm und Ton nicht, trotzdem beide Stoffe dem australischen Eingeborenen in weiten Bereichen, namentlich im Osten, zur Verfügung

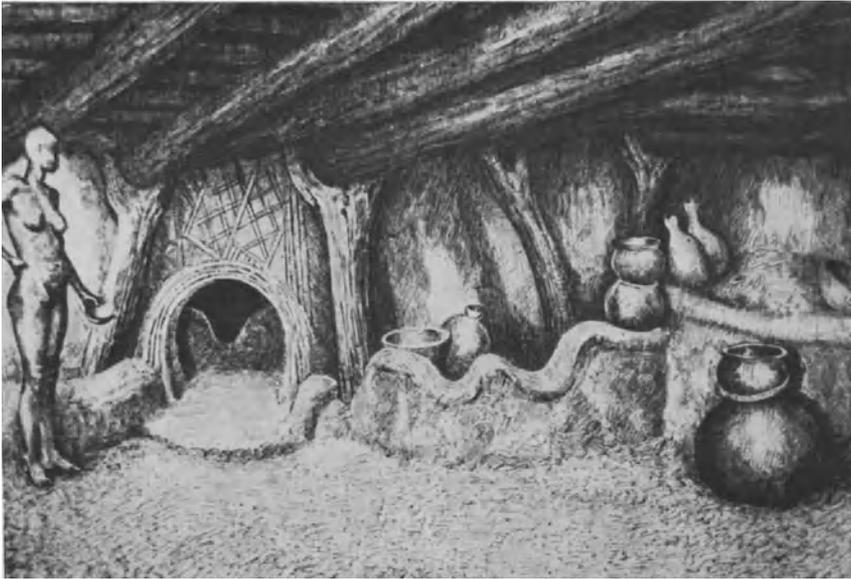


Abb. 7. Balkenkonstruktion im Innern einer Lehmburg, Gurunsi, Nordaschantis, Westafrika. (Aus L. FROBENIUS: Das unbekannte Afrika. München 1923.)

stehen. Sie tritt auch in Melanesien, Polynesien und Mikronesien stark zurück. Nur an einigen Stellen der melanesischen Inselwelt ist die technische Bearbeitung



Abb. 8. Lehmbauten der Musgu, Nordkamerun. (Aus BUSCHAN: Sitten der Völker III.)

von Lehm und Ton bedeutungsvoll für den Kulturbesitz geworden. Sie spielt aber in Afrika, abgesehen vom äquatorialen Urwaldgebiet, und bei den Indianern Amerikas eine Rolle. Bedeutungslos ist die Ausnutzung von Lehm und Ton

durch die menschliche Technik in den arktischen Gebieten, so bei den Eskimos von der grönländischen Südostküste westwärts bis zur Beringsstraße, bis zu den auf asiatischem Boden am Kap Tschukotskoi sitzenden Eskimos und ebenso bei allen sibirischen Stämmen, in deren Lebensräumen die größte Zeit des Jahres der Boden gefroren oder mit Schnee und Eis bedeckt ist.

Lehm wird, vermischt mit Gras, zerschnittenem Stroh, Kuhdünger oder anderem Material, in Afrika zum Dichten geflochtener Wände und zum Aufbau der Wand überhaupt benutzt (Abb. 10 u. 11). Im westlichen Sudan werden

z. B. ganze Häuser, versteift durch ein Gerüst aus Holz, mit Hilfe von Lehm aufgebaut (Abb. 7). Kennzeichnend für weite Teile des Sudans, und zwar von Osten bis zum Westen, und vom Sudan aus unter Vermeidung des äquatorialen Urwaldgebietes im Osten südwärts ist das zylindrische Kegeldachhaus¹. Es besteht aus einer runden Wand aus Lehm oder aus lehmverstrichenem Flechtwerk und wird bedeckt mit einem kegelförmigen Stangengerüst, das, vollkommen fertig, auf die runde Lehmwand gestellt und dann mit Gras überdeckt wird. Um die den Einflüssen starker Regen ausgesetzte Lehmwand zu schützen, wird in niederschlagsreichen Gebieten, so z. B. im Süden des Schariflußbettes oder bei den



Abb. 9. Lehmbauten mit Flachdächern im Nigergebiet, Westafrika.
(Aus L. FROBENIUS: Das unbekannte Afrika. München 1923.)

Wangoni im südlichen Deutschostafrika, das Kegeldach fast bis zum Erdboden herabgezogen. In Nordtogo werden in der Landschaft Tamberma große Festungsbauten aus Lehm errichtet. Aus Lehm aufgebaute Zylinder werden zu einer dichten, geschlossenen Anlage aneinandergesetzt, wobei die Plattformen einzelner dieser großen, mehr als manneshohen Lehmzylinder mit einem aus Blättern aufgebauten Kegeldach überdeckt sind². Kunstvolle Lehmbauten errichten auch die Musgu im nördlichen Kamerun (Abb. 8). Im Nigergebiet treten stattliche Lehmhäuser in Rechteckform und mit flachem Dach auf (Abb. 9). Die großen Handelsplätze dieses Gebietes — genannt sei nur Timbuktu — sind klassische

¹ SCHACHTZABEL, A.: Die Siedlungsverhältnisse der Bantuneger. Internat. Arch. Ethnographie, Suppl.-Bd. 20. Leiden 1912.

² FROBENIUS, LEO: Unter den unsträflichen Äthiopen, S. 297ff, 320. Berlin 1913.

Beispiele dieser Flachdachlehmbauten, die in ihrer Architektur unverkennbar an mittelmeerisch-orientalische Vorbilder erinnern¹.

Lehmhäuser gibt es auch in Anatolien sowie in Persien und in den zentralen und nordwestlichen Provinzen Indiens. Der Lehm spielt ferner im Hausbau der Indianer Mittelamerikas und des südlichen Nordamerika, namentlich bei den Puebloindianern², eine besondere Rolle. In diesen durch Trockenheit und Hitze ausgezeichneten Bereichen gelangte man sogar zur Erfindung luftgetrockneter Ziegel, während man bei Naturvölkern den Weg zu gebrannten Ziegeln, trotz des ihnen bekannten Brennverfahrens bei der Töpferei, nicht gefunden hat. Diese aus Luft getrockneten Ziegel sind im Anschluß an die spanische Bezeichnung unter dem Namen Adobes bekannt. Dieses Wort ist abzuleiten vom ägyptischen Tob, das auch im Arabischen belegt ist. Die alten Ägypter und die Völker Vorderasiens kannten nämlich ebenfalls die an der Luft getrockneten Lehmziegel. Als



Abb. 10. Rechteckhütten mit Lehmewurf, Keaka-Land, Westkamerun. (Aus WEULE: Leitfaden der Völkerkunde Leipzig 1912.)

Adobe wurde das Wort aus dem Arabischen in das Spanische übernommen und dann auf die an der Luft getrockneten Ziegel der Indianer übertragen³.

Alle Lehmbauten bedürfen ständiger Reparatur, eine Arbeit, die bei den Naturvölkern vorwiegend in den Händen der Frau liegt. Sie überstreicht ab und zu den Boden des Hauses mit Lehm und auch die Wände innen und außen mit Lehm und an manchen Orten auch mit weißer Erdfarbe.

Solche Lehmbauten sind nicht nur abhängig von den Bodenverhältnissen, sondern auch von denen des Klimas. Man findet sie daher im afrikanischen Kontinent besonders im Sudan, in Asien im Südwesten, in der Neuen Welt in erster Linie in Mittelamerika und im Süden Nordamerikas. Abhängig ist schließlich dieser feste, aus Lehm errichtete Hausbau von der Wirtschaftsweise. Und zwar erfordert er Seßhaftigkeit, die mit dem Anbau von Pflanzen verbunden zu

¹ FROBENIUS, LEO: Und Afrika sprach, 3 Bde. Berlin 1912—1914. — Das unbekannte Afrika. München 1923.

² EICKHOFF, H.: Die Kultur der Pueblos in Arizona und New Mexiko. Stuttgart 1908.

³ HODGE, F. W.: Handbook of american indians north of Mexico 1, 14—15. Washington 1907.

sein pflegt. Um die Lehmwand oder den Lehmanstrich gebundener und widerstandsfähiger zu machen, vermischt man allenthalben, wo man Lehmhäuser baut, den Baustoff mit pflanzlichen Bestandteilen, wie zerschnittenem Gras oder Stroh. Dasselbe Ziel erreichen afrikanische Völker durch Beimengen von Kuhdünger.

Lehm und Ton spielen überdies in der Plastik einiger Negerstämme Afrikas eine Rolle. Die Betschuanen Südafrikas verstehen aus Lehm halbkugelige und auch urnenförmige Tonbehälter, die mehrere Meter hoch sind, aufzubauen. Sie bewahren darin den Ertrag ihres Hackbaues, Hirsekörner, auf und schützen ihn auf diese Weise vor Vernichtung durch Nässe und Ungeziefer¹. Westafrikanische Fetische werden nicht allein aus Holz, sondern gelegentlich auch aus Lehm und Ton aufgebaut². Vor allem pflegen die Kinder bei Naturvölkern mit aus nassem Lehm oder Ton geformten Menschen- und Tierfiguren zu spielen. Selbst hierbei zeigt sich der tiefgehende Einfluß der Wirtschaftsformen. So spielen die Kinder afrikanischer Viehzüchter gern mit aus Lehm modellierten Rinderfigürchen³ (Abb. 12).

Die wichtigste Ausnutzung von Lehm und Ton liegt aber bei Naturvölkern in der Töpferei. So nahe auch die Erfindung liegen mag, nassen Lehm und Ton durch



Abb. 11. Inneres eines Lehmhauses in Bida, Nupereich, Westafrika.
(Aus L. FROBENIUS: Das unbekannte Afrika. München 1923.)

Brand zu härten, weil Zufälle am Herdfeuer oft auf diese Möglichkeit hingewiesen haben werden, so ist sie doch keineswegs universell gemacht worden. Dies ist um so merkwürdiger, als gerade Lehm und Ton an vielen Stellen der Erde anstehen. Die Töpferei⁴ kommt in Afrika mit Ausnahme weniger Gebiete vom

¹ SCHULTZE, LEONHARD: Aus Namaland und Kalahari, Tafel 21. Jena 1907.

² LEVY-ERRELL, L.: Der Jewe-Geheimbund. Atlantis 1930, 310—312; dort auch gutes Bildmaterial.

³ FRANCKE, ERICH: Die geistige Entwicklung der Negerkinder. Leipzig 1915. — SMITH u. DALE: The Ila-speaking peoples 2, 243. London 1920.

⁴ Über die Verbreitung und die Techniken der Töpferei der Naturvölker gibt es für einige Gebiete zusammenfassende Untersuchungen: WISSLER, CLARK: The american indian,

Norden bis zum Süden vor, fehlt in Asien in erster Linie den arktischen Völkern, denen die Umweltsverhältnisse die Töpferei unmöglich machen, sowie einigen Inlandsstämmen Südasiens und des Malaischen Archipels. Im Stillen Ozean kommt sie sporadisch in Melanesien vor, so besonders an Stellen Neuguineas, auf Fidschi und in zwei Dörfern auf den Neuen Hebriden. In ganz Australien, Polynesien und Mikronesien ist jedoch die Töpferei vor Ankunft der Europäer unbekannt gewesen. In Amerika fehlt sie den Eskimos und den Indianern des kanadischen Nordens, wurde aber von den Huronen im Seengebiet geübt, sie blieb den Indianern in der Prärie unbekannt, erreichte jedoch bei den Puebloindianern eine hohe Blüte. Von da reicht die Verbreitung der Töpferei südwärts durch ganz Mittelamerika nach Südamerika, wo sie bei den Hochkulturen der Kordilleren eine Steigerung zu formen- und ausdrucksreicher Kunst erfuhr¹.

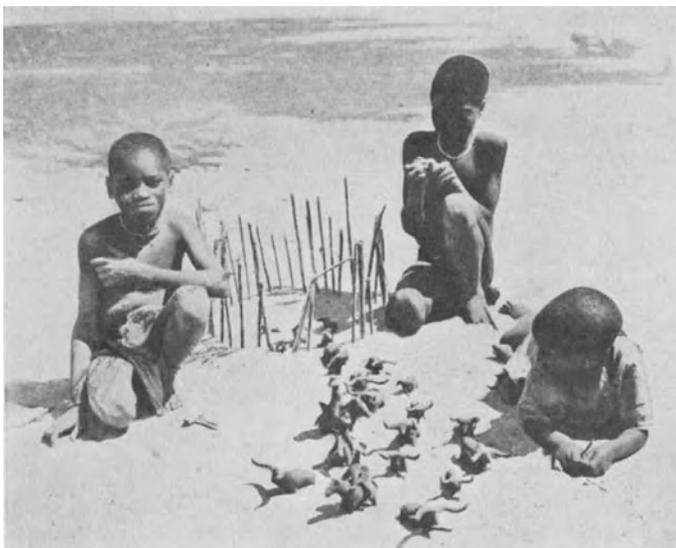


Abb. 12. Kinder beim Spielen mit Rinderfigürchen aus Lehm, Baila, Nordrhodesien. (Aus SMITH und DALE: *The Ila-speaking peoples II*, London 1920.)

Von Peru, Ecuador, Bolivien und Columbien aus geht sie hinüber bis in den großen Bereich des brasilianischen Urwaldgebietes und des Gran Chaco.

Notwendig ist der Hinweis, daß die Töpferei angesichts der Tatsache, daß geeigneter Lehm oder Ton nicht an jeder Stelle zu finden ist, sich gewöhnlich als Ortsgewerbe entwickelt hat, dessen Produkte weit hin verhandelt werden, und daß bei Naturvölkern die Töpferei eine Arbeit

ist, die vorwiegend von der Frau, nur selten vom Manne ausgeübt zu werden pflegt. Mit einem gewissen Recht hat man daraus geschlossen, daß die Frau die Grundlagen der Töpferei erfand², und zwar im Rahmen ihrer Tätigkeit als Hüterin des Feuers.

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Technik des Töpfern der Naturvölker³. Zunächst werden Lehm oder Ton erweicht, geschlämmt und

2. Aufl., S. 66—75. New York 1922. — HOLMES, WILLIAM H.: *Aboriginal pottery of the Eastern United States*, Twentieth Annual report; Bureau of American Ethnology. Washington 1903. — HODGE, F. W.: *Handbook of american indians north of Mexico* 2, 295—299. Washington 1910. — DANNENBERG, K.: *Die Töpferei der Naturvölker Südamerikas*. Arch. Anthropol., N. F. 20, 157—184 (1926). — SCHURIG, MARGARETE: *Die Südseetöpferei*. Leipzig 1930.

¹ JOYCE, TH. A.: *South American Archaeology*. London 1912. — LEHMANN, W. u. H. DÖRING: *Kunstgeschichte im alten Peru*. Berlin 1924. — SCHMIDT, MAX: *Kunst und Kultur von Peru*. Berlin 1929.

² PLISCHKE, H.: *Die Promiskuitätslehre als völkerkundliches Problem*. Japan.-dtische Z. Wiss. u. Techn. 2, 463—476 (1925).

³ Außer den schon genannten Zusammenfassungen über einzelne Erd- und Kulturgebiete die allgemeinen Ausführungen bei J. LIPPERT: *Kulturgeschichte der Menschheit* 1, 329—338. Stuttgart 1886. — A. HEILBORN: *Allgemeine Völkerkunde* 2, 45—51. Leipzig

durchgeknetet. Dann mischt man den Stoff mit Zuschlägen ähnlicher Art, je nachdem ob er zu mager oder zu fett ist, um ihm die zum Aufbau eines Gefäßes nötige Konsistenz zu geben. Um dem Ton einen festeren Zusammenhalt zu verleihen, fügt man oft Asche oder Sand hinzu. Die Herstellung eines Gefäßes kann bei Naturvölkern nach vier verschiedenen Methoden erfolgen, die wohl zugleich die für diesen Zweck vorhandenen Möglichkeiten erfassen: 1. Man stellt zunächst einen runden Tonfladen her, der als Boden des Gefäßes dient. Auf ihn baut man einzelne Tonlappen auf. Die Lücken zwischen den einzelnen Lappen werden durch Verstreichen gedichtet, das Gefäß selbst wird durch Drehen in der Hand in eine gleichmäßige Form gebracht. 2. Man treibt aus einem Ton- oder Lehmklumpen mit Hilfe beider Hände das Gefäß empor, und zwar indem man die beiden Daumen mitten in den Lehmklöß drückt und die anderen



Abb. 13. Töpferei aus dem vollen Lehmklöß, Südostküste von Neuguinea. (Aus MALINOWSKI: Argonauts of the Western Pacific. London 1922.)

Finger gegen die Außenseite des Klumpens hält und diesen dreht (Abb. 13). Häufig werden auch an Stelle der Finger Holz- oder Kürbisschalenstückchen verwendet. Man erreicht auch das Formen des Topfes aus einem Tonklumpen mit Hilfe eines runden Steines und eines pritschenähnlichen Holzes. Nachdem mit Hilfe der Hände der Tonklumpen ausgehöhlt ist, wird durch Schlagen mit dem Holzschlägel auf die Außenseite des Tonklumpens die Topfwand hochgetrieben. Der Stein wird dabei mit der anderen Hand gegen die betreffende Stelle der Innenseite des Tonklumpens gehalten, die man von außen schlägt. Diese Treibtechnik wird besonders auf Neuguinea¹ geübt. 3. Man dreht den Ton zu Wülsten, die man in spiralförmiger Anordnung von der Mitte des



Abb. 14. Töpferei in Spiralwulsttechnik, Südostküste von Neuguinea. (Nach einer Aufnahme von F. HURLEY.)

1915. — K. WEULE: Chemische Technologie der Naturvölker, S. 72—73. Stuttgart 1922. — W. SCHMIDT u. W. KOPPERS: Gesellschaft und Wirtschaft der Völker, S. 654—57. Regensburg 1924.

¹ FINSCH, O.: Papua-Töpferei. Globus 84, 329ff (1903). — BAESSLER, A.: Neue Südseebilder, S. 317. Berlin 1900. — NEUHAUSS, R.: Deutsch-Neu-Guinea 1, 322—323. Berlin 1911.

Bodens aus zum Gefäß aufbaut (Abb. 14). Dieses so gewonnene Gefäß dreht man mit der einen Hand, während die andere einen Holzsplitter oder ein Stück einer Kürbisschale gegen die innere und dann gegen die äußere Wand drückt, die beide dadurch geglättet werden. Dasselbe erreicht man durch Streichen mit einem Holzschlägel (Abb. 15). 4. Man stellt dicke Ringe aus Lehm oder Ton her, die man der Größe nach übereinanderlagert. Nach oben zu verjüngen sich diese Ringe, bis dann der kleinste den Boden des Topfes abgibt. Dieses so aufgebaute Gefäß wird dann mit der einen Hand gedreht, während die andere Hand die Innen- und Außenwand glättet (Abb. 16).

Bei Naturvölkern werden die Gefäße im offenen Holzfeuer gebrannt. Eisenhaltige Tone erhalten in der Brennhitze eine rote Farbe, indem der Eisengehalt in Eisenoxyd übergeht. Nach dem Brand werden die Gefäße stellenweise mit Erd-



Abb. 15. Glätten des Topfes mit Hilfe eines Holzschlägels, Lousiade-Archipel, Südostspitze von Neuguinea. (Aus MALINOWSKI: Argonauts of the Western Pacific. London 1922.)

farbe bemalt. Die Glasur, d. h. eine besondere Dichtung des Tongefäßes, ist eine Erfindung der Hochkultur. Nur auf den Fidschiinseln verstand man glasierte Tongefäße herzustellen, und zwar mit Hilfe von Pflanzenharzen. Eine besondere Kaste befaßte sich mit dieser Kunst. Jedoch handelt es sich nicht um eine richtige Glasur, sondern um ein Bestreichen des noch heißen Gefäßes mit dem Harz der Kaurifichte. Dieses Verfahren kannte man außer auf Fidschi auch auf Neukaledonien¹. Sonst bleibt bei Naturvölkern das Dichten des Tongefäßes dem Gebrauch überlassen. Speisereste setzen sich in die feinen Poren und beseitigen auf diese Weise die Durchlässigkeit. Gelegentlich ist aber bei Naturvölkern sogar dieser Vorgang beobachtet worden

und dann zu einem besonderen Dichtungsverfahren ausgestaltet. So gießt man in Laukanu auf Neuguinea in den vom Brennen noch rotglühenden Topf Wasser, dem ein wenig Sago beigegeben ist. Dieser dünne Sagokleister wird im Topf hin und her geschwenkt, so daß er das ganze Innere berührt und alle Poren verstopft². Die Naturvölker stellen mit Hilfe des Brennens von Ton nicht nur Töpfe, sondern, worauf ausdrücklich hingewiesen sei, auch Tabakspfeifen, Spinnwirtel, Perlen, Gußformen, Stempel zur Bemusterung mit Erdfarben, Ohrpflocke und andere Dinge mehr her.

Die Töpferscheibe fehlt den Naturvölkern. Sie besitzen nur Ansätze dazu. Denn zumeist dreht man den Topf beim Formen in der freien Hand, zuweilen aber setzt man ihn auf eine Tonscheibe oder Kürbisschale, die man dann dreht. Diese Methode befolgen z. B. die Wolof in Afrika, Indianerstämme Brasiliens und einzelne Stämme Melanesiens, während die Maja in Yucatan für diesen Zweck

¹ CUMMING, C. F. G.: Fijian pottery. Art journal, S. 362ff. London 1881. — GLAUMONT, M.: De l'art du potier de terre chez les Néo-Calédoniens. L'Anthrop. 6, 40 (1895).

² NEUHAUSS, R.: Deutsch-Neu-Guinea 1, 322. Berlin 1911.

schon eine Platte benutzten. Die Töpferscheibe selbst ist erst seit der Mitte des vierten vorchristlichen Jahrtausends im Orient nachweisbar, und zwar am frühesten für Ägypten, seit dem dritten Jahrtausend für Troja, seit dem zweiten Jahrtausend für Griechenland und seit dem ersten Jahrtausend v. Chr. für Italien¹.

Die Erfindung der Töpferei, die wohl den Erfahrungen der Frau als Hüterin des Feuers zu verdanken ist, stellt eine Kulturerrungenschaft dar, die weitgehenden Einfluß auf das Leben des Menschen und seine kulturgeschichtliche Entwicklung hatte. Mit Hilfe des feuerfesten Tontopfes wurde das Kochen von Speisen erleichtert, deren Verdaulichkeit erhöht und obendrein eine größere Mannigfaltigkeit der Zubereitung der Kost ermöglicht. Die Feuer- oder Herdstelle gewann an Bedeutung, die um so größer wurde, als die Erfindung der Töpferei im engsten Zusammenhang mit dem Selbstwerden des Menschen steht, das durch Anbau von Pflanzen die Entwicklungsmöglichkeiten zu festem Hausbau, zu dörflicher Siedlung auf Grund größerer Bevölkerungsdichte und zu differenziertem Kulturbesitz in sich trug.

Außer diesen Töpfereimethoden gibt es bei den Naturvölkern noch das Verfahren, geflochtene Gefäße zu dichten sowie Flaschenkürbisse oder Kokosnüsse durch einen Lehmüberzug feuerfest zu machen². Man verwendet dazu Harz, oft aber auch, wie es KARL V. D. STEINEN für die Indianerstämme am Xingu Brasiliens belegte³, nassen Lehm. Möglicherweise liegt in solchen mit nassem Lehm gedichteten Korbgeflechten, Kürbissen oder Kokosnüssen, die man über das Feuer zu stellen vermochte, eine Erfahrung, die zur Töpferei führte. Diese Theorie wurde bereits im 18. Jahrhundert von dem französischen Kulturhistoriker GOGUET aufgestellt⁴. Sie wird durch völkerkundliche Befunde gestützt. Ein Verfahren, das gerade hierfür lehrreich ist, schildert GLAUMONT für die nördlichen Teile der Insel Neukaledonien. Dort wird gut durchgekneteter, weicher Ton um eine Kokosnuß oder einen Kürbis gelegt. Man läßt dabei oben eine kleine Öffnung. Nach dem Trocknen wird das Ganze gebrannt, wobei das Modell vernichtet wird und ein Gefäß aus gebranntem Ton entsteht⁵.



Abb. 16. Töpferei mit Hilfe von übereinandergelegten Lehmringen, Baila, Nordrhodesien. (Aus SMITH and DALE: *The Ila-speaking peoples I*. London 1920.)

¹ SCHMIDT, W. u. W. KOPPERS: *Gesellschaft und Wirtschaft der Völker*, S. 654—657. Regensburg 1924.

² Über solche Ersatztöpfereien in Ozeanien vergleiche Material bei M. SCHURIG: *Südeetöpferei*, S. 97—100. Leipzig 1930.

³ STEINEN, K. v. d.: *Unter den Naturvölkern Zentral-Brasiliens*. S. 208 (2. Aufl.). Berlin 1897.

⁴ GOGUET, A. I.: *De l'origine des lois, des arts et sciences et de leurs progrès chez les anciens peuples*. Paris 1758.

⁵ GLAUMONT, M.: *De l'art du potier de terre chez les Néo-Calédoniens*. *L'Anthrop.* 6, 42—44 (1895). — In diesem Zusammenhang sei auch auf ein noch einfacheres Verfahren verwiesen,

Die vom Menschen aus Knochen, Stein, Holz und pflanzlichen Stoffen hergestellten Waffen und Werkzeuge, überhaupt kulturelle Besitztümer werden mit Farben bemalt oder gemustert. Die Naturvölker besitzen Erd- und Pflanzenfarben. Farben pflanzlichen Ursprungs, wie etwa solche aus den Rinden gewisser Bäume oder dem Saft bestimmter Pflanzen oder Früchte, stehen nur in wenigen Gebieten, bei den Stämmen Sibiriens und den Bewohnern der polynesischen Inselwelt, im Vordergrund. Die Naturvölker sind sonst zumeist auf Erdfarben angewiesen, was schon die Unterbreitung der Materialien zur Körperbemalung zeigte. Hervorgehoben sei die rote Erdfarbe, womit Waffen und Geräte der Australier überzogen zu sein pflegen. Rote Erdfarbe spielt auch bei den Andamanesen eine große Rolle. Der Kulturbesitz des Melanesiers zeichnet sich durch Bemalung und Ornamente in weißer und roter Farbe aus. Dabei ist Rot eine Erdfarbe, Weiß ein Produkt aus verbrannten Korallenstücken. Besonders in die Augen fallend ist die weiße und die rote Erdfarbe in der Kunst Neu-Mecklenburgs¹. Bei den Masai Ostafrikas gibt es Schilde aus Leder, die mit weißer, schwarzer und roter Erdfarbe bemalt sind. Die in diesen Farben ausgeführten Muster, Striche, Zacken, Kreisausschnitte und Bogen, lassen zugleich Zugehörigkeit zu bestimmter Altersklasse und einzelnen Heeresabteilungen, ferner aber Auszeichnung durch Tapferkeit, seltener Geschlechterzeichen erkennen². Erzeugnisse der Töpferkunst werden besonders gern mit Graphit schwarz gefärbt. Die Töpferei im ostafrikanischen Zwischenseengebiet hat diese Graphitfärbung zu besonderer Entfaltung gebracht.

Ferner ist bei Naturvölkern das Verfahren weit verbreitet, Gegenstände, namentlich solche aus Holz, schwarz zu färben, indem man sie in moorartige Erde steckt oder versenkt. So berichtet RIBBE für Neu-Lauenburg von einer derartig erzeugten, silberschwarzen Farbe³. SCHWEINFURTH beobachtete bei den Bongo im oberen Nilgebiet, daß sie Faserstoffe durch Lagern im Humus von Sumpferde schwärzten⁴. Bei den Mangbettu im Uellegebiet sah er, wie man hölzernes Schnitzwerk, so besonders Schemel, in den schwarzen Humusboden der Bäche eingrub, wodurch nach einer längeren Zeit solcher Einbettung das hölzerne Schnitzwerk einen schönen satten schwarzen Farbton erhielt⁵.

Erdfarben finden auch in der Kunst der Naturvölker Verwendung. Die berühmten Felszeichnungen der Buschmänner Südwestafrikas, die in bestaunenswerter Treue Bilder von Jagdtieren, aber auch szenische Darstellungen aus dem Leben dieses Jäger- und Sammlervolkes wiedergeben⁶ (Abb. 17), sind ebenso wie die

das für Eskimogruppen Alaskas belegt ist. Man überzieht eine topfförmige Holzform mit Lehm, in den Tran und Schneehuhndaunen eingeknetet sind. Das so gewonnene Gefäß wird vor allem durch die Daunen zusammengehalten. Nachdem man Innen- und Außenseite mit Tran reichlich eingerieben hat, läßt man es über einem schwachen Feuer langsam trocknen. RASMUSSEN, KNUD: RASMUSSENS Thulefahrt. Zwei Jahre im Schlitten durch unerforschtes Eskimoland, S. 477—78. Frankfurt a. M. 1926.

¹ KRAEMER-BANNO, E.: Bei kunstsinnigen Kannibalen der Südsee. Berlin 1916. — STEPHAN, E.: Südseekunst. Berlin 1907.

² MERKER, M.: Die Masai, S. 78ff. Berlin 1910.

³ RIBBE, C.: Ein Sammelaufenthalt auf Neu-Lauenburg. Dresden 1910—12.

⁴ SCHWEINFURTH, G.: Im Herzen von Afrika, 4. Aufl., S. 153. Leipzig 1922.

⁵ Ebenda, S. 350.

⁶ BLEEK, P. u. H. TONGUE: Bushman paintings. Oxford 1909. — MOSZEIK, O.: Die Malereien der Buschmänner in Südafrika. Berlin 1910. — FROBENIUS, LEO: Erythraea. Länder und Zeiten des heiligen Königsmordes. Berlin 1930. — OBERMAIER, H. u. H. KÜHN: Buschmannkunst. Felsmalereien aus Südwestafrika. Florenz 1930. — STOW, G. W. and D. F. BLEEK: Rock-paintings in South Africa. London 1930. — FROBENIUS, LEO: Madsimu Dsangara. Berlin 1932.

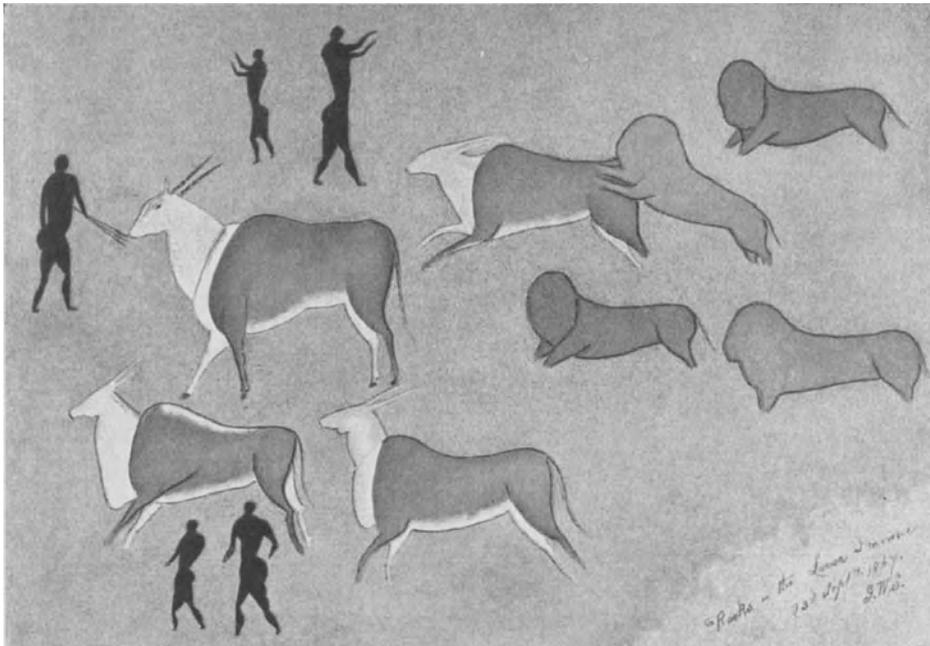


Abb. 17. Buschmannfelszeichnung, Südafrika. (Aus Srow: The native Races of South Africa, London 1905.)



Abb. 18. Büffelhaut mit indianischen Malereien. (Aus SCHOOLCRAFT: Informations on the Indian Tribes V, Philadelphia 1868.)

Felszeichnungen Nordafrikas¹ oder die Zeichnungen in den paläolithischen Höhlen Europas in Erdfarben ausgeführt. Die Buschmannmalereien zeigen eine große Mannigfaltigkeit der Farbtöne. Man hat die verschiedenen Farben chemisch untersucht. Dabei ergab sich, daß alle Farben, ausgenommen Schwarz, als Erdfarben anzusprechen sind, gewonnen insbesondere aus Ocker, Hämatit, Zinkoxyd. Gerade die Heimatgebiete der Buschmänner sind an solchen Farberden sehr reich. Die Erden wurden zerrieben, und im allgemeinen rührte man sie mit tierischen oder pflanzlichen Fetten an. Beobachtungen über die Technik des Auftragens der Farben auf die Felswände liegen nicht vor. Die nordamerikanischen Prärieindianer² trugen diese mit Leim oder Fett angerührten Erdfarben auf weich gegerbte Häute, aus denen man Kleidungsstücke, Zeltdecken, Taschen und Schilde herstellte. Auf große Büffeldecken malte man in bunter Erdfarbe Bilder der wichtigsten Ereignisse einzelner Jahre und schuf damit Stammeschroniken, die die vom Standpunkt eines Indianers wichtigsten Ereignisse festhielten (Abb. 18). Man bezeichnete sie, da der Indianer nach Wintern zählte, als wintercount. Der berühmteste wintercount ist der des Yanktonai Dakota Lone-Dog (Einsamer Hund). Er umfaßt die Zeit vom Winter 1800/01 bis 1870/71 und ist spiralsch in Bildern von innen nach außen beschrieben.

Der Boden in der Wirtschaft der Naturvölker³.

Stämme, die auf rein aneignender Wirtschaftstufe, also der des Jagens und Sammelns stehen, nutzen die Erden höchstens als Farbmittel und an manchen Orten auch als Nahrungs- und Genußmittel aus. Zu einem engeren Nutzverhältnis gelangen auch die Züchter von Herdentieren, die Hirtennomaden, nicht. Weit anders gestalten sich diese Beziehungen bei den Anbaukulturen, sei es in den Stockbaugebieten Ozeaniens und Amerikas, sei es in den Hackbaugebieten Afrikas oder im Bereich eines intensiv betriebenen Gartenbaus, wie er sich in Teilen Ost- und Südasiens entwickelt hat. In den tropisch-feuchten Urwaldgebieten, so im zentralen Afrika, im Amazonasbecken und auf der melanesischen Inselwelt, wird in dem nassen und schweren Boden dieser Gebiete der Anbau von stärkemehlhaltigen Knollenfrüchten betrieben. In den Parklandschaften und Savannen Afrikas mit ihren trockneren Bodenverhältnissen baut der Neger verschiedene Arten der Hirse an. Im Osten Nordamerikas mit seiner an europäische Verhältnisse erinnernden Umwelt vertraute in vorkolumbischer Zeit der Indianer dem mit einem unten zugespitzten Stock aufgebrochenen Boden Maiskörner an. Der in Ostasien, Südasiens und im Malaiischen Archipel zur Blüte gelangte Gartenbau mit Anlage von Terrassen, die sich an Berglehnen in die Höhe ziehen, und mit künstlicher Bewässerung umfaßt den Anbau von allerlei Knollenfrüchten, Gurken, Kürbissen und Salaten, im besondern aber von Wasser- und Bergreis. Solche Terrassierung der Bergabhänge kannten auch die Inkaperuaner. Die Terrassen wurden dort durch Steinmauern gestützt. Zu ihnen führten überdeckte Wasserleitungen. Angebaut wurde von den Inkaperuanern Mais, Quinoa, Kartoffeln — Peru ist höchstwahrscheinlich deren Hei-

¹ FROBENIUS, LEO u. H. OBERMAIER: Hadschra Maktuba. München 1925.

² MALLERY, G.: Pictographs of the north american indians. Fourth annual report of the bureau of ethnology, S. 1—256. Washington 1886. — Picture-writing of the american indians. Tenth annual report of the bureau of ethnology, S. 1—822. Washington 1893.

³ WEULE, K.: Die Chemie des primitiven Feldbaues. In: Chemische Technologie der Naturvölker, S. 42—57. Stuttgart 1922. — SCHMIDT, W. u. W. KOPPERS: Gesellschaft und Wirtschaft der Völker, S. 676—677. Regensburg 1924.

mat¹ – und eine Sauerkleeart mit Knollen, bekannt unter dem Namen Oka. Die alten Mexikaner besaßen ebenfalls eine intensiv betriebene Gartenkultur. Hingewiesen sei auf die Chinampas oder „schwimmenden Gärten“, das sind feste Gemüsebeete, die durch schmale Wasserkanäle getrennt waren. Aber auch auf primitiver Kulturstufe sind die Anbaukulturen gelegentlich zur Anlage von Terrassen und künstlicher Bewässerung gelangt. So findet sich ein solcher intensiv betriebener Bodenbau auf künstlich errichteten Stufenflächen, die aus Kanälen bewässert werden, im Innern einiger Inseln der melanesischen Neuen Hebriden². Die Kulturpflanzen, die man im Bereich der Naturvölker in den einzelnen Gebieten anbaut, sind als Erzeugnisse des Bodens und darüber hinaus der Umweltsverhältnisse vom Menschen übernommen und für seine Wirtschafts- und Ernährungszwecke dienstbar gemacht.



Abb. 19. Von Frauen gerodeter Wald, Nandi, Ostafrika. (Aus F. BRVK: Negereros. Berlin 1928.)

Gerade dadurch, daß diese Pflanzen Produkte des Bodens sind, in dem sie gedeihen, sammelt der Mensch schon frühzeitig Erfahrungen über die für die einzelnen Pflanzen und deren Wachstum erforderliche Art des Bodens. Taro, Yams, Bataten und andere Knollenfrüchte werden in feuchtem, tropischem Boden angebaut, Hirsearten in den trockneren Gebieten der afrikanischen Steppen und Parklandschaften. Die Kartoffel gedeiht auf den Hochebenen Perus. Sehr bedeutungsvoll ist in diesem Zusammenhang auch der Anbau bei den Arhuacos

¹ SAFFORD, W. E.: The Potato of Romance and of Reality. Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution for 1925, S. 509 ff. Washington 1926 zeigt, daß die Kartoffel nicht, wie bisher oft angenommen wurde, durch den englischen Weltumsegler FRANCIS DRAKE aus Nordamerika, sondern aus Südamerika nach Europa kam, zunächst nach Spanien und von da nach Italien. Schon 1588 sei sie in Wien bekannt geworden. 1663 habe man sie in Irland angebaut, und durch die Irländer sei sie, und zwar erst zu Beginn des 18. Jahrhunderts, nach dem Osten Nordamerikas gebracht worden.

² SPEISER, F.: Ethnographische Materialien aus den Neuen Hebriden und den Banks-Inseln, S. 148. Berlin 1923.

östlich des Magdalenaströms im Nordwesten Südamerikas. Sie legen im Tiefland Pflanzungen an, wo sie Bananen, Yucca und Yams anbauen. In den kühlen Höhen der Sierra de Santa Marta pflanzen sie Kartoffeln und in der Nähe der zwischen beiden Gebieten gelegenen Dörfer Reis, Bohnen, Tabak und Koka¹. Zweifellos ist diese Verteilung der Anbauflächen auf verschiedene Höhenlagen nicht nur durch das Klima, sondern auch durch die verschiedenen Bodenverhältnisse bedingt. So liegt also schon auf den primitiven Anbaustufen, auf deren Grundlagen und Erfahrungen auch der europäisch-asiatische Pflugbau beruht, ein Beobachtungs- und Kenntnisschatz über die Bodenverhältnisse vor, der seinen, wenn auch unbewußten Niederschlag im Anbau verschiedener Pflanzenarten fand. Daß man dem Boden die durch das Wachstum der Pflanzen entzogenen Stoffe in



Abb. 20. Urwaldrodung bei Bukaua, Deutsch-Neuguinea. (Aufnahme NEUHAUSS.)
(Aus NEUHAUSS: Deutsch-Neuguinea. Berlin 1911.)

Gestalt der Düngung wieder zuzuführen vermag, ist eine Erfahrung, die man ebenfalls auf den Stufen primitiver Anbauwirtschaft gesammelt hat. Dies sei ausdrücklich betont, da man häufig auf die Meinung stoßen kann, der Anbauwirtschaft der Naturvölker fehle die Düngung überhaupt. Man kann schon die Düngung mit Asche hierher rechnen, die für die Stock- und Hackbaugebiete der Erde als Ergebnis der Rodung durch Brand vorliegt (Abb. 19 u. 20). In den Gartenbaugebieten des östlichen, südlichen und auch indonesischen Asiens ist der große Wert der Düngung besonders erkannt. Ebenso aber auch bei den Völkern mittel- und südamerikanischer Hochkulturen, die schon in voreuropäischer Zeit ihre Anbauflächen durch Fäkalien ertragreicher machten². In Peru nutzte man die mächtigen Guanolager der Küstengebiete aus und transportierte deren Erträge weit in das Innere. Mit harten Strafen wurden die belegt, die die Nistplätze der Guano

¹ THURNWALD, R.: Repräsentative Lebensbilder von Naturvölkern, S. 109. Berlin 1931.

² STEFFEN, M.: Die Landwirtschaft bei den altamerikanischen Kulturvölkern. Leipzig 1883.

erzeugenden Seevögel zerstörten. Die an der Küste gelegenen Guanoinselfn waren als Düngergebiete unter die einzelnen Provinzen Perus aufgeteilt. An der Küste des Sees von Tenochtitlan in Mexiko stand, in Kähnen aufgespeichert, Menschenkot als Dünger zum Verkauf¹. Ferner aber grub man in Mexiko und Peru Pflanzen zum Düngen unter die Erde, kannte also bereits die Gründüngung. Die Indianer der Ostküste Nordamerikas, die Anbau von Mais betrieben, warfen als Düngemittel Fische und Muscheln auf ihre Felder². Schließlich sei darauf hingewiesen, daß in Ostafrika, wo Hackbau mit Viehzucht vermischt ist, stellenweise der Kot der gezüchteten Tiere zum Düngen der Hirse- und Bananfelder benutzt wird. So häuft man bei den Dschagga alle zwei Tage Rinderdünger um die Bananen auf. Bei vielen Stämmen Ostafrikas werden die Fäkalien der Haustiere gesammelt. Bei den Waheia am Westufer des Viktoriasees wird der Dünger dann alle 10 Tage in die Bananenpflanzung gebracht und schön verteilt. Bei den Stämmen am Südufer des Viktoriasees ist man sogar zur Stallfütterung geschritten, die eine restlose Erfassung und Ausnutzung der Fäkalien und obendrein des Mistes ermöglicht³. Bei den Wanjanwesi im Gebiet von Tabora werden die Wohnplätze des öfteren verlegt, und zwar deshalb, weil gerade das bisher bewohnte Land durch Abfälle und Viehdünger ein wertvolles Ackerstück geworden ist⁴.

Alle Naturvölker haben schließlich auch die Notwendigkeit erkannt, nach einer Zeit des Bestellens einer Fläche diese brach liegen lassen zu müssen. Man gibt sie entweder ganz auf oder nimmt sie nach einigen Jahren wieder unter Bestellung. Ein Beispiel ausgesprochensten „Wanderackerbaues“ fand SCHERMAN in der Nähe der Hauptstadt des Shanstaates Hsipaw⁵. Im Interesse größeren Erntertrags verschafft man sich eine neue Anbaufläche durch Rodung. Diese Erscheinung ist auch einer der Gründe für die oft beobachtete Tatsache, daß bei Naturvölkern die Siedlung verhältnismäßig weit von den Feldern entfernt liegt, oder daß die Dörfer verlegt werden, so bei den Kai im Innern der Finschhafen-Halbinsel auf Neuguinea schon nach etwa anderthalb bis zwei Jahren.

Erwähnenswert ist noch die für die Koralleninseln Mikronesiens und stellenweise auch für die polynesischen Inselwelt belegte Erscheinung, künstlichen Humus in diesen, an Verwitterungsböden armen Bereichen zu erzeugen. Man gewinnt ihn dadurch, daß man pflanzliche Materialien in Gruben, die in den Korallenboden hineingearbeitet sind, verfaulen läßt. Aus diesen Fäulnisprodukten stellt man durch Vermischung mit gewachsenem Boden Anbauflächen für Knollenfrüchte her⁶. KRÄMER beschreibt für die Gilbertinseln 2 m tiefe Gruben, in denen sich Erdhügel von 2—3 Fuß Durchmesser befanden. Die Erde war durch runde, netzförmige Siebe gesiebt. In jedem dieser Hügel stand eine Taro-pflanze, die mit kleinen, gelben Blüten einer Malvenart gedüngt wurde⁷. Dies Verfahren ist auch auf den östlichen Randinseln Melanesiens, kleinen Korallen-

¹ DIAZ DEL CASTILLO, BERNAL: Denkwürdigkeiten über die Entdeckung und Eroberung von Neu-Spanien, deutsch von Ph. J. v. REHFUES, 2, 78, Bonn 1838, betont, daß dieser Kot auch zum Gerben von Leder benutzt wurde.

² HODGE, F. W.: Handbook of the american indians north of Mexico 1, 26. Washington 1907.

³ SOMMERFELD: Verwendung von Düngemitteln durch ackerbaureisende Eingeborene in Deutsch-Ostafrika. Der Pflanzler 1912, 91 ff.

⁴ BLOHM, W.: Die MYAMWEZI, S. 119. Hamburg 1931.

⁵ SCHERMAN, L.: Im Stromgebiet des Irrawaddy, S. 124. München 1922. Vgl. für die Karen im Yunsalen-Distrikt (Birma) A. BASTIAN: Reisen in Birma in den Jahren 1861—1862, S. 411 ff. Leipzig 1866.

⁶ Siehe z. B. A. KRÄMER: Hawaii, Ostmikronesien und Samoa, S. 263. Stuttgart 1906. — Die Samoa-Inseln 1, 96. Stuttgart 1903.

⁷ Einige ältere Zeugnisse über dieses Verfahren bei THEODOR WAITZ: Anthropologie der Naturvölker 5, 2. Abt., 79. Leipzig 1870.

eilanden, bekannt. So schildert der wegen seiner völkerkundlichen Forschungen oft genannte Pflanzler R. PARKINSON für die östlich von den nördlichen Salomonen gelegenen Ongtong-Java-Inseln, die von einer vorwiegend polynesischen Bevölkerung besetzt sind, den Anbau von Taro mit Hilfe von selbst erzeugtem Humus folgendermaßen: „Sehr umständlich ist der Bau einer Taroart. Soll eine Pflanzstätte hergerichtet werden, so wird im Innern der Insel der Korallenboden aufgebrochen, in der Regel bis zu einer Tiefe von 4 m. Die Länge einer solchen Grube schwankt zwischen 20—30 m und 10—15 m Breite. Das ausgebrochene



Abb. 21. Frau bei der Feldarbeit, Nandi, Ostafrika.
(Aus F. BRVK: Negereros. Berlin 1928.).

Material wird ringsum aufgeschüttet und der Boden dadurch um etwa 1 m erhöht. Auf dem Boden der Grube erzeugt man nun durch hineingeworfene Kokosblätter und andere vegetabilische Abfälle mit der Zeit eine Humusschicht, welche von Jahr zu Jahr durch neu hinzukommendes Material bereichert wird. Diese Humusschicht, mit Sand vermischt, bildet das Feld für die Taropflanze, welche nur faustgroße Knollen bildet¹.“

Erkannt ist bei den Anbaukulturen der Naturvölker der Vorteil einer Lockerung des Bodens. Wenn man sich auch nicht bewußt ist, welche Vorgänge dies erforderlich machen, nämlich daß der Zutritt der Luft die in der Erde sich vollziehenden Fäulnisprozesse befördert, und daß so der dem Boden durch die Pflanze entzogene Stickstoff wieder eine Anreicherung erfährt, so hat man doch die Notwendigkeit einer ständigen Lockerung des Bodens durch Grabstock oder Hacke

(Abb. 21), wobei man zugleich die Unkräuter entwurzelt, eingesehen. Auch lassen sich Zeugnisse dafür beibringen, daß auf primitiven Anbaustufen Erfahrungen über den Zusammenhang von Bodenart und Ernteertrag gemacht sind, daß man also zwischen gutem und schlechtem Boden zu unterscheiden gelernt hat. So lag, um ein Beispiel zu geben, bei den Maoris auf Neuseeland eine solche bodenkundliche Kenntnis vor, wo man auch verstand, schweren Boden durch Zusatz von Sand leichter zu machen², was man auch in Mikronesien bei dem künstlich erzeugten, schweren Humus tat³.

¹ PARKINSON, R.: Zur Ethnographie der Ongtong-Java- und Tasman-Inseln. Internat. Arch. Ethnographie 10, 111—112 (1897).

² WAITZ, Th.: Anthropologie der Naturvölker 6, 61. Leipzig 1872.

³ Siehe oben.

Allgemeine Schlußbetrachtung.

Die Naturvölker besitzen Kulturverhältnisse, die in ihren Grundlagen und Entwicklungskräften sowie in ihrem inneren Wesen und Zusammenhang klarer als die komplizierten der Hochkulturen erfaßbar sind. Mit Vorsicht vermag man daher aus den Zuständen bei Naturvölkern Schlüsse auf Grundlagen, Entwicklungskräfte und innere Kulturzusammenhänge zu ziehen, auf denen auch die Hochkulturen beruhen. Es ist nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, daß die hochentwickelte Farbindustrie der abendländisch-amerikanischen Weltwirtschaftskultur zurückreicht auf die einfachen Grunderfahrungen mit Farberden und deren Verarbeitung, wie sie bei den Naturvölkern feststellbar waren. Man darf auch darauf hinweisen, daß die technische Ausnutzung des Bodens bei den Naturvölkern — hervorgehoben sei die Töpferei oder der Lehmbau — Erkenntnisse vermittelt über die Urerfahrungen der Menschheit in der technischen Verwendung des Bodens und daß sich auf diese die verwickelten, technischen Verwendungsmöglichkeiten des Bodens in den Hochkulturen zurückführen lassen. Man muß schließlich auf die bei bestimmten Kulturen der Naturvölker bedeutsame Erscheinung des Pflanzenbaues und die mannigfaltigen Beobachtungen, auf denen dieser Anbau beruht, aufmerksam machen, um zu erkennen, daß darauf der hochentwickelte Ackerbau der Hochkulturen sich aufbaut.

Schließlich zeigt sich, daß der Mensch selbst auf primitiven Kulturstufen eine verhältnismäßig breite und vom Standpunkt einer Hochkultur bestaunenswerte Erfahrungs- und Beobachtungsgrundlage besitzt, die er im Leben mit der Natur für seine Zwecke auszunutzen versteht, ohne allerdings die innere Gesetzmäßigkeit der von ihm eingespannten Naturkräfte zu erkennen. Die Primitivität einer Kultur darf nicht mit einer auf Beobachtungslosigkeit beruhenden Kulturarmut gleich gesetzt werden.

Zugleich lassen sich aus diesen hier unterbreiteten Materialien und den daraus gewonnenen Ergebnissen Gesichtspunkte über die Bedeutung gewinnen, die für die Erforschung der menschlichen Kulturgeschichte der Wissenschaft der Völkerkunde zukommt, so daß völkerkundliche Erkenntnisse allgemeinwissenschaftliche Beachtung beanspruchen dürfen.

2. Die technische Nutzung der Moore¹.

Von G. KEPPELER, Hannover.

Mit 7 Abbildungen.

Eignung der Moorarten für technische Verwertung.

Die technische Bedeutung der verschiedenen Arten von Humusböden ist sehr ungleich. Da ihr besonderer Charakter durch ihren Gehalt an Humus, also organischen verbrennlichen Stoffen, bedingt ist, stört meist der größere Gehalt an Unverbrennlichem, an den aschebildenden Mineralstoffen². Die Gruppen

¹ Als allgemeine Literatur sei hier verwiesen auf: A. HAUSDING: Handbuch der Torfgewinnung und Torfverwertung, 5. Aufl. Berlin: P. Parey 1921. — P. HOERING: Moornutzung und Torfverwertung. Berlin: Julius Springer 1915. — H. PUCHNER: Der Torf. Stuttgart: F. Enke 1920. — J. STEINERT: Torfveredlung. Halle: W. Knapp 1926. — H. VON FEILITZEN, E. HAGLUND u. A. BAUMANN: Om Bränttorv och Bränttorvberedning. Stockholm: C. E. Fritze 1907. — G. STADNIKOFF, Neuere Torfchemie. Dresden und Leipzig: Th. Steinkopff 1930.

² So spielt in groben Zügen die früher Bd. 4, S. 128ff. dieses Handbuches gegebene Einteilung auch hier eine Rolle. Dort ist gezeigt, wie die Lebensbedingungen, unter denen

von nährstoffreichen, nährstoffarmen und nährstoffärmsten Torfarten können auch¹ nach den Standortverhältnissen der aufbauenden Pflanzen als Torfe des Niederungsmoores, des Übergangsmoores und des Hochmoores bezeichnet werden, jedoch für die technische Verwertung genügt es meist, das Übergangsmoor zum Niederungsmoor zu schlagen und nur zwischen Hochmoor und Niedermoor zu unterscheiden.

Zwei Hauptgesichtspunkte beherrschen nun die technische Verwertung, nämlich die Abbauwürdigkeit und die Möglichkeit, nach dem Abbau kulturfähigen Boden zu gewinnen. Die Erfüllung dieser Forderung ist ebenfalls stark von den Lebensbedingungen, unter denen ein Moor aufwuchs, abhängig. Eine kurze Betrachtung zeigt, daß die von der Natur gegebenen Umstände die technische Verwertung des Niederungsmoores im allgemeinen als ungünstig erscheinen lassen.

Niederungsmoore sind im Grundwasserspiegel eines nährstoffreichen Wassers aufgewachsen. Anspruchsvolle Pflanzen, die einen starken Mineralbedarf besitzen und ein eiweißreiches Zellengebäude aufbauen, haben den Stoff zu ihrer Bildung geliefert. Vielfach ist aus den kalkreichen Gewässern im Moore selbst Kalk abgesetzt. Eine kalkbedürftige Fauna hat in diesen Gefilden gelebt und ihre Reste zurückgelassen. Auch ist bei Überschwemmungen Schlamm mit dem überflutenden Wasser eingeschlämmt. So kommt es, daß das Niederungsmoor hohen Gehalt an mineralischer Substanz besitzt, die bei der Verwendung als Brenntorf Asche bildet. Der mittlere Aschengehalt von Niederungsmoortorf ist durchschnittlich 10%. Nie sinkt er unter 4%, aber auch Fälle mit 20 und 25% kommen vor. Der hohe Eiweißgehalt der den Niederungsmooren angehörenden Pflanzen führt zu höherem Stickstoffgehalt, der an sich nicht störend ist, ja gegebenenfalls nutzbar gemacht werden könnte. Aber hoher Stickstoffgehalt ist im Moore regelmäßig verbunden mit hohem Schwefelgehalt, der für Verbrennungszwecke nicht erwünscht ist. So kennzeichnen schon diese Gesichtspunkte den Niederungsmoortorf als wenig geeignet für technische Nutzung.

Noch viel wichtiger ist aber folgender Umstand, denn wenn auch seit der Zeit, in der das Niederungsmoor aufgewachsen ist, eine erhebliche Verschiebung der Grundwasserverhältnisse stattgefunden haben kann und wohl auch meist stattgefunden hat, so liegen doch die meisten Niederungsmoore vielfach so sehr im Grundwasser und unter so wenig günstigen Vorflutverhältnissen, daß eine günstige Entwässerung dieser Moore unmöglich ist. Jeder Abbau führt infolgedessen zur Schaffung von öden Wasserflächen, die keinerlei Nutzung, nicht einmal die einer rationellen Fischwirtschaft, zulassen. Auf der anderen Seite ist durch vielfache und dauernd erneuerte Erfahrung bewiesen, daß gerade Niederungsmoorflächen für die Schaffung von Grünland überaus günstige Bedingungen bieten, die hohe Erträge an Futter oder Fleisch liefern. So sprechen eine Reihe von Gesichtspunkten gegen die technische Verwertung von Niederungsmooren. Sie sollten nicht der technischen Nutzung zugeführt werden. Sie sind für die Schaffung von Grünflächen durch ihre natürlichen Eigenschaften prädestiniert. Die technische Nutzung der Moore hat sich also im wesentlichen auf die Hochmoore zu beschränken.

Torfbildung und besondere Eigenschaften der Torfsubstanz. Obgleich schon ausführlich über den Torfbildungsvorgang berichtet worden ist², so erscheint es notwendig, Einzelheiten, die für die technische Nutzung der

die Moorschichten aufwachsen, die Eigenart dieser Schichten bedingen und für die Einzelbesprechung der Humusböden in dem Gehalt an mineralischen Pflanzennährstoffen eine geeignete Grundlage bieten.

¹ Vgl. dieses Handbuch 4, 139.

² Vgl. dieses Handbuch 4, 124.

Moore von Wichtigkeit sind, noch besonders herauszuheben. Die Veränderungen, die der Vertorfungsvorgang herbeiführt, machen sich nämlich in der Struktur des entstehenden Torfes deutlich geltend. In dem Maße, wie die Vertorfung fortschreitet, wird, zum Teil schon für das bloße Auge, noch feiner aber im Mikroskop der allmähliche Abbau der Pflanzenstruktur erkennbar, und mit dem Abbau der Pflanzenstruktur geht ein immer stärkeres Hervortreten einer strukturlosen, im frischen, moorfeuchten Zustande schmierigen Masse einher, die man als Torfhumus bezeichnen kann. Es scheint auch, als ob der Abbau der Pflanzenstoffe nicht nur in einem Vergehen von Teilen der Pflanzensubstanz besteht, sondern daß dabei neue strukturlose Stoffe entstehen, die an der Humusbildung mit beteiligt sind¹. Immer ist also der Torf ein Gemisch von strukturierten Resten der Moorpflanzen und einer strukturlosen Masse. Das Mengenverhältnis zwischen beiden bestimmt stark den Charakter eines Torfes. Je weiter der Vertorfungsvorgang fortgeschritten ist, um so weniger Pflanzenreste und um so mehr Torfhumus findet man.

Im Hochmoor, das für die technische Verwertung besonders interessiert, treten — von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet — die wenig zersetzten Schichten des jüngeren Moostorfes stark vorherrschend hervor. Nimmt man den Pentosan- und Zellulosegehalt als Maßstab für den Zersetzungsgrad², so zeigt sich ein Abfall um etwa 20% an diesen Stoffen, während der ältere Moostorf unter dem Grenzhorizont wesentlich stärker zersetzt ist. Man erkennt, daß 60 bis 75% der Kohlehydrate zersetzt sind. Entsprechend steigt der Betrag an Stoffen, die nicht mit Säure hydrolysierbar sind.

Der Torfhumus ist ein „Kolloid“. In ihm ist das Wasser in allerfeinster Verteilung, wie in einer gequollenen Gallerte, vorhanden. Beim Trocknen schwindet eine solche Substanz ungewöhnlich stark, oft so stark, daß sie beim Trocknen in scharfkantige Stückchen zerrißt. Der aus Torf auf chemischem Wege isolierte Humus zeigt die Erscheinung besonders stark. Sind aber fremde Bestandteile, wie z. B. Pflanzenreste, mit dem Torfhumus vermengt, so bildet er für diese fremden Bestandteile ein außerordentlich festes Bindemittel. Einmal getrocknet, quillt er als ein irreversibles Kolloid nicht erneut wieder auf. Dies ist für die Praxis von außerordentlicher Bedeutung, weil eine angetrocknete Torfsode sich mit einer nur schwer erneut quellenden Haut überzieht und so vom Regen nicht wieder durchgeweicht wird.

Vor allem aber stellt der strukturlose Humus mit seinem Binde- und Schrumpfungsvermögen gewissermaßen den Klebstoff dar, der beim Trocknen die strukturierten Teile verbindet. Wenn in einem Torf die strukturbesitzenden Pflanzenreste überwiegen, bleibt der Torf beim Trocknen locker. Die Pflanzenteile sperren sich gewissermaßen dem Bestreben, zu schrumpfen, entgegen. Ist aber die Zersetzung weit vorgeschritten und das strukturlose Material überwiegt, so kommt es zu stark schrumpfenden, im trockenen Zustande besonders festen Torfstücken (Torfsoden). Werden in einem Rohtorf die noch vorhandenen Pflanzenreste zerkleinert und innig mit dem strukturlosen Torfhumus gemischt, so wird dadurch die so erzeugte Torfsode stark schrumpfen und am Schluß sehr viel fester. Gerade von diesem Vorgang macht die Torftechnik vielfältigen Gebrauch.

Für das Entstehen des eigentlichen mit den geschilderten Eigenschaften begabten Torfhumus war wesentlich, daß während des Entstehens Luft-sauerstoff fern blieb. Der Luftabschluß geschah durch die wasserhaltigen

¹ KEPPELER, G.: Mitt. Ver. Fördrg. Moorkultur 48, 134 (1930). Neuere noch nicht veröffentlichte Versuche des Verf. lassen dies zweifelhaft erscheinen.

² Vgl. dieses Handbuch 4, 126.

Schichten, die über dem älteren Torf liegen. Es ist bemerkenswert, daß auch in diesem Punkte ein Unterschied zwischen der Niedermoor- und der Hochmoorvertorfung besteht. Das Niedermoor liegt zu manchen Jahreszeiten an der Oberfläche trocken. Das Nährsubstrat, das die Niedermoorpflanze den zersetzenden Mikroorganismen liefert, und die Sauerstoffzufuhr begünstigen die Zersetzung, besonders die der oberirdischen Pflanzenteile. So kommt es, daß man im Niedermoor sehr selten die Reste der oberirdischen Pflanzenteile findet, sondern vorwiegend Wurzelhaare (Radizellentorf). Im Hochmoor dagegen bedeckt der lebende Schwamm von Sphagneen die ganzen vorher gewachsenen Generationen vollkommen. Er schnürt schon für ganz geringe Tiefe die Sauerstoffzufuhr ab. Der höhere Säuregehalt des Wassers hemmt die Entwicklung von Mikroorganismen. Dadurch werden alle eingeschlossenen Pflanzenteile sehr viel stärker als beim Niedermoor konserviert. Nur in ganz seltenen Fällen tritt bei der Hochmoorflora etwas Ähnliches wie die oben geschilderte Niedermoorvertorfung auf, wenn nämlich fast reine Bestände an Wollgras sich in vielen Generationen übereinander erhalten. Während üblicherweise das Wollgras in Gesellschaft mit Sphagnum wächst und dann geringe Wurzelentwicklung und starkes Hervortreten der Scheiden zeigt, fallen in den genannten Fällen die Halme bis tief in die Scheide der Verwesung anheim und die Wollgraswurzeln treten in solchen Torfarten stärker hervor. Für die niedersächsischen Hochmoore ist diese Erscheinung von Vertorfung sehr selten. Dagegen kommt in den Mooren Oberbayerns die geschilderte Bildung von Wollgrastorf vor. Treten diese Schichten umfangreicher auf, so bilden sie eine Erschwerung des maschinellen Torfabbaus. Die Wurzeln und Scheidereste sind dann in großen zusammenhängenden Schichten derart verwoben und verstrickt, daß sie eine überaus zähe schwerzerreißbare Masse bilden und die für die Beanspruchung im normalen Hochmoor gebauten Bagger zum Versagen bringen. In Rußland ist der geschilderte Wollgrastorf im Wechsel mit Kiefernholzlagen häufig.

Der geschilderte Unterschied von Niedermoor- und Hochmoorvertorfung, der eine Parallele zu der an anderer Stelle¹ behandelten Verschiedenheit von Torf und Moder darstellt, hat eine noch weitergehende technische Bedeutung. Es ist oben gezeigt worden, daß der Zusammenhalt einer Torfsode beim Trocknen auf dem Gehalt an gut bindendem Torfhumus und seiner gleichmäßigen Verteilung im Torf beruht. Das Austrocknen der Niedermoor Moore, wie es immer wieder in Jahren niedrigen Wasserstandes eintritt, nimmt dem Torfhumus immer mehr die Bindekraft und gleichzeitig macht sich eine Einwirkung des Luftsauerstoffes geltend. An Stelle der eigentlichen „Vertorfung“ tritt die „Vermoderung“ in den Vordergrund. Sie liefert einen krümeligen, beim Trocknen in Pulver zerfallenden Humus, zum mindesten Torfarten, die geringe Bindefähigkeit besitzen. Infolgedessen besitzen Torfstücke, Torfsoden, die aus solchem Torf gewonnen sind, nach dem Trocknen geringen Zusammenhalt. Sie neigen beim Trocknen zum Springen und zum Zerfallen in Krümel. Auch aus diesem Grunde sind also Niedermoor Moore wenig für die technische Verwertung geeignet.

Der traditionelle holländische Torfabbau, der der „Fehnkultur“ dient, behandelt deshalb die drei dort anstehenden Hauptschichten verschieden: der jüngere Moostorf gibt, auf den freigelegten Untergrund gebracht, die Kulturschicht mit Sandbedeckung, der ältere Moostorf wird im Handstich gewonnen und der darunterliegende Seggenschilftorf (Radizellentorf) wird unter starkem Wasserzusatz als „Backtorf“, wie weiter unten gezeigt wird, zu Brenntorf verarbeitet.

¹ Vgl. dieses Handbuch 4, 157.

Man kann aber auch in Fällen, wo der Niedermoororf nicht zu mächtig und von größeren Schichten des älteren Moostorfes überlagert ist, bei der maschinellen Verarbeitung oder bei der bäuerlichen Backetorfengewinnung die Schichten innig mischen und so zu gut bindender Torfmasse kommen. Dies ist besonders auch für die sich ähnlich verhaltenden Übergangsmoorschichten, die Waldtorfarten, die dem Waldmoor verwandt sind, aber bezüglich des Heizwertes zu den besten Torfarten gehören, zweckmäßig.

Diese mehr allgemeinen Darlegungen zeigen, daß auch vom technischen Standpunkte aus die Torfarten gut unterscheidbare Eigenschaften zeigen. Es erscheint deshalb wichtig, die Torfarten im einzelnen in ihren technischen Eigenschaften näher kennenzulernen, um so mehr, als dadurch manche Kenntnis von allgemeiner bodenkundlicher Bedeutung vermittelt werden kann. Es wird darum, in Ergänzung der in früheren Ausführungen¹ dargelegten Kennzeichnung eine Schilderung der technisch wichtigen Eigenschaften der Torfarten² gegeben werden, wobei die zahlenmäßig belegten Eigenschaften sich im allgemeinen auf die Trockensubstanz beziehen. Der Wassergehalt ist derjenige der moorfeuchten Proben.

Niedermoororfarten.

Mudden (Faulschlamm, Sapropelite). Technische Bedeutung besitzen die Mudden kaum. Am ehesten kommen für eine Verwendung Lebermudde und Kalkmudde in Frage. Die Lebermudde, die nach ihrer Konsistenz so genannt wird, oder Lebertorf ist eine bis zur Undurchsichtigkeit getrübe Gallerte, die sich mit dem Messer leberähnlich schneiden läßt und etwas elastisch, doch mehr träge als zitternd ist. Die Farbe ist im frisch gestochenen Zustande gelblich bis hellgrau, dunkelt aber an der Luft momentan nach, und zwar oft von Grau nach Braun (Oxydation). Beim Trocknen schrumpft die Lebermudde überaus stark zu einer blätterigen, harten hornartigen Masse ein. Bei mikroskopischer Beobachtung sind unter den figurierten Teilen vorwiegend Pollenkeime vom Blütenstaube der verschiedensten Pflanzen in wechselnder Menge zu erkennen. Nach WEBER³ sind es, entgegengesetzt der Angabe von POTONIÉ⁴, sehr selten Diatomeen und Fadenalgen. Der Aschengehalt ist durchschnittlich sehr hoch, meist zwischen 20 und 40% liegend; wesentlich ist der hohe Stickstoffgehalt, der sich mit seltenen Ausnahmen zwischen 2,5 und 3,5% der Trockensubstanz bewegt. Die Lebermudde des Ahlbecker Seegrundes bei Ludwigshof war Gegenstand umfangreicher Versuche zur Gewinnung von Ammoniak. Die Versuche sind damals mangels geeigneter Ofenkonstruktionen erfolglos verlaufen. Unter den heutigen Umständen, wo das synthetische Ammoniak zu den niedrigsten Preisen hergestellt wird, ist eine Stickstoffgewinnung aus Lebertorf auch bei technischem Gelingen unrentabel.

In der Kalkmudde ist der Kalk gegenüber der organischen Substanz oft so sehr angereichert, daß praktisch reines kohlen-saures Kalzium vorliegt (Wiesenkalk, Seekreide). In diesem Falle tritt die Verwertung als Kalkmaterial in den Vordergrund, sei es in der Zementfabrikation, sei es als Mörtel- oder Düngekalk. Auf das Vorkommen von Vivianit und seine Anreicherung an einzelnen Stellen in Mooren kann nur hingewiesen werden. Bei reichlicherem Vorkommen wird er als Phosphorsäuredünger verwandt. Dagegen ist das sehr verbreitete Schwefel-

¹ Vgl. dieses Handbuch 4, 143—156.

² Vgl. auch G. KEPPELER: Torf. In ULLMANN: Enzyklop. techn. Chem. 1. Aufl. 11, 356 ff.

³ WEBER, C. A.: Vegetation und Entstehung des Hochmoores von Augstmal im Memeldelta, S. 198 u. 206. Berlin-Parey 1902.

⁴ POTONIÉ, H.: Die rezenten Kaustobiolite und ihre Lagerstätten, I. Die Sapropelite, S. 34. Berlin 1908.

eisen ein direkt schädliches Begleitmaterial der Moore (Bildung freier Schwefelsäure, Pflanzenleben und unterirdische Bauten, Fundamente, Kanalisationen zerstörend).

Schilftorf (Arundetumtorf, Phragmitetumtorf, Phragmitestorf). Sofern der Schilftorf als Verlandungsbestand flachgründiger Gewässer nicht gerade im Entstehungszustande ist, stellt er meist die tiefste Lage der eigentlichen Torfbildung dar. In wenig vertorfem Zustande zeigt er dem bloßen Auge ein Gewirr von Radizellen, das die deutlich erkennbaren Rhizome von *Arundo phragmites* mit ihren überaus beständigen Knoten einschließt. Die Farbe dieser Pflanzenreste ist hellgelb und dunkelt an der Luft rasch und stark nach. Beim Trocknen wird der Schilftorf etwas krümelig und spaltet längs der Rhizome auf. Mit zunehmender Vertorfung verschwindet die makroskopisch erkennbare Struktur immer mehr und macht einem gleichmäßigen, erdeähnlichen Zustande Platz. Gleichzeitig wird die Farbe des Torfes dunkler bis schwarz. Unter dem Mikroskop treten als für den Schilftorf typische Bilder die flachwelligen Epidermiszellen und die glatten oder pustelbesetzten Radizellen von *Arundo phragmites* auf. Für sich ist der Schilftorf von geringer technischer Bedeutung. Infolge der Entstehungsbedingungen besitzt er hohen Aschengehalt, durch den stark verhindert wird, daß die hohe Verbrennungswärme der organischen Substanz zur Auswirkung kommt. Schilftorf besitzt hohen Stickstoffgehalt. Der Aschengehalt beträgt: 7—40%, Schwefel 0,4—1,2%, Stickstoff 1,5—3,3%. Extrahierbare Stoffe werden durch Alkohol 4,5, durch Äther 1,5, durch Benzin 0,5% gewonnen. Der Heizwert der aschefreien Trockensubstanz stellt sich auf 4730 bis 5750 WE, für Torf mit 25% H₂O zu 2150 bis 3560 WE.

Seggentorf (Riedgrastorf, Caricetumtorf, Carextorf). Er ist je nach dem Grade der Vertorfung hellrotbraun bis dunkelbraun, ja schwarz. In weniger vertorfem Zustande stellt er ein lockeres und stark faseriges Gefüge dar, das vorwiegend dem Wurzelgeflecht entstammt und mit zunehmender Vertorfung gleichmäßiger, kompakter wird. Bei seinem Aufbau spielen die Hauptrolle die größeren und kleineren Arten der Carices (*Magnocaricetum*, *Parvocaricetum*) mit ihren überaus stark entwickelten unterirdischen Trieben, die zu einem dichten, tausendfältig verflochtenen Wirrwarr verwoben sind und die oberirdischen Teile an Masse weit übertreffen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt Epidermiszellen der Carices, mehr aber ihre mit Pusteln besetzten Wurzelhärchen (Radizellen, daher auch Radizellentorf), daneben Mineraltrümmer, Samen, speziell von Bitterklee (*Melyantes trifoliata*), Pollen, Algen. Der Seggentorf ist eine typische Niedermoorbildung, der häufig ausgedehnte Flächen in großer Mächtigkeit bedeckt, er ist der Boden der Schwarzkultur. Wo die Wasserhältnisse seine Gewinnung erlauben, ist er ein vorzüglicher Brenntorf, jedoch häufig recht aschenreich, er neigt beim Trocknen zum Zerbröckeln. Besonders hervorzuheben ist der hohe Stickstoffgehalt des Seggentorfes, jedoch ist die Gewinnung des Stickstoffs nicht rentabel, dagegen ist er im kultivierten Moor wertvoll.

Waldtorfe sind dunkelbraune bis schwarze Massen von geringem Zusammenhalt mit Holzeinschlüssen von wechselnder Menge, die beim Trocknen krümelig zerfallen. Die Holzarten sind meist leicht erkennbar, so beim Föhrenwaldtorf die Kiefer, beim Birkenwaldtorf die Birke, beim Übergangswaldtorf die beiden eben genannten Holzarten, beim Bruchwaldtorf die Erle. Wo die Kiefer vorliegt, ist das Holz besser erhalten (Harzgehalt). Das Birkenholz des Torfes schwindet beim Trocknen sehr stark. Es liegt dann frei in der viel zu weit gewordenen Hülle der weniger schwindenden Rinde. Auch bei der weitestgehenden Vertorfung, wobei das Holz vollkommen vergangen ist, bleibt die Birkenrinde er-

halten. Die weißen Rindenstücke der Birke, die einen typischen Einschluß (im Volksmund „Austernschale“ genannt) des reinen Birken- und des Übergangswaldtorfes darstellen, sind durch die darüberliegenden Torfmassen zu flach-elliptischem Querschnitt breitgequetscht. In allen Waldtorfen herrschen unter den Holzresten die Wurzelstöcke gegenüber den Stämmen, Ästen und Zweigen vor. Die mikroskopische Untersuchung zeigt homogen vertorfte Holz- und Gefäßzellen, Markstrahlen und Rinde, erfüllt mit Humuspartikelchen, häufig auch zahlreiche Pollen der aufbauenden Baumarten, die Pollen von *Betula* bzw. die fünfeckigen Pollen von *Alnus*. Daneben kommen die Reste der Begleitpflanzen (Sphagneen, Scheuchzerien, Hypnen, Carices, Phragmites) vor. Der technischen Verwertung der Waldtorfe steht häufig die Eigenschaft im Wege, beim Trocknen krümelig zu zerfallen, obschon es auch Waldtorfe von weitgehender Verwertung mit hoher Bindfähigkeit gibt. Die Ursache für jenes Verhalten ist die Vermoderung. Eine Beseitigung dieses Nachteils durch Vermengung mit anderem z. B. Sphagnumtorf ist dadurch erschwert, daß die zahlreichen Holzeinschlüsse die Verarbeitung in den Torfmaschinen verhindern. Großindustrielle Verwertung kommt aus diesen Gründen für solche Waldtorfe wenig in Frage, sofern man nicht ein geeignetes Breitorfverfahren zur Verarbeitung und Mischung mit bindigerem Torf wählt („Spritztorf“). Dagegen ist der Waldtorf bei der bäuerlichen Bevölkerung, die den hohen Heizwert des Waldtorfes erfahrungsgemäß erkannt hat, als Hausbrand geschätzt. Als allgemein gültige Erscheinung möge noch erwähnt werden, daß die Waldtorfarten meist einen niedrigen Aschengehalt zeigen. Wo jedoch, wie beim Bruchwaldtorf der Niederungen, häufig Überschwemmungen vorkommen, steigt der Aschengehalt ziemlich stark an. Der Wassergehalt beträgt 80—88%, die Asche 2,8 bis 10,5%, der Schwefel 0,24—0,55% und der Stickstoff 1,3—2,3%. Extrahierbare Stoffe in Alkohol sind 7,1—24,6%, in Äther 3,10—10,9%, in Benzin 1,2—1,8% vorhanden. Die Koksprobe gibt im Durchschnitt 36,5—37,7%. Der Heizwert der aschenfreien Trockensubstanz beträgt 5400 bis 5900 WE, bezogen auf Torf mit 25% Feuchtigkeit 3300 bis 4100 WE.

Hochmoortorfarten.

Älterer Moostorf (älterer Sphagnumtorf). Wenn er vorhanden ist, so tritt er meist im Liegenden des „Jüngeren Sphagnumtorfes“ auf, während dieser für sich auftreten kann. Seine Farbe ist dunkel bis schwarzbraun. Obwohl er seine Entstehung den gleichen Pflanzen und ursprünglich denselben Bedingungen wie der jüngere Sphagnumtorf verdankt, ist er in der Struktur grundverschieden von ihm. Während dieser ein mehr oder weniger lockerer, schwammartiger Filz von Moosen ist, zeigt der ältere Sphagnumtorf eine nahezu vollkommene Verstoffung der Sphagneen. Er ist in eine homogene, speckige Humusmasse (Ulmin) umgewandelt, in der nur das Mikroskop mit einiger Schwierigkeit besonders an den besser erhaltenen Ästen und Stämmchen erkennen läßt, daß es die Sphagneen waren, die die Hauptmasse des Torfes lieferten. Die Reste der Begleitpflanzen, die weniger humifizierte Blattscheiden von *Eriophorum vaginatum*, die wie gebräunte, grobfaserige Hanf- oder Flachsbündel erscheinen, sowie die Reiser von *Erica tetralix* und *Calluna vulgaris*, von *Andromeda* usw. fallen in der stark geschwundenen Humusschicht mehr als im jüngeren Moostorf auf.

Der Wassergehalt beträgt in moorfeuchtem Zustande je nach dem Grade der Entwässerung des Moores 85—93%, durchschnittlich 90%, wobei zu berücksichtigen ist, daß der ältere Sphagnumtorf entsprechend seiner tieferen Lage häufig nicht so gut wie die jüngere Moorschicht entwässert ist. Die Asche ist infolge der mit Substanzverlust verbundenen Humifikation der organischen Bestandteile etwas höher als im jüngeren Sphagnumtorf, doch ebenfalls gering, näm-

lich 2—4%, Schwefel 0,2—0,3%, Stickstoff 0,9—1,8%. Extrahierbares in Alkohol ist zu 14,9%, in Äther 6,85%, in Petroleumbenzin 2,55% vorhanden.

Die Koksprobe gibt im Durchschnitt 36,4% aschen- und wasserfrei gedachten Reinkoks bezogen auf aschenfreie Torftrockensubstanz. Der Heizwert der aschenfreien Trockensubstanz stellt sich im Mittel zu 5500 WE pro Kilogramm. Wegen seiner vorzüglichen Brenneigenschaften ist er der eigentliche Brenntorf. Er besitzt einen niedrigen Entzündungspunkt, lange, reine Flamme und nach der Entgasung glimmt er ruhig und bildet eine gutartige Asche. Schlacke tritt nur bei zu hoher Rosttemperatur und bei Sandbeimengung auf. (Vorsicht beim Baggern.) Auch die Beimengung kalkhaltigen Niedermooses kann eine Neigung zum Verschlacken herbeiführen. Der grubenfeuchte Rohrtorf schrumpft beim Trocknen sehr stark und deshalb ist er viel schwerer als der jüngere (Heizwert pro Raummeter: 1—1,5 Millionen WE). Einmal getrocknet, nimmt er kein Wasser mehr auf, so daß er für Streu usw. nicht verwendbar ist. Je nach der Feuchtigkeit der Luft enthält er lufttrocken 15—30% Wasser. Im Freien gelagert, wie dies meist der Fall ist, enthält er 25% Wasser. Die Hygroskopizität im getrockneten Zustande über Schwefelsäure mit 15% H_2SO_4 bewegt sich um 27%.

Die oberste Schicht des älteren Sphagnumtorfes, der im Grenzhorizont liegende „Grenztorf“, hat infolge der veränderten Bedingungen, unter denen er entstanden ist, etwas abweichende Eigenschaften. Diese sind aber nicht genügend erforscht, und der Grenztorf hat auch nicht genügend praktische Bedeutung, um auf ihn im einzelnen einzugehen. Er schließt sich im großen und ganzen dem älteren Sphagnumtorf an.

Jüngerer Moostorf (jüngerer Sphagnumtorf, Fuchstorf, Bleichmoostorf). Seine Farbe ist ganz hell- bis fuchsbraun, auch kommt er dunkler, rotbraun, vor und ist trocken heller als im nassen Zustande. Die Struktur zeigt deutlich, schon für das bloße Auge, den Aufbau aus Moosen der Sphagnumreihe. Das Mikroskop läßt den eigenartigen Bau der Blätter dieser Moosarten mit den wasserführenden (hyalinen) durch Spiralen versteiften und die Wasserzirkulation erleichternden Zellen erkennen, die die starke Wasserhaltung der genannten Moose und des Torfes erklären (vgl. Abb. 27 auf S. 116). Mit zunehmender Tiefe tritt eine sich steigernde Humifizierung auf, erkennbar an der dunkleren Farbe des Torfes und einer weniger guten Erhaltung des Zellenmaterials. Aber immer bleibt die Zellenstruktur beim jüngeren Sphagnumtorf vorherrschend. Eine häufig auftretende Beimengung sind die zähen, bastähnlichen Blattscheiden der Wollgrasschöpfe und die Holz- und Wurzelteile der Heide. Weniger häufig zeigen sich die Reste der übrigen das Hochmoor bewohnenden Pflanzen.

Der Wassergehalt im grubenfeuchten Zustande beträgt je nach der Entwässerung des Moores 88—95%, meist jedoch über 90%. Die Asche ist mit 1—3% gering, nur wo mineralische Substanz eingeweht oder eingeschwemmt ist, findet sich mehr davon. Der Gehalt an Schwefel beläuft sich auf 0,2—0,3%, an Stickstoff 0,5—1,2%, meist 0,8—1% der aschenfreigedachten Trockensubstanz. Extrahierbare Substanzen mit Alkohol sind 5—7%, mit Äther 2—3%, mit Petrolbenzin etwa 1% vorhanden. Die Koksprobe gibt durchschnittlich 32,1% Reinkoks, berechnet auf die aschenfreie Trockensubstanz. Der Heizwert der aschenfreien Trockensubstanz stellt sich auf 4400—4500, manchmal bis auf 4900 WE. Die Brenneigenschaften sind sehr gut, denn es sind ein niedriger Entzündungspunkt, reine Flamme und gutartige Asche vorhanden. Nur bei merklichem Sandgehalt bildet sich eine zähe, schwer schmelzbare Asche.

Als Brennstoff kommt der jüngere Sphagnumtorf trotzdem nicht in Frage, da er zu leicht ist (Heizwert pro Raummeter 500 000—600 000 WE) und zu rasch

abbrennt. Im Hannoverschen spielt er, mit etwas Petroleum übergossen, oder, wenn gut trocken, für sich die Rolle des Anheizmittels. Seine hauptsächliche, immer größeren Umfang annehmende Verwendung findet er als Rohmaterial in der Torfstreuindustrie für die Herstellung von Torfstreu, Torfmull, Torfmehl und ähnlichen Produkten. Hohe Aufnahmefähigkeit für Wasser (das 12—15fache des Eigengewichtes im lufttrockenen Zustande), hohe Adsorption für Gase und Dämpfe (Hygroskopizität über 15proz. Schwefelsäure 35%), ein gewisser Säuregehalt (Sphagnummoos reagiert schwach sauer, desgleichen entstehen bei der Humifizierung Humusstoffe saurer Natur, s. oben) und in Verbindung damit eine gewisse antiseptische Wirkung, bedeutendes Isolationsvermögen für Schall und Wärme usw. zeichnen ihn aus. Alle diese Eigenschaften machen den jüngeren Sphagnumtorf zu einem ganz ausgezeichneten Material für die genannten Zwecke.

Entwässerung der Moore.

Jeder Abbau der Moore setzt ihre Entwässerung voraus. Wie gezeigt worden ist, sind die Moore außerordentlich wasserhaltig¹. Dieser Wassergehalt schwankt in ziemlich weiten Grenzen nach der Torfart und dem Zustande des Moores. In wie weit Schwankungen der klimatischen Verhältnisse den Wassergehalt eines gegebenen Moores verändern, ist schwer festzustellen, weil die heutigen Moore alle mehr oder weniger durch Kultureinflüsse verändert sind. Nur wenige Moore sind unberührt. Wege durch die Moore, Gräben, Entwässerungsnetze zum Zwecke der Kultivierung, unregelmäßiger Torfstich sowie großzügiger Abbau haben die meisten Moore verändert. Wenn auch dem Moore eine weitgehende wasserhaltende Kraft eigen ist, so machen sich doch die genannten Eingriffe, namentlich im Laufe längerer Zeit, geltend. Es ist denkbar, daß auch fernliegende Eingriffe, etwa ein Bahnbau, der den Untergrund abseits des Moores durchschneidet, in langer Zeit eine ganz allmähliche Abwanderung von Wasser auslöst. Leider fehlen über diese Einflüsse zuverlässige Angaben. Da sich im moorfeuchten Zustande das Volumen des außerordentlich wasserhaltigen Rohtorfes ziemlich genau mit dem Schwanken des Wassergehaltes ändert, so würden exakte Nivellements Aufschluß über solche Fragen geben. Bisher unveröffentlichte Aufnahmen der oldenburgischen Wasserbauverwaltung von einem Profil des Ems-Hunte-Kanals, die beim Kilometerstein 20,4 quer zum Kanal zu verschiedenen Zeiten aufgenommen wurden, zeigen im Laufe der Zeit ein starkes Absinken der Gesamtmooroberfläche, und zwar zunächst in den Jahren von 1846—1881. 1846 war die Mooroberfläche an der Stelle des Kanals noch 11 m über normal Null, 1881 nur noch 9,3 m. Bei diesem Absinken hat wohl der Kanal selbst nicht mitgewirkt. Nach dem Bau des Kanals ist aber die Oberfläche des Moores im allgemeinen um annähernd einen Meter in unmittelbarer Nähe des Kanals schon viel stärker abgesunken. Dies deutet also auf eine zunehmende Austrocknung des Moores hin.

Was die Wassergehalte der nicht in Bearbeitung befindlichen Moorschichten betrifft, so wurden darüber früher in sehr weiten Grenzen schwankende Zahlen gegeben. Es ist jedoch möglich, bei Bohrungen den Wassergehalt der Moorschichten in verschiedener Tiefe zu bestimmen. Dadurch erhält man einen besseren Einblick in diese Verhältnisse. Es seien zunächst die Wassergehalte für einige Profile genannt, wie sie sich in weniger entwässerten Teilen des „Toten Moores“ bei Neustadt a. Rbg.² finden, ferner entsprechende Zahlen für Teile dieses Moores, die den Entwässerungsgräben bzw. dem Torfabbau näherliegen.

¹ Vgl. dieses Handbuch 4, 128.

² BIRK, C.: Das Tote Moor am Steinhuder Meer. Arbeiten des Laboratoriums für technische Moorverwertung, Bd. 1. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1914.

Wassergehalt von Moorschichten im „Toten Moore“.

Profil- linie	Bohr- loch	Teufe von bis m	Torfart	Wasser- gehalt moorfeucht	Asche in der Trocken- substanz
1. Aus wenig entwässerten Teilen.					
A—B	II	0,00—3,35	Jüngerer Moostorf	94,81	3,03
		3,35—4,80	Älterer Moostorf	91,50	2,97
		4,80—6,85	Muddehaltiger Waldtorf	87,76	3,05
A—B	III	0,00—3,20	Jüngerer Moostorf	94,21	2,40
		3,20—4,60	Älterer Moostorf	91,84	2,05
		4,60—6,35	Waldmoder mit Holz	86,76	6,67
A—B	IV	0,60—2,85	Jüngerer Moostorf	93,90	1,31
		2,85—3,70	Älterer Moostorf	90,29	?
		3,70—4,60	Laubwaldmoder	69,91	61,16
C—D	I	0,00—2,70	Jüngerer Moostorf	90,66	1,57
		2,70—2,90	Älterer Moostorf	89,55	?
		2,90—3,00	Torfmuße	30,69	90,60
C—D	II	0,00—4,90	Jüngerer Moostorf	93,36	3,88
		4,90—5,70	Älterer Moostorf und Waldtorf	91,39	5,63
		5,70—6,10	Torfmuße und Brandlage	85,54	75,29
C—D	III	0,00—1,90	Jüngerer Moostorf	91,72	1,11
		1,90—2,30	Älterer Moostorf	86,74	4,02
		2,30—2,45	Torfmuße	66,38	79,37
2. Aus stärker entwässerten Teilen.					
E—F	I	0,00—2,00	Jüngerer Moostorf	90,86	2,60
		2,00—3,15	Älterer Moostorf	88,04	1,59
		3,15—4,25	Übergangswaldtorf	88,94	1,80
		4,25—5,00	Föhrenwaldtorf	79,57	1,63
		5,00—5,65	Sandmuße	68,31	77,26
J—K	III	0,00—2,80	Jüngerer Moostorf	91,20	2,45
		2,80—3,40	Älterer Moostorf	91,10	3,04
		3,40—3,90	Torfmuße	84,42	25,36
J—K	IV	0,00—4,00	Jüngerer Moostorf	92,64	?
		4,00—5,05	Älterer Moostorf	92,39	4,99
		5,05—5,60	Torfmuße und Schilftorf	85,57	16,55
J—K	V	0,00—0,30	Jüngerer Moostorf, stark verwittert	87,30	8,21
		0,30—3,10	Jüngerer Moostorf	93,74	1,60
		3,10—3,30	Übergangs- oder Bruchwaldtorf	88,16	19,48
		3,30—3,40	Sandige Muße und Waldmoder	75,18	87,84

Wassergehalte in verschiedenen Moorschichten.

Tiefe m	Torfart	Wasser- gehalt %	Tiefe m	Torfart	Wasser- gehalt %
1. Warmbüchener Moor (Stelle 1):					
1	Jüngerer Moostorf	94,62	1	Jüngerer Moostorf	95,62
2	Jüngerer Moostorf	94,34	2	Jüngerer Moostorf	95,58
3	Grenzhorizont	90,72	3	Jüngerer Moostorf	94,88
4	Älterer Moostorf	93,57	4	Älterer Moostorf	90,48
4,2	Sandmuße	86,50			
2. Warmbüchener Moor (Stelle 2):					
3. Lichtes Moor:					
	Jüngerer Moostorf	91,30	4. Otternhagener Moor:		
	Jüngerer Moostorf	91,34			
	Jüngerer Moostorf	92,31			
	Älterer Moostorf	86,11			
	Jüngerer Moostorf	94,6		Jüngerer Moostorf	91,7
	Jüngerer Moostorf	91,7		Älterer Moostorf	90,2

Analoge Zahlen sind aus den weiteren Angaben für andere Hochmoore Nordwestdeutschlands zu entnehmen. Fast alle diese Zahlen deuten darauf hin, daß in einem gegebenen Profil der jüngere Moostorf wasserreicher ist als der alte zersetzte Moostorf, was sich aus der starken Erhaltung der Moosstruktur und der größeren Anzahl der kapillaren Hohlräume im jüngeren Moostorf erklärt. Aber auch bei dem mehr oder weniger strukturlosen älteren Torf dürfte die Wasserhaltigkeit mit zunehmendem Alter abnehmen. In oberbayerischen Rohtorfproben aus dem kaum entwässerten Sanimoor am Starnberger See fand der Verfasser nur 89,4 und 90,5% Wasser. Trotzdem entsprach der Zähigkeitsgrad etwa dem vom Oldenburger Hochmoortorf mit 92% Wassergehalt. Besonders stark tritt der Wasserrückgang am Boden des Moores auf. Hier tritt mehr und mehr mineralische Substanz auf, vor allem Sand mit geringerer Wasserkapazität¹. Es kommt hinzu, daß der mineralische Untergrund, wenn er auch im sog. Sohlband durch Humus gedichtet erscheint, eine wenn auch nur sehr geringe wasserabführende Wirkung hervorbringen kann. Man kann also sagen, daß im nicht oder wenig entwässerten Moore der jüngere Moostorf einen Wassergehalt von 95 und 96% erreichen kann, während der ältere Moostorf höchstens 93—94% besitzt. Diese hohen Wassergehalte sind für keinerlei Bearbeitung des Moores geeignet. Ein Urteil, wie stark die Entwässerung in den bearbeiteten Mooren ist, geht aus einer Reihe von Versuchen² hervor, die an den sog. „Pütten“, also an den Arbeitsstellen von Torfstichen in der gerade abgegrabenen Schicht vorgenommen sind. Diese Proben umfassen den Durchschnitt der jeweils abgebauten Schicht. Diese Werte sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Wassergehalte des an Arbeitspütten anstehenden Torfes.

Jahr	Moor	Mittlerer Wassergehalt %	Ausbeute an Trockentorf mit 25% Wasser je m ³ Rohtorf kg
1922	Himmelmoor bei Quickborn	88,95	147
1922	Himmelmoor an anderer Stelle	90,56	126
1922	Heiderfeld, Stelle 1	89,24	143
1922	Heiderfeld, Stelle 2	88,98	147
1922	Heiderfeld, Stelle 3	88,80	149
1922	Heiderfeld, Stelle 4	86,36	181
1922	Holmermoor bei Heiderfeld	87,20	170
1922	Kayhude	89,78	136
1922	Kuhlen bei Rickling	90,74	123
1923	Bremervörde	88,63	151
1923	Köhlener Moor bei Bremervörde	89,76	136
1922	Stinstedt bei Lehe	89,54	139
1922	Lange Moor bei Lehe	91,16	118
1922	Teufelsmoor, Stelle 1	90,17	130
1923	Teufelsmoor, Stelle 2	89,60	139
1922	Teufelsmoor, Stelle 3	89,20	144
1922	Teufelsmoor, Stelle 4	90,28	130
1922	Teufelsmoor, Stelle 5	89,99	133
1923	Günnemoor bei Bremen, Stelle 1	89,17	144
1923	Günnemoor bei Bremen, Stelle 2	92,05	106
1923	Günnemoor bei Bremen, Stelle 3	89,57	139
1923	Günnemoor bei Bremen, Stelle 4	89,85	135
1924	Gifhorn-Hannover, Stelle 1	89,40	141
1924	Gifhorn-Hannover, Stelle 2	88,73	150
1923	Schweger Moor bei Osnabrück, Stelle 1	89,23	144

¹ Vgl. Tabelle auf S. 104.

² KEPPELER, G.: Über den Wassergehalt der nordwestdeutschen Hochmoore. Jb. Moorkde 13, 3 (1924).

Fortsetzung der Tabelle von S. 105.

Jahr	Moor	Mittlerer Wassergehalt	Ausbeute an Trockentorf mit 25% Wasser je m ³ Rohrtorf
		%	kg
1923	Schweger Moor bei Osnabrück, Stelle 2	88,15	158
1925	Vehnemoor bei Oldenburg, Stelle 1	90,24	130
1925	Vehnemoor bei Oldenburg, Stelle 2	90,28	130
1924	Edewecht bei Oldenburg	90,91	121
1924	Südmoslesfehn bei Oldenburg	89,94	134
1924	Fintlandsmoor bei Oldenburg, Stelle 1	87,28	170
1924	Fintlandsmoor bei Oldenburg, Stelle 2	90,50	127
1914	Elisabethfehn bei Oldenburg	91,88	108
1923	Klostermoor bei Papenburg	90,91	121
1924	Bourtanger Moor, Stelle 2	89,53	140
1923	Bourtanger Moor, Stelle 1	88,36	155
1923	Bourtanger Moor (holländische Seite)	89,13	145

Aus dieser geht hervor, daß der Wassergehalt abgebauten Moores niemals unter 86% Wasser fiel. Die häufigsten Wassergehalte des verarbeiteten Hochmoortorfes liegen zwischen 88,5 und 90,5% Wasser. Über zwei Drittel (68,5%) der untersuchten Betriebe zeigen im verarbeiteten Torf den genannten Wassergehalt. Einen geringeren Wassergehalt als 88,5% besitzen nur 13% der geprüften Anlagen. Häufiger ist das Überschreiten der Grenze von 90,5% Wasser, und zwar liegen annähernd $\frac{1}{5}$ (18,5%) über dieser Grenze. Der höchste Wassergehalt, der bei diesen Untersuchungen an einer im Abbau befindlichen Pütte gefunden wurde, war 92,05%. Diese Untersuchungen sind in den Jahren 1920 bis 1925 ausgeführt und manche der Anlagen sind im frisch angeschnittenen Moore eingerichtet. Deshalb ist anzunehmen, daß bei der Fortsetzung der Arbeit in den Mooren die höheren Wassergehalte allmählich verschwinden und sich mehr und mehr dem Betrage von 88—90% nähern.

Der Wassergehalt ist natürlich von Einfluß auf die Ausbeute an lufttrockenem Torf. Aus einem Kubikmeter Rohrtorf erhält man bei 91% Wasser im Rohrtorf 120 kg lufttrockenen Torf von 25% Feuchtigkeit. Ist das Moor auf 88% entwässert, so erhält man aus einem Kubikmeter 160 kg lufttrockenen Torf mit 25% Wasser. Da nun die Gewinnungskosten sich im wesentlichen auf die Raumeinheit des geförderten Rohrtorfes beziehen, ist erkennbar, daß die stärkere Entwässerung mit ihrer größeren Ausbeute an Trockentorf den Gestehungspreis je Einheit Trockentorf günstig beeinflussen müßte. Jedoch ist zu beachten, daß mit der stärkeren Entwässerung der Zähigkeitsgrad wächst, und daß dadurch der Kraftbedarf und die Unbequemlichkeiten des Betriebes stark zunehmen. Es liegen jedoch über diese Beziehung keine Zahlen vor. Immerhin deutet die Tatsache, daß man noch vor 25 Jahren die Breitorfherstellung mit größerem Wasserzusatz und ihrer Verminderung der Zähigkeit des zu verarbeitenden Torfes bevorzugt hat, auf die allgemeine Richtigkeit der gemachten Angabe hin.

Um den für die Arbeit im Moore günstigen Wassergehalt zu erreichen, muß das Moor durch ein System von Haupt- und Nebengräben entwässert werden. Es ist natürlich notwendig, geeignete Vorflut zu haben, um für die in größerer Entfernung liegenden Wasserwege die Verbindung mit dem Moore herzustellen. Dabei ist besonders bemerkenswert, daß Querschnitt und Gefälle der Vorflut für Moorentwässerungen denselben Grundregeln unterliegen wie jede für Meliorationszwecke zu schaffende Vorflut, denn die Wassermenge, die aus dem angeschnittenen Moore, bezogen auf eine bestimmte Grundfläche, z. B. 1 ha, aussickert, ist verhältnismäßig klein zu den Mengen, die ein starker Landregen auf die gleiche Fläche fallen läßt. Auch in anderer Beziehung sind die Regeln

des Meliorationswesens zu beachten. Da ja der Torfabbau der Gewinnung landwirtschaftlich verwendbaren Geländes immer dienen muß, wird man zweckmäßigerweise die Entwässerung des Moores so anlegen, daß sie nach dem Abbau weitgehend der Wasserhaltung des gewonnenen Kulturlandes dienen kann.

Das Moor selbst verlangt aber doch Besonderheiten im Vorgehen beim Ausbau der Entwässerung. Die unverletzte Oberfläche des Moores ist verhältnismäßig tragfähig. In den meisten Fällen ist das Moor stark mit Heide, Wollgras und Bindhalm bewachsen und deren stark verfilzte Wurzeln bilden eine zusammenhängende Decke, die auch auf ziemlich weichem Moore eine beachtliche Tragfähigkeit besitzt. Sobald aber das Moor angeschnitten ist, treten Wirkungen auf, die beim Ausbau des Entwässerungsnetzes und der für den Abbau geschaffenen Pütte zu beachten sind. Das angeschnittene Moor ist plastisch, ja bei hohem Wassergehalt zähflüssig und fließt bei starken Druckdifferenzen wie eine Flüssigkeit nach Orten geringeren Widerstandes. Die Folge davon ist, daß die Böschungen zu rasch ausgehobener Gräben zusammenfließen. Zweckmäßigerweise geht man nur 1 m tief, um eine entsprechende Verfestigung der Böschung zu erzielen. Auch empfiehlt es sich, die Böschungen möglichst flach zu wählen. Die aus der Tradition des Handstiches stammende senkrechte Püttenwand führt zu sehr unangenehmen Erscheinungen. Es ist oben angedeutet, daß nach Maßgabe des beim Trocknen eintretenden Wasserverlustes eine Schrumpfung des Moores eintritt. Aus einem Moor mit 95 % Wassergehalt fließen je Kubikmeter des anstehenden Moores beim Entwässern auf 92 % Wasser 375 Liter Wasser ab. Auf jeden Meter Höhe des Moores sackt dieses also um 37,5 cm zusammen. Ein 2 m mächtiges Moor sinkt um 75 cm.

Die beigefügte Zahlentafel erläutert dies für andere Entwässerungsgrade. Es ist erkennbar, daß immer mit der Verringerung des Wassergehaltes, wie er beim Anschneiden des Moores auftritt, ein Absinken der Püttenwand stattfindet, und zwar um 15 bis fast 40 % der ursprünglichen Moormächtigkeit. Dieses Absacken ist aber nur in der Nähe der Püttenwand so stark und es

Wasserverlust und Absacken des Moores bei der Entwässerung

Beim Sinken des Wassergehaltes		Wasserverlust je m ³ Rohortorf Liter	Absacken der Mooroberfläche je m Mächtigkeit cm
von %	auf %		
95	92	375	37,5
92	90,5	158	15,8
92	89,5	238	23,8
92	88,5	304	30,4

nimmt in das Moor hinein rasch ab. Dabei krümmt sich die zusammenhängende

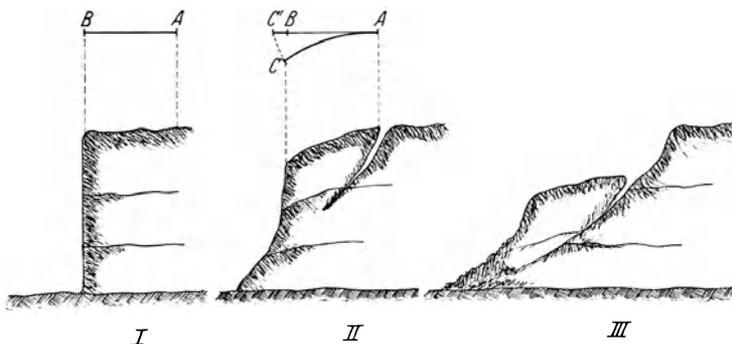


Abb. 22. Abstürzen des Püttenrandes infolge der Entwässerung.

Decke. Um aber die der Krümmung entsprechende Länge annehmen zu können, muß sich die Decke dehnen (vgl. Abb. 22). Es treten in ihr wachsende Zug-

spannungen auf, denen sie schließlich nicht mehr gewachsen ist. Die Decke zerrißt, und zwar erfahrungsgemäß in der Entfernung von 2—5 m von der ursprünglichen Püttenwand. Nun entsteht eine Scholle, die durch einen Spalt vom unberührten Moore getrennt ist. Sie liegt mit ihrem Gewicht auf dem speckigen, außerordentlich plastischen älteren Torf, der unter dieser Last zur Seite gedrückt wird. Der Spalt reißt weiter und die Scholle rutscht auf dem glatten beweglichen Specktorf ab (Abb. 22 u. 23). Das ist ein Betriebsunfall, wie er außerordentlich häufig bei senkrechten Pütten auftritt. Sein Eintreten wird noch gefördert, wenn am Püttenrande eine Maschine mit ihrem Gewichte und starker Bewegung läuft. Sehr häufig rutscht dann die Torfmaschine mit der großen Torfscholle ab und gibt zu langdauernder Betriebsunterbrechung Anlaß. Man kann der geschilderten Erscheinung entgegenarbeiten, wenn man, wie schon gesagt, die neue



Abb. 23. Abrutschen des Püttenrandes infolge Entwässerung.

Pütte langsam und in Absätzen in das Moor einschneidet, ferner aber auch seitlich zur Pütte ziemlich weit ins Moor hinein Entwässerungsgräben zieht, um die Schrumpfung des Moores auf eine größere Fläche zu verteilen und damit die Bogen- spannung möglichst auszuschalten. Diese Wirkung wird noch dadurch unter- stützt, daß das Moor in den Sommermonaten auch nach oben austrocknet. Ferner hat die Erfahrung bewiesen, daß der Ersatz der senkrechten Püttenwand durch eine schräge Böschung das Übel des Abstürzens besonders stark vermindert.

Torfgewinnung.

Für die systematische Betrachtung der Methoden zur Torfgewinnung ist die Tatsache besonders wichtig, ob bei der Gewinnung des Torfes das natürliche Gefüge des Torfes, so wie es sich im anstehenden Moor darbietet, erhalten bleibt, oder ob eine Zerstörung des Gefüges und innige Durcharbeitung stattfindet, wo- bei natürlich auch eine Mischung der verschiedensten Torfschichten erfolgen kann. Die erste Art wird immer so durchgeführt, daß mit Schneidewerkzeugen ein be- stimmtes Stück vom Moore gelöst und weiterbefördert wird. Man nennt die auf diese Weise gewonnene Torfart Stichtorf. Die zweite Art, bei der eine starke

Durcharbeitung der Torfschichten erfolgt, die in den verschiedensten Ausführungsarten geschehen kann, wird am besten durch die Bezeichnung Knettorf zusammengefaßt. Stichtorf und Knettorf unterscheiden sich ganz wesentlich. Da jedes gestochene Stück Torf die Eigenschaften des kleinen Bereiches im Moore, aus dem das Stück gestochen ist, widerspiegelt, sind in einer größeren Masse von Stichtorf die Eigenschaften von Stück zu Stück verschieden. Im Gegensatz dazu wird durch die innige beim Knettorf übliche Durcharbeitung größerer Massen eine ziemlich weitgehende Gleichmäßigkeit hervorgebracht. Die Durcharbeitung hat auch weitergehende Folgen, insbesondere auf die Verdichtung, die weiter unten besprochen werden soll.

Im einzelnen ist dann weiter zu beachten, daß sowohl mit Rücksicht auf die Trocknung wie auf die spätere Verwendung der Torf in die bestimmte Form von backsteinähnlichen Stücken gebracht werden muß. Die Stücke heißen, insbesondere im niedersächsischen Gebiete, Soden, einerlei, ob die Sode unmittelbar aus dem angeschnittenen Moor ausgeschnitten ist, oder ob sie durch nachträgliche Formgebung zustande kommt. Die Torfgewinnung zerfällt also allgemein in vier Einzeloperationen: 1. Lostrennung vom Moor, 2. Hebung der abgetrennten Stücke, 3. Formgebung, 4. Wegführung zum Trockenfeld. Beim Stichtorf fallen Lostrennung und Formgebung zusammen. Hebung und Wegfuhr gestalten sich außerordentlich einfach. Bei der Herstellung des Knettorfes sind für alle Einzeloperationen maschinelle Einrichtungen vorhanden und sehr entwickelt.

Einteilung der Gewinnungsarten des Brenntorfs.

Förderung im Zustande, in dem der Torf ansteht				Förderung in verflüssigter Form		
Ohne besondere Verarbeitung: Grobtorfarten			Mit nachfolgender Verarbeitung der Rohmasse: Knettorfarten			
In Sodenform	In unbestimmter Form		Beförderung zum Trockenfeld in Sodenform. Zäh Masse, da kein oder geringer Wasserzusatz bei der Verarbeitung	Beförderung zum Trockenfeld in ungeformtem Zustand. Weiche Masse, da Verarbeitung mit hohem Wassergehalt		
				Breitorfarten		
	Kleinstückig	Grobstückig		Sodenteilung in Modeln	Sodenteilung durch Schneiden auf dem Trockenfeld	
Stichtorf	Krümeltorf	Brockentorf Schollentorf	Maschinenformtorf Strangtorf	Modeltorf	Backtorf	Spritztorf

Einen schematischen Überblick über die Torfgewinnungsmethoden gibt die obige Tabelle. Für die vorliegende Behandlung genügt die Besprechung folgender Verfahren.

Stichtorf. Die Werkzeuge zum Stechen des Torfes, die Art, sie zu hantieren, und die Formate der gestochenen Soden sind in den verschiedenen Moorgegenden sehr verschieden. Neben Einflüssen der Gewohnheit und Tradition spielt dabei die Rücksicht auf Moorart und Klima eine Hauptrolle. Je höher die Luftfeuchtigkeit, je größer die Regenhöhe an einem Orte und je kürzer die für die Feldtrocknung geeignete Jahreszeit ist, um so kleiner macht man die Sode und um so mehr wählt man ein Format, das im Verhältnis zur Masse große Oberfläche entwickelt. Speckiger, langsam trocknender Torf bedarf kleinere Soden als wenig zersetzter, noch viel Pflanzenfasern enthaltender Torf. Die Stichmethoden sind überall, wo alte Tradition herrscht, so entwickelt, daß unabhängig von der Gegend und

Stechart je Kopf und Stunde gleiche Leistung (ca 1 m³ Rohrtorf in Soden auf das Trockenfeld ausgelegt) erzielt werden.

Im Niedermoor hat sich frühzeitig ein mechanisches Hilfsmittel zum Stechen eingebürgert, die BROSOWSKISCHE Stechmaschine, die gestattet, mit einem Stich aus dem tief unter den Wasserspiegel reichenden Moore eine Torfsäule abzustechen und mit Hilfe eines Zahnstangengetriebes hoch zu ziehen. Während die Säule hochgeht, wird sie in Soden geteilt. Auf das Hochmoor läßt sich die Maschine nicht übertragen, weil ihr Stechfuß in den Wollgrasnestern zu großen Widerstand findet.

Das Stechen der Soden im unveränderten, das Gefüge des Moores noch durchaus zeigenden Zustand hat eine ganz besondere Bedeutung für die Gewinnung des Rohstoffes für die Torfstreu- und Torfmullherstellung. Mit der Zerstörung des ursprünglichen Gefüges würde der Torf seinen lockeren Aufbau verlieren, er würde stärker schrumpfen, dichter werden und damit gingen alle für die genannten Zwecke wertvollen Eigenschaften (Elastizität, Wasser-saugfähigkeit, schlechte Wärmeleitung usw.) verloren. Die Torfstreuerwerke haben deshalb einen großen Bedarf an Stechern und seit Jahren sind Bestrebungen im Gange, den Torfstich unter Schonung des Gefüges mit Maschinen zu betreiben. Als die erfolgreichste unter diesen Sodenstechmaschinen ist diejenige von DYCKERHOFF, STROBACH und ROST¹ zu betrachten. Eine längere Betriebsperiode im Poggenmoor bei Neustadt a. Rbg. bewies die Brauchbarkeit, vor allem die Eigenschaft, genau geschnittene Soden mit unbeeinträchtiger Struktur aufs Trockenfeld zu liefern.

Der Stichtorf ist immer, wie schon oben gesagt, von Sode zu Sode ungleich, vor allem aber locker, porös. Im trockenen Zustande nimmt er, dem Regen ausgesetzt, begierig Wasser auf. In sehr großen Mieten, in denen nur die äußersten Soden durchnässen, aber gleichzeitig die inneren schützen, kann man Stichtorf im Freien lagern.

Knettorfarten. Bei diesen Verfahren findet eine Trennung der oben aufgezählten Einzeloperationen der Torfgewinnung statt. Aber der wesentliche Vorgang aller hierher gehörenden Verfahren ist die innige Verarbeitung des Rohstoffes durch schlagende, schneidende und mischende Werkzeuge oder Maschinenteile. Es wird dabei eine Durchmischung der übereinander liegenden Schichten eines Torfanschnittes erreicht, so daß das Erzeugnis viel gleichmäßiger als der Stichtorf ist. Noch wichtiger aber ist, daß durch die Zerkleinerung der sich sperrend im Torf lagernden gröberen Pflanzenreste und die innige Durchmischung mit dem kolloiden Torfhumus im Erzeugnis stärkeres Schrumpfen beim Trocknen hervorgerufen wird, so daß das Erzeugnis sehr viel dichter als der Stichtorf wird. Die Schrumpfung, die ein Torf an sich besitzt, ist vom Zersetzungsgrad, also bei einem Profil ziemlich von der Tiefenlage abhängig (vgl. Abb. 24). Das scheinbare spezifische Gewicht von jüngerem Moostorf in trockenem Zustande ist ungefähr nur 0,3. Ein wenig zersetzter Torf besitzt 0,5 und 0,6 und gut zersetzter Torf 0,8 als scheinbares spezifisches Gewicht. Die am meisten zur Knettorferzeugung verwandten Maschinen ähneln den Fleischhackmaschinen und Ziegelpressen. Ihre Wirkung beruht darauf, daß eine oder zwei Förderschnecken die Torfmasse durch ein Mundstück drücken. Die Förderkraft der Schnecken ist größer als die Durchflußgeschwindigkeit durch das Mundstück. Infolgedessen findet im Innern der Maschine eine Stauung der Torfmasse und damit ein vielfaches Durcharbeiten statt. Eine Entwässerung oder eine unmittelbare Verdichtung tritt in diesen Maschinen nicht ein. Bei einer größeren Anzahl von derartigen Maschinen wurde

¹ KEPPELER, G.: Erfahrungen und Neuerungen auf dem Gebiete der Brenntorf-gewinnung. Mitt. Ver. Fördrg. Moorkultur 39, 156 (1921).

das Raumgewicht des in die Maschine hinein gegebenen Rohtorfes und des aus dem Mundstück kommenden Knettorfes untersucht¹. Es zeigte sich dabei, daß in der Mehrzahl der Fälle durch das Einarbeiten von Luft eine kleine Verminderung des Raumgewichtes, also eine kleine Auflockerung des Gefüges eingetreten war. Ist eine Verdichtung vorhanden, so bewegt sie sich in Bruchteilen eines Prozentes und nur in drei Fällen, wo Niedermoororf aus dem holländischen Grenzgebiete, der im Moore schon eine sperrige lockere Lagerung zeigt, verarbeitet wurde, war eine Verdichtung von 3—6% feststellbar. Daraus geht hervor, daß die beobachtete Verdichtungswirkung nicht in der Knetmaschine selbst hervorgebracht wird, sondern daß sie lediglich eine Folge des durch die Mischung erzeugten größeren Schrumpfungsvermögens ist. Aus diesem Grunde ist auch die Bezeichnung derartiger Maschinen als Torfpresse nicht zutreffend.

Die mit einer Maschine erzielbare Verdichtungswirkung hängt nicht nur von der Ausbildung der Zerkleinerungs- und Mischorgane in der Maschine ab, sondern

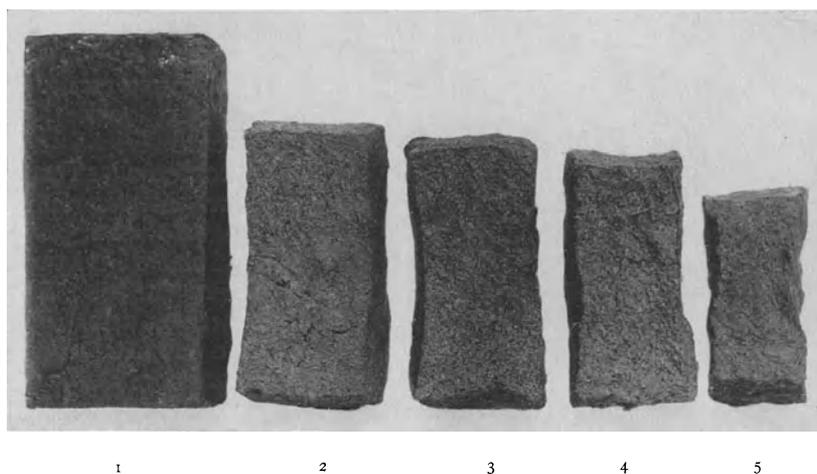


Abb. 24. Schrumpfung von verschieden stark zersetztem Torf.

1 ursprüngliche Größe im moorfeuchten Zustande. 2—5 Größe nach dem Trocknen. 2 Torf aus 1 m Tiefe, Zersetzungsgrad 32,4%. 3 Torf aus 2 m Tiefe, Zersetzungsgrad 38,6%. 4 Torf aus 3 m Tiefe, Zersetzungsgrad 62,2%. 5 Torf aus 4 m Tiefe, Zersetzungsgrad 72,2%.

auch von der Torfart selbst. Es besteht deshalb die Schwierigkeit, die Verdichtungswirkung verschiedener Maschinen zu vergleichen, da es nicht möglich ist, mit den Betriebsmaschinen die verschiedensten Torfarten zu verarbeiten. Zweckmäßigerweise bezieht man deshalb die Verdichtungswirkung einer Maschine auf eine kleinere Laboratoriumsmaschine, die man im Laboratorium mit Durchschnittsproben der verschiedensten Torfarten betreiben kann. Es ist hierfür zweckmäßig, eine kleine Haushalts-Fleischhackmaschine mit geändertem Mundstück zu benutzen. Treibt man nun durch eine solche Maschine einen gegebenen Torf mehrfach hindurch und nimmt nach jedesmaligem Durchgang eine Probe, von der nach dem Trocknen das scheinbare spezifische Gewicht bestimmt wird, so erhält man durch graphische Auswertung eine Kennlinie, die in Abhängigkeit von der Anzahl der Durchgänge die Verdichtungseignung eines Torfes bei maschineller Verarbeitung zeigt².

¹ KEPPELER, G.: Torftechnische Fragen. Mitt. Ver. Fördrg. Moorkultur 41, 82 (1923); 43, 147 (1925). — PETERS, W.: Untersuchung von Torfgewinnungsmaschinen auf norddeutschen Hochmooren, S. 59. Dissert., Hannover 1929.

² PETERS, W.: Untersuchung von Torfgewinnungsmaschinen auf norddeutschen Mooren, S. 57. Disert., Hannover 1929.

Sucht man nun auf dieser Kennlinie das Raumgewicht des mit der Feldmaschine aus dem gleichen Torf erhaltenen Erzeugnisses auf, so kann man feststellen, wie vielmaligem Durchgang in der Laboratoriumsmaschine die Arbeit der Maschine entspricht. In Abb. 25 sind für 3 Torfarten die Kennlinien für die Verdichtungseignung eingetragen. Sie zeigen, wie verschieden sich die Torfarten verhalten. Ferner sind durch dicke Striche in den Kurven die Raumgewichte der aus gleichem Torf mit Feldmaschinen erhaltenen Erzeugnisse eingetragen. Es ist erkennbar, daß die W-Maschine fast die doppelte Verdichtungswirkung wie die D-Maschine beim gleichen Torf hat. Die M-Maschine übt beim Torf, der schon ein spezifisches Gewicht von über 0,7 beim Stichtorf zeigt, keine größere Verdichtungswirkung aus, als sie die D-Maschine bei einem sehr leichten Torf zeigt.

Neben der geschilderten Art von Maschinen, die als Formtorfmaschine oder wegen der Form des endlosen Stranges, in dem das Erzeugnis aus der Maschine

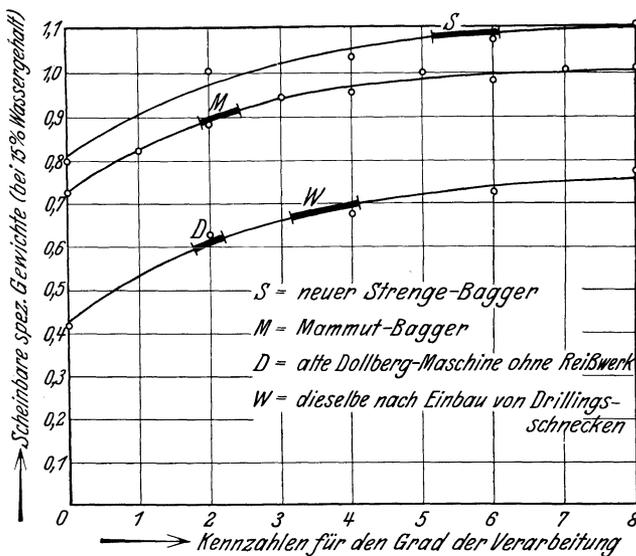


Abb. 25. Verdichtung von Torf durch Maschinenverarbeitung.

kommt, auch als Strangtorfmaschine bezeichnet wird, ist noch eine besondere Art der Verarbeitung zu nennen, bei der entweder außerordentlich wasserhaltiger Rohrtorf oder Torf aus besser entwässertem Moore unter Zusatz von Wasser zu einem Brei verarbeitet wird (Breitorf). Torf dieser Art von Verarbeitung hat zu unmittelbarer Sodenformung keine ausreichende Zähigkeit. Man breitet die Masse in gewisser Schichthöhe auf dem Trockenfelde aus und teilt mit geeigneten Schneidinstrumenten (Radmesser)

das Feld in Soden ein (Backtorf). Auch wird der Torfbrei in Holzrahmen mit einer der Sodengröße entsprechenden Fächereinteilung gefüllt und glatt gestrichen, so daß beim Wegheben der Formen die Soden einzeln für sich stehen (Modeltorf). Diese aus der bäuerlichen Erfahrung stammende Breitorferzeugung hat man in früheren Jahren vielfach versucht, ins große zu übersetzen. Sie ist aber neuerdings verdrängt worden. Sehr nahe steht ihr das in Rußland, wo andere Methoden mit größter Leistungsfähigkeit wegen der starken Holzeinschlüsse versagen, aufgekommene Spritztorfverfahren, wo ein scharfer Wasserstrahl die Moormasse abspritzt und zermalmt. Der so gewonnene Brei wird auf Trockenfelder gepumpt und ganz im Sinne der Breitorfverfahren in Sodenform gebracht und getrocknet.

Mit dieser Schilderung der wesentlichen Torfverarbeitungsmethoden ist z. T. schon die Lösung der übrigen Teilaufgaben bei der Torfgewinnung behandelt. Der eigentliche Abbau, also die Lostrennung des Torfes vom Moor, kann mit der Hand geschehen. Der abgegrabene Torf muß dann durch Elevatoren (Zubringer) den Maschinen zugeführt werden. Der heutige Großbetrieb benutzt aber für den Abbau eigens dafür konstruierte Bagger, die gleichzeitig der Torfmaschine den abgeschnittenen Torf zuführen. Für die Verarbeitung und Formgebung ist die

oben geschilderte Strangtorfmaschine, die mit einem selbsttätigen Sodenschneider versehen ist, vorherrschend. Für die Wegführung vom Trockenfeld dienten früher Etagenwagen, die eine Reihe von Brettern, auf denen die Soden lagen, aufnehmen konnten. Eine Vervollkommnung war der Seilbrettförderer, der eine den vorliegenden Verhältnissen angepaßte Konstruktion einer kleinen Seilbahn darstellt und die mit Soden belegten Bretter zum Trockenfeld führt sowie die leeren Bretter zurückbringt. Alle diese Methoden erfordern viel Handarbeit. Überlegen ist der 1908 aufgekommene und seitdem vervollkommnete automatische Sodenausleger, der die aus der Strangtorfmaschine kommenden Soden aufnimmt und reihenweise auf das Trockenfeld ablegt. Der heutige Großgewinnungsbetrieb beruht fast ausschließlich auf der Zusammenarbeit von Bagger, Strangmaschine, Sodenschneider und Sodenausleger. Dieses geschlossene Aggregat wandert an einer viele 100 m, ja kilometerlangen, geradlinigen Pütte entlang. Von ihrer Wand nimmt der Bagger den frischen Torf, wirft ihn unmittelbar in die daneben stehende Knetmaschine, die ihn sogleich auf das senkrecht zur Wanderungsrichtung stehende Auslegerband führt. So wird in einem 40—70 m breiten Streifen das Feld parallel zur Pütte fortlaufend mit frischen zur Gewinnung ausgelegten Soden belegt. Durch diese Zusammenarbeit ist die Torfgewinnung weitgehend mechanisiert worden, so daß einerseits die für eine gegebene Produktion notwendige Arbeiterzahl außerordentlich stark verkleinert, andererseits die Leistungsfähigkeit (5000—15000 t je Maschineneinheit und Saison) vergrößert und der Gestehungspreis trotz erheblich gestiegener Löhne, Steuern, Sozialabgaben und Materialkosten vermindert wurden.

Torftrocknung.

Feldtorftrocknung. Der hohe Wassergehalt, den die Torfsoden aus dem Moore mitbringen, wird durch die Trocknung an der Luft beseitigt. Die Soden werden zu diesem Zwecke auf dem Trockenfelde ausgebreitet. Die Verwendung von Gestellen, Trockenschuppen und ähnlichen Einrichtungen, wie sie der bäuerliche Torfbetrieb in rauheren Gegenden kennt, sind für die Gewinnung in größerem Maßstabe unwirtschaftlich. Der Hauptfaktor für die Trocknung ist die Trockenheit der Luft und die Stärke ihrer Bewegung. Jedoch sind sie nicht allein maßgebend. Der Trocknungsvorgang ist im wesentlichen noch abhängig von der Geschwindigkeit, mit der das Wasser aus dem Innern des Torfstücks an die Oberfläche wandert. Aber diese ist gerade beim kolloiden Torf mit der überaus dispersen Verteilung der Wasserwege sehr klein. Günstiges Verhältnis von Oberfläche zur Masse befördert deshalb die Trocknung¹. Ebenso fördernd wirkt höhere Lufttemperatur, wenn sie das ganze Torfstück durchwärmt und so die Beweglichkeit des Wassers erhöht. Starke Sonnenstrahlung ist ungünstig. Sie trocknet außen rascher als von innen Wasser nachwandern kann. Das Äußere schrumpft deshalb stärker, wird vom Kern am Zusammenziehen aufgehalten und zerreißt infolgedessen. Beim Stichtorf, besonders beim jüngeren Moostorf, bilden die Pflanzenreste verhältnismäßig grobe Kanäle, zu denen in der kolloiden Masse sehr kurze Wege führen und die selbst das Wasser schneller an die Oberfläche bringen. Deshalb trocknet Stichtorf besser und rascher als Knettorf aller Art.

Die Trocknung wird durch althergebrachte Maßnahmen beschleunigt. Hat die Sode genügende Festigkeit (bei 65—70% Wasser), so wird sie gewendet, um die noch feuchter gebliebene untere Seite nach oben zu bringen. Später werden die Soden zunächst in kleine („ringeln“), dann in größere Haufen gesetzt („häufeln“), um sie noch mehr der Luftbewegung auszusetzen. Ist der Torf ausreichend trocken, so wird er entweder unmittelbar abgefahren oder auf dem Moor

¹ Vgl. S. 109.

in großen „Mieten“ aufgestapelt, die mit Gräben umzogen sein sollten, um die Durchnässung von unten zu verhindern.

Für den Verlauf und das Endergebnis der Trocknung sind die Hygroskopizitäten¹ des Torfes maßgebend. Für die verschiedenen Torfarten ist der Verlauf des Trocknungsvorganges, der am besten durch das Konzentrations-Dampfdruckdiagramm wiedergegeben wird, im Grundsätzlichen übereinstimmend. Ein solches Diagramm für 20° C ist in Abb. 26 nach Versuchen des Verfassers² wiedergegeben. Die Werte werden, ähnlich wie es VAN BEMMELEN³, sowie ZSIGMONDY und BACHMANN⁴ für andere Quellungskolloide, insbesondere Kieselsäure, ODÉN⁵ für Humusarten getan haben, dadurch erhalten, daß man sich den Torf mit Schwefelsäure einer bestimmten Konzentration und damit eines bestimmten Dampfdruckes ins Gleichgewicht setzen läßt und dann aus der Gewichtsabnahme den Wassergehalt

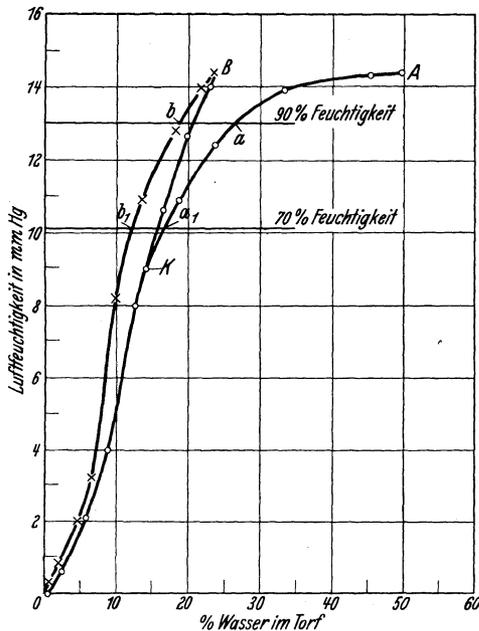


Abb. 26.
Konzentrations-Dampfdruckdiagramm von Torf.

des Torfes bestimmt. Der moorfeuchte Rohtorf trocknet auf der Kurve $A KO$, d. h. bei einer geringen Senkung des Wasserdampfdruckes nimmt der Wassergehalt zunächst rasch ab. Unter 30% Wasser führen größere Änderungen der Wasserdampfkonzentration in der Luft zu wesentlich kleineren Abnahmen des Wassergehaltes. Je mehr man sich vollkommen trockener Luft nähert, um so mehr geht die Gleichgewichtsfeuchtigkeit im Torf zurück und kommt schließlich auf einen ganz geringen Betrag, der als chemisch gebunden angesehen werden muß. Es ist bemerkenswert, daß, wenn ein vollkommen trockener Torf wieder nach und nach durch Luft von steigender Wasserdampfkonzentration angefeuchtet wird, die Wasseraufnahme nicht auf der Kurve OKA verläuft, sondern daß geringere Beträge von Wasser aufgenommen werden, als sie beim Trocknen im Torf bei den gleichen Wasserdampfkonzentrationen der Luft zurückbleiben. Die Anfeuchtung verläuft auf der Kurve $Ob_1 bB$. Durch das Trocknen hat also der Torf einen wesentlichen Teil seiner Dispersität und seiner Quellungs-fähigkeit verloren. Während man von 85% ursprünglichen Wassergehaltes ausging, kann er nach der Trocknung in feuchter Luft maximal sich nur bis $22\frac{1}{2}$ % wieder anfeuchten. Trocknet man diesen Torf wieder, so mündet die Dampfdrucklinie bei K in die ursprüngliche Trocknungskurve ein. In diesem Punkte verhält sich dann der Torf wieder wie der vom Ausgangszustande auf den gleichen Trockenheitsgrad gebrachte Torf.

In das Kurvenbild sind noch für die Wasserdampf-tensionen, die einer Luft von 90% Feuchtigkeit und einer solchen von 70% Feuchtigkeit entsprechen,

¹ ODÉN, Sv.: Die Huminsäuren. Kolloidchem. Beih. 11, 117 (1919).

² KEPPELER, G.: Torftechnische Fragen. Mitt. Ver. Fördrg. Moorkultur 47, 142 (1929).

³ BEMMELEN, VAN: Die Adsorption, gesammelte Arbeiten hrsg. von Wo. OSTWALD, S. 202. Dresden: Steinkopff 1910.

⁴ ZSIGMONDY, R.: Phys. Ztschr. 14, 356. — ZSIGMONDY, R., W. BACHMANN u. E. F. STEVENSON: Über einen Apparat zur Bestimmung der Dampfspannungsisothermen des Gels der Kieselsäure. Z. anorg. Chem. 75, 189 (1912).

⁵ ODÉN, Sv.: Die Huminsäuren. Kolloidchem. Beih. 11, 117 (1919).

Linien eingetragen. Die Schnittpunkte dieser Geraden mit der Trocknungskurve und der Anfeuchtungskurve sind mit a und b bzw. a_1 und b_1 bezeichnet. Man erhält so den Wassergehalt, zu dem moorfeuchter Torf bei den genannten Luftfeuchtigkeiten bei Zimmertemperatur abtrocknet (a und a_1) und die Wassergehalte, zu denen vollkommen trockener Torf bei den genannten Feuchtigkeiten wieder anfeuchtet (b und b_1). Es ist nun bemerkenswert, daß Torfe von verschiedenem Zersetzungsgrad, mit und ohne Verarbeitung und Feldtrocknung untereinander sehr geringe Unterschiede zeigen. In folgender Tabelle sind für Torfproben verschiedenen Zersetzungsgrades, einerseits für Bohrproben, andererseits für Torfmullproben des Handels, die betreffenden Zahlen eingesetzt.

Wasseranziehung von trocknendem und wiederbenetztem Torf.
(Vgl. Abb. 26.)

Teufe	Zersetzungsgrad	Punkt K	90% Luftfeuchtigkeit		70% Luftfeuchtigkeit	
			a	b	a ₁	b ₂
Prozent Wasser						
Vom Rohtorf ausgehend (Proben zu Abb. 24, S. III, gehörig).						
1 m	32,4	15	27,5	19,0	16,5	12,0 %
2 m	38,6	18	26,0	21,5	18,0	16,0 %
3 m	62,0	18	27,5	22,0	19,0	15,5 %
4 m	72,2	16	28,0	21,0	17,0	13,0 %
Lufttrockene Torfmullproben (vgl. auch Tabelle auf Seite 123).						
Nr. 12	51,2	—	24,0	22,0	18,5	15,5 %
Nr. 16	45,1	—	23,5	21,5	17,5	15,0 %
Nr. 17	27,9	—	24,0	22,5	17,5	15,5 %

Diese Zahlen¹ zeigen, daß bezüglich der Hygroskopizität und des allgemeinen Trocknungsverlaufes zwischen den einzelnen Torfproben ein sehr geringer Unterschied besteht. Die Unterschiede zeigen sich nur im zeitlichen Verlauf. Die Durchführung solcher Versuche ist aber immer außerordentlich zeitraubend. Es dauert im Anfang Wochen, bis der Torf sich auf einen bestimmten Gleichgewichts-Wassergehalt einstellt, im ganzen 3—4 Monate, bis die Aufnahme der Kurve vollendet ist. Auch hierin kommt zum Ausdruck, wie langsam die Wasserbewegung innerhalb des Torfes ist und wie langsam er sich zum Wassergehalte der Umgebung ins Gleichgewicht setzt. Dies Verhalten geht durchaus parallel mit dem Verhalten bei der Feldtrocknung, wie es oben geschildert ist.

In der Feldtrocknung werden die den Hygroskopizitäten entsprechenden Trockenheitsgrade (ca. 15%) nur selten erreicht. Das Ergebnis der Feldtrocknung ist natürlich stark von den Witterungsverhältnissen abhängig. 18% Endfeuchtigkeitsgehalt ist recht günstig, wird aber nur in trockenen Sommern erreicht. Als „gut feldtrocken“ wird man im Durchschnitt einen Torf mit 25% Feuchtigkeit nennen. 30% sollte die obere Grenze sein, wird aber in nassen Sommern auch nur schwer erreicht. Ebenso ist die Dauer der Trocknung stark vom Wetter abhängig. Unter günstigen Umständen ist die Trocknung in

¹ Über analoge Untersuchungen, die die Abhängigkeit der Wasserbindung von der Vorbehandlung (Gefrieren, Erhitzen) für isolierten reinen Torfhumus aufklären, siehe G. KEPPELER u. F. KRANZ: Über die Wasserbindung im Hochmoorhumus. Kolloid-Z. 36 (Ergänzungsbd. ZSIGMONDY-Festschr.) 318 (1925). — Über das angebliche Austrocknen in gesättigter Atmosphäre, das auf dem Aussickern des Kapillarwassers beruht, vgl. G. STADNIKOFF: Torfchemische Untersuchungen. Kolloidchem. Beih. 30, 197 u. 297 (1930). — R. VON SCHRÖDER: Über Erstarrungs- und Quellungserscheinungen von Gelatine. Z. phys. Chem. 45, 109 (1903). — L. K. WOLFF u. E. H. BÜCHNER: Über das SCHRÖDERSche Paradoxon. Ebenda 89, 271 (1915).

3 Wochen durchgeführt, sie kann aber auch 6 Wochen in Anspruch nehmen und ist manchmal auch dann noch unvollkommen. Die Feldtrocknung schränkt die Torfgewinnung auf kurze Zeit des Jahres ein. Aber dies ist nicht so sehr wegen der Möglichkeit zu trocknen der Fall, denn diese besteht auch in den meisten Monaten, sondern wegen der Gefahr vor Spät- bzw. Frühfrösten. Gefriert eine frische oder wenig angetrocknete Sode, so verliert sie ihre Festigkeit und damit ihren Wert. Der Heizwert wird nicht beeinträchtigt, aber das Schrumpfungsvermögen. Sie trocknet zu dem Volumen, das sie beim Gefrieren hatte, bleibt locker und zerfällt bei der geringsten Beanspruchung. Diese Wertverminderung trifft aber nur auf den Brenntorf zu. Streutorf gewinnt an Porosität und Aufsaugvermögen. Deshalb betreibt die Torfstreuindustrie die Torfgewinnung in den Wintermonaten und benutzt die gute Jahreszeit zum

Bergen und Verarbeiten. — Als Dauer der Brenntorfgewinnung kann man durchschnittlich für den Nordwesten Deutschlands 100 Tage, für den Osten und das Alpenvorland 80 Tage annehmen. Man beginnt lieber früher, als daß man bei zu langer Dauer den Rest der Erzeugung einem früh auftretenden Frost aussetzt.

Trocknung mit künstlicher Wärme, die vielfach versucht wurde, um den Torfbetrieb von der Witterung unabhängig zu machen, ist unwirtschaftlich. Torftrockensubstanz hat einen Heizwert von etwa 5000 WE. Die in 1 kg Rohtorf befindliche Trockensubstanz (ca. 10%) gibt also 500 WE. Um die damit behafteten 900 g Wasser zu verdampfen, braucht man $900 \times 600 = 540$ WE. Die Trockensubstanz reicht also nicht einmal theoretisch aus, um das daneben befindliche Wasser zu verdampfen. Dabei ist nicht berücksichtigt, daß jede Feuerung erhebliche Ver-

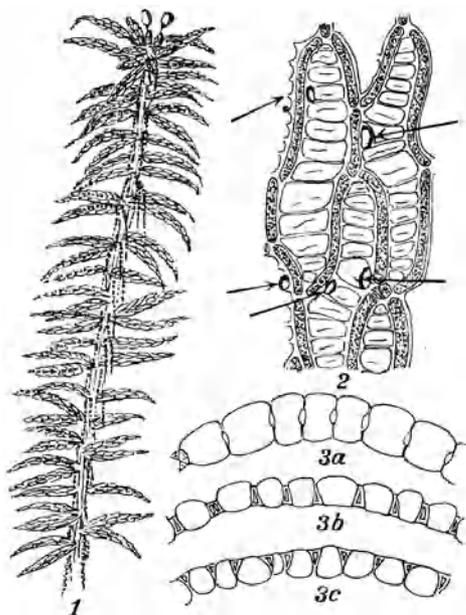


Abb. 27. Sphagnum. [Nach PAUL: Mitt. d. Bayr. Moorkulturanstalt, Heft 4. (1910).]

luste bringt. Gut durchgedachte Versuche, die in dem aus dem Torfwasser erzeugten Dampf steckende Wärme nutzbar zu machen, mußten wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Torfes und anderer technischer Schwierigkeiten erfolglos bleiben.

Entwässerung durch Druck. Für diese liegen theoretisch die Verhältnisse günstiger. Praktisch, oder treffender gesagt wirtschaftlich, bieten sich aber fast unüberwindliche Schwierigkeiten dar. Vielfach ist der Irrtum verbreitet, man müsse die Zellen im Torf sprengen oder öffnen, um den Wasserabfluß zu erleichtern. Das ist falsch. Sofern Pflanzenstruktur im Torf vorhanden ist, befördert sie den Wasserabfluß¹. Die Struktur des im Hochmoor überwiegenden Sphagnums ist ja für die Wasserführung besonders eingerichtet. Abb. 27 zeigt unter 2 eine Gruppe zusammenhängender Zellen dieses Moores. Die dunklen Stellen sind die lebenden, mit Protoplasma erfüllten Zellen. Zwischen sie eingelagert liegen sehr viel größere, durch Spiralen versteifte, leere bzw. wasserführende Zellen. Diese haben Löcher, um

¹ Vgl. die bei Feldtrocknung gemachten Bemerkungen S. 113.

die Pflanze mit dem nährstoffarmen Wasser durchfluten zu können. Diese Löcher sind in der Abbildung durch Pfeile hervorgehoben. Noch deutlicher tritt das Überwiegen dieser Wasserzellen in den Querschnitten von Sphagnumblättchen (3) hervor. Diese durchlöcherten Zellen können durch Zusammenpressen natürlich weitgehend entwässert werden, und wenn sie in einem Preßkuchen liegen, bilden sie in ähnlicher Weise Kanäle, die das Überschußwasser aus dem Innern herausführen.

Demgemäß ist auch jüngerer Moostorf sehr viel leichter durch Druck zu entwässern als der ältere, zu einer speckigen Masse zersetzte Sphagnumtorf, der den Durchtritt von Wasser wie eine mit plastischem Lehm gefüllte Spundwand sperrt. Hierin liegt die Schwierigkeit für das Abpressen des Wassers aus Torf

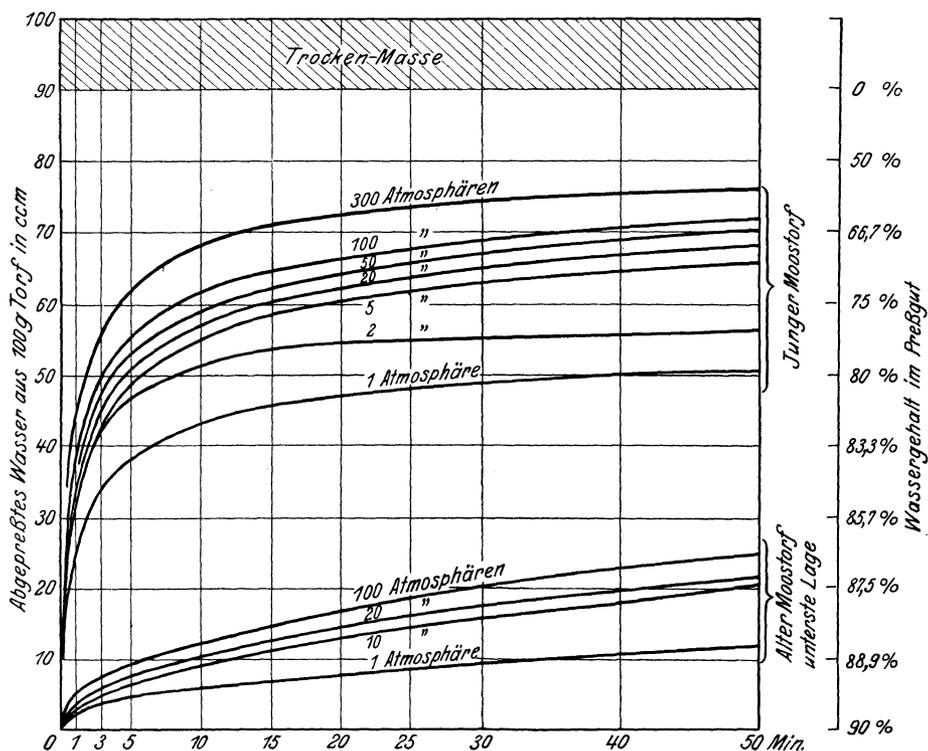


Abb. 28. Wasserabfluß aus Torf, der unter Druck steht.

Das Wasser ist in dem Torfkolloid so fest gebunden¹ und wandert auf den un-
gemein feinen Zwischenräumen so außerordentlich langsam, daß die Entwässerung auf diesem Wege praktisch nicht möglich ist. Versuche des Verfassers sind in ihren Ergebnissen in Abb. 28 dargestellt, sie erläutern das Gesagte deutlich. Es ist durch Kurven wiedergegeben, wie in Abhängigkeit von der Zeit (0—50 Min.) aus 100 g Torf mit 90% Wasser bei verschiedenem, aber in jedem Versuch konstant gehaltenem Druck abfließt. Es ist ganz auffallend, wie sehr viel rascher der Anstieg der Kurven der oberen Schar, also der Wasserabfluß für jüngeren Moostorf, ist, als der im unteren Felde sich darstellende Verlauf für den älteren Moostorf. Man sieht auch, daß die Druckhöhe gar nicht so sehr wesentlich ist. Die

¹ OSTWALD, Wo.: Beiträge zur Dispersoidchemie des Torfes I. Kolloid-Z. 29, 316 (1921). — OSTWALD, Wo. u. P. WOLSKI: Beiträge zur Dispersoidchemie des Torfes II. Ebenda 30, 119 u. 187 (1922). — OSTWALD, Wo. u. A. WOLF: Beiträge zur Dispersoidchemie des Torfes III, IV u. V. Ebenda 31, 197 (1922); 32, 137 (1923); 43, 336 (1927). — STADNIKOFF, G.: Torfchemische Untersuchungen. Kolloidchem. Beih. 30, 197 u. 297 (1930).

Steigerung von 20 Atm. auf 100 Atm. bringt keine auffallende Verbesserung. Alle Kurven lassen erkennen, daß sie, beim jüngeren Moostorf rasch, beim älteren sehr viel langsamer für jeden Druck asymptotisch einem Endwassergehalt zulaufen. Im Sinne der Kolloidkunde gesprochen, heißt das, daß diese Endwasserkonzentration einen Quellungsdruck ergibt, der mit dem von außen wirkenden im Gleichgewicht ist. Betrachtet man aber die in 50 Minuten Versuchsdauer mit dem kleinen Preßkuchen von ursprünglich 200 g erzielte Entwässerung (von 90 % Wasser auf 89 bis höchstens 86 % Wasser beim älteren Moortorf), so wird das Kernproblem der Druckentwässerung von Rohtorf klar. Es ist nicht die Druckhöhe, auch nicht die mechanische Arbeitsleistung, die die technische Durchführung hindert, sondern die außerordentlich lange Zeit, die in Fabrikanlagen jede zweckentsprechende Ausbeute verhindert. Außerdem kommt noch die Schwierigkeit hinzu, daß der stark wasserhaltige Torf unter Druck so plastisch, ja flüssig wird, daß er durch die engsten Öffnungen drängt. Dies erschwert die Preßkonstruktionen und zwingt zu langsamem Druckanstieg.

Die Darlegungen über die Feldtrocknung und Druckentwässerung lassen erkennen, daß die Überwindung der geringen Abflußgeschwindigkeit des Torfwassers gelingt, wenn man dem Wasser ganz kleine Wege zuweist, also mit minimalen Preßkuchen arbeitet. Diesen Gedanken haben BRUNE und HORST¹ geäußert und ins Praktische übertragen. Sie formen den Rohtorf zu Krümeln. Um diese in großer Zahl pressen zu können, ohne daß sie ineinanderfließen, werden sie mit Pulver aus trockenem Torf eingepudert. Eine Unsumme solcher mit Torfstaub eingehüllter Torfstückchen wird in den Preßkasten gefüllt und abgepreßt. Nun ist jedes Krümel ein kleiner Preßkuchen für sich mit kurzen Wasserwegen. Die trockene Umhüllung wirkt dazu wie ein Löschpapier, entzieht Wasser und damit die Plastizität. Die Gefahr der Durchbrechung der Preßkastenwände wird damit aufgehoben. Im weiteren Verlauf bilden die Pulverlagen ein Netzwerk von verhältnismäßig groben Kanälen, das den ganzen Kuchen durchdringt und das Wasser aus dem Innern abführt. Im Verhältnis zu der Zeit, die das Wasser braucht, um aus dem einzelnen Krümel herauszutreten, kann die Zeit für den Abfluß auf den durch das Torfpulver gebildeten Kanälen vernachlässigt werden. Dies ist außerordentlich wichtig, weil man dadurch in der Größe der Pressen nicht eng begrenzt ist. Man hat aber neuerdings gefunden, daß das Abpressen des Krümelhaufwerks in dünner Schicht hinsichtlich des Preßeffekts und der Preßgeschwindigkeit die besten Ergebnisse gibt.

Man geht bei dem Verfahren am besten von etwas vorentwässertem Torf von ca. 87,5 % Wasser aus, damit die Torfkrümel ausreichende Konsistenz haben. Zur Umhüllung der Krümel werden etwa 20 % gut getrockneten Torfstaubes mit 14 % Wasser hinzugesetzt. Durch das Pressen dieses Mischgutes wird der Wassergehalt auf etwa 45 % gebracht. Der im Preßkuchen enthaltene Rohtorf bekommt einen Wassergehalt von 50 %. Damit kommt man zu einem Gute, das bezüglich des Wassergehaltes der Rohbraunkohle entspricht und nun ganz im Sinne der heutigen Braunkohlenbrikkettierungstechnik zu Brikketts gepreßt wird. Dieses Verfahren scheint unter den zur Zeit vorliegenden Vorschlägen das einzige zu sein, das Aussicht auf die wirtschaftliche Durchführung unter den jetzigen Verhältnissen besitzt. Die technische Ausführung ist in immer neuen Formen durchgebildet und verbessert² worden. Seit Jahren hat man nach diesem „Madruck“ genannten

¹ HARTTUNG, M.: Das Madruckverfahren. München: Richard Pflaum 1921. — HORST, H.: Beitrag zur mechanischen Entwässerung des Torfes. Dissert., Hannover 1922.

² KEPPELER, G.: Berichte über die Entwicklung des Madruckverfahrens. Mitt. Ver. Fördrg. Moorkultur 42, 238 (1924); 43, 151 (1925); 45, 220 (1927); 47, 10 (1929); 48, 81 (1930); 49, 162 (1931).

Verfahren gearbeitet. Vorstadien haben sich nicht bewährt. Bei der letzten Anlage im Staatsmoor bei Oldenburg hat sich aber gezeigt, daß nach Beseitigung einiger Fehler der endgültige Erfolg erwartet werden darf. Man baut zur Zeit auf Grund dieser Erfahrungen und im noch vergrößerten Maßstabe bei Staltach am Starnberger See eine neue Anlage, die in kurzem dem Betriebe übergeben werden soll. Es ist zu hoffen, daß damit das von Generationen angestrebte Ziel der künstlichen Entwässerung des Rohtorfes gelöst ist.

Herabminderung der Wasserbindung im Torf¹. Da erkannt worden ist, daß der langsame Wasserabfluß aus dem Torf auf seine Kolloidnatur zurückzuführen ist, hat man alle Mittel, die die Kolloidkunde für die Vergrößerung der Struktur bietet, benutzt, um die Druckentwässerung von Torf zu beschleunigen.

Starke Elektrolyte, insbesondere Säuren und Salze, fällen kolloide Lösungen und entquellen Gallerten. Sie wirken auch beim Torf. Einige Erfinder haben dem Torf Salze zum Zwecke der Erleichterung des Abpressens zugesetzt. Diese Wirkung tritt tatsächlich ein, wie eigene Versuche und die von ODÉN² beweisen. Aber die Wirkung ist nicht ausreichend. Beim Spritztorfverfahren besteht die Schwierigkeit, den erhaltenen Torfschlamm rasch zu ausreichender Konsistenz zu bringen, ohne auf die saisonmäßige Verwendung von Trockenfeldern angewiesen zu sein. STADNIKOFF³ hat gezeigt, daß kolloides Eisenoxyd in geringster Konzentration diese Wirkung herbeiführt. Er hat auch zur Herstellung der kolloiden Eisenoxydlösung ein besonderes Verfahren empfohlen. Auch für die raschere Entwässerung im Moor hat man die Infiltration von Salzen, zum Beispiel nach STADNIKOFF Gips, empfohlen.

Besser benetzende Flüssigkeiten (Öle, Kohlenwasserstoffe usw.) verdrängen das Wasser von der Oberfläche des Torfes und lassen es leichter abpressen. Moorfeuchter Torf nimmt so viel Öl auf, daß das trockene Produkt 50% Öl enthält, ohne daß der Trockentorf sich ölig anfühlt oder gar Öl ausschwitzt. Dies ist für die Herstellung von wenig Wasser aufnehmenden Torfprodukten von Bedeutung. Derartig behandelter Rohtorf läßt das Wasser auch leichter abpressen. Der Erfolg ist für technische Zwecke nicht ausreichend.

Ausfrieren verändert, wie schon angedeutet⁴, den Torf ebenfalls. Beim Pressen läuft das Wasser leichter ab. Doch ist die Wirtschaftlichkeit zu bezweifeln. Vom kolloidkundlichen Standpunkt aus ist bemerkenswert, daß die Gefrierwirkung im Gegensatz zur Hitze- und zur Trockenwirkung im gewissen Grade reversibel scheint. Unmittelbar nach raschem Auftauen ist die Wasserbindung locker. Bleibt aufgetauter Torf naß liegen, so ist er fast so schwer wie ungefrorener abpreßbar⁵. Darin findet die Tatsache, daß durch Frieren des im Moore liegenden Torfes die Bindekraft nicht verändert wird, ihre Erklärung.

Hitzewirkung ist am stärksten. Der Torf wird so gewissermaßen künstlich gealtert. Der technische Effekt ist außerordentlich stark. Mit Leichtigkeit kann ein so behandelter Torf durch Abpressen auf 50% herabgebracht werden. Dem Vorgang liegen nicht nur kolloidchemische Veränderungen zugrunde, son-

¹ STADNIKOFF, G.: Neuere Torfchemie. Dresden u. Leipzig: Steinkopf 1931. — OSTWALD, W. u. ANNA STEINER: Beiträge zur Kolloidchemie von Humussäure und Torf. Kolloidchem. Beih. 21, 98 (1925). — DOUMANSKI, A.: Sur les propriétés colloïdales de la tourbe. Bull. Soc. Chim. France [4] 41, 166 (1927). — KEPPELER, G.: Künstliche Entwässerung von Rohstoff. Technik in der Landwirtschaft, S. 183. 1921. — Brennstoffchemie 3, 237, 249, 263 (1922).

² ODÉN, SV.: Teknisk Tidskrift 1920, H. 3 u. 4.

³ STADNIKOFF, G.: Neuere Torfchemie. Dresden u. Leipzig: Steinkopf 1930; Kolloidchem. Beih. 30, 297 (1930).

⁴ Siehe Seite 116.

⁵ Noch nicht veröffentlichte Versuche des Verfassers.

dern auch rein chemische, denn bei 150° findet Abspaltung von Wasser, Kohlensäure, etwas Methan, sowie Oxalsäure, Essigsäure usw. statt¹. Das Verfahren wird in Gegenwart von Wasser in Druckkesseln durchgeführt. Deshalb wird es als „Druckverkohlung“ oder „Naßverkohlung“ bezeichnet. Am meisten ist EKENBERG² auf diesem Gebiete tätig gewesen. Die zur Durchführung des Verfahrens vorgeschlagenen Verbesserungsvorschläge haben keinen Erfolg gehabt.

Elektroendosmose zeigen alle feindispersen Systeme, die zwischen ein elektrisches Spannungsgefälle gebracht werden. Bei Torf wandert das Wasser an die negative Elektrode. Wird sie als Netz ausgebildet, so fließt das Wasser durch. An der positiven Elektrode scheidet sich wasserarmer Torf ab. Man kommt dabei auf etwa 75% Wassergehalt. Dies ist für den wirtschaftlichen Erfolg nicht ausreichend.

Zusammenfassend ist über die Methoden zur künstlichen Entwässerung des Rohtorfes zu sagen, daß zur Zeit kein vollkommen erfolgreiches Verfahren besteht. Die praktisch nicht ausreichende Wirkung liegt aber nicht etwa in einem relativ hohen Energie- oder Leistungsaufwand. Jede Druckentwässerung zeigt, verglichen mit den Verdampfungswärmen, bei Trocknung mit künstlicher Wärme eine minimale Preßarbeit. Die Verdampfungswärme beträgt für die gleichen Mengen abgepreßten Wassers beim nicht vorbehandelten Torf das 630fache, beim Torf, der im Sinne der verschiedensten Verfahren³ vorbehandelt ist, das 1500—3000fache der aufgewandten Preßarbeit entsprechenden Wärmemenge⁴. Der Mißerfolg kommt dadurch zustande, daß im Verhältnis zu den aufgewandten Anlagekosten die Ausbeute an Masse in der Zeiteinheit zu gering ist. Im Verhältnis zur bewegten Masse (1 m³ Rohtorf) wird zu wenig Fertigprodukt (100 kg) erhalten, und dieses Fertigprodukt ist von zu geringem Werte, so daß es bis jetzt nie die Amortisation und Verzinsung der z. T. sehr komplizierten Anlagen aufbringen konnte. Vielleicht gelingt es aber durch Kombination mehrerer Verfahren und Summierung der einzelnen Wirkungen das Problem zu lösen.

Torfverwendung.

Von einschneidender Bedeutung für die Verwendungsarten des Torfes ist der Vertorfungsgrad. Der starke Gegensatz zwischen der Erhaltung der Struktur in den Lagen des „jüngeren Moostorfes“ und denjenigen des stark zersetzten, kaum noch Pflanzenstruktur zeigenden älteren Moostorfes macht sich auch in der technischen Verwendung und Verarbeitung geltend. Sie müssen deshalb getrennt behandelt werden. Meist vollzieht sich auch der Abbau getrennt. Die Schichten des lockeren jüngeren Moostorfes werden für sich abgebaut, ehe zur Gewinnung des darunterliegenden Schwarztorfes geschritten wird.

Verwendung und Verarbeitung des jüngeren Moostorfes.

In vielen Fällen sind in den hauptsächlichlichen Schichten des jüngeren Moostorfes noch 50—70% der die rezenten Pflanzen zusammensetzenden Stoffe, ferner die wesentlichen Teile der Struktur, und demzufolge auch viele Eigenschaften des Sphagnummooses, vor allem die große Wasseraufnahmefähigkeit erhalten. Sphagnummoos selbst reagiert etwas sauer. Auf dieser saueren Reaktion beruht vermutlich die desinfizierende Wirkung des Sphagnummooses, die durch

¹ BERGIUS, F.: Anwendung hoher Drucke bei chemischen Reaktionen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses von Steinkohle. Halle: W. Knapp 1913.

² EKENBERG: Engineering 1909, 737. Übersetzung davon Dingers Polytechn. Journ. 1910, 151. — Ferner ROOS AF HJELMSÄTER: Teknisk Tidskrift 50, 181 (1920).

³ Vgl. S. 119 u. 120.

⁴ Vgl. G. KEPPELER: Methoden zur künstlichen Entwässerung von Rohtorf. Brennstoffchemie 3, 263 (1922). — Technik in der Landwirtschaft, S. 183. 1921.

starke Adsorption und Wasseraufsaugfähigkeit unterstützt wird. Davon wird praktisch Gebrauch gemacht bei der Herstellung von Verbandstoffen, Binden, d. h. kleinen Kissen aus Verbandmull, die mit trockenem Sphagnum gefüllt sind, sowie bei der Herstellung von Einlegesohlen, die sich durch starke Adsorption auszeichnen. In Neustadt am Rübenberge bestand vor dem Kriege eine Fabrik, die als Besonderheit diese Verarbeitung von Sphagnummoos betrieb. Sphagnumarten (Sph. medium u. Sph. cymbifolium) spielen auch in der Orchideenzucht als Feuchtigkeitsträger für Knollen und Wurzeln eine erhebliche Rolle. Die wichtigste Eigenschaft des Torfmooses ist die eigenartige, mit vielen mikroskopisch kleinen Hohlräumen durchsetzte Struktur (vgl. Abb. 27, S. 116). Gerade diese Eigenschaft ist neben den erwähnten zum großen Teil im jüngeren Sphagnumtorf erhalten. Die meisten Anwendungen dieser Torfart beruhen hierauf.

a) Mechanische Verarbeitung¹. Die durch „Stechen“ gewonnenen, die natürliche Lagerung aufweisenden Torfsoden werden getrocknet, im Reißwolf zerrissen und nach verschiedener Korngröße durch Sieben sortiert. Die größten Anteile (durchschnittlich 2 cm Durchmesser) werden als Torfstreu, das Feinere als Torfmull, das Feinste als Torfmehl bezeichnet. Eine genaue Festlegung der Größengrenzen der Stücke besteht nicht. Sie wechseln mit dem Verwendungszweck. Das zermahlene und gesiebte Gut wird in Ballen gepreßt, wobei 2,5 m³ lose lockere Streu auf 1 m³ zusammengedrückt werden. In Form solcher Ballen, die für die verschiedenen Größen (1, 1/2, 1/3 usw. cm³) handelsüblich sind, wird das Produkt in den Handel gebracht.

Die Torfstreu ist ein hervorragendes Stallstreumittel, in vieler Beziehung dem Stroh überlegen. Infolge der hohen Wasseraufsaugfähigkeit ist Torfstreu viel ergiebiger. Gute Torfstreu sollte das 11fache des eigenen Gewichtes an Wasser aufnehmen. Dabei ist ein Wassergehalt von 30% vorausgesetzt. Gute trockene Ware aus wenig zersetztem Moostorf kann ein noch viel höheres Aufsaugvermögen zeigen, das 16- ja 18fache. Die Sorten des Handels geben aber selten so hohe Werte, weil es im laufenden Betriebe schwer ist, beim Trocknen unter 35% Wassergehalt herunter zu kommen.

Sehr wichtig für die Beurteilung der Torfstreu ist neben der Wasseraufsaugfähigkeit der Wassergehalt. Es bestanden lange Meinungsverschiedenheiten², welchen Prozentsatz Wasser man für Streu zulassen könne. Der Verfasser glaubt, daß besonders wesentlich die Wärmeleitfähigkeit der Torfstreu ist, die mit steigendem Wassergehalt anwächst und bei der Überschreitung eines gewissen Gehaltes die Streuunterlage für das Tier kalt empfinden läßt. Unmittelbare Leitfähigkeitsversuche³ zeigen, daß das Wasser infolge der einseitigen Erwärmung in der Streuschicht wandert. Die Oberfläche wird trockener, tiefere Lagen nasser. Deshalb ist kein einheitlicher Wert zu finden. Aber Vergleiche über die Abkühlung⁴ einer auf 37° geheizten Fläche, die auf die zu prüfende Unterlage von 17° C gesetzt wird, geben wertvolle Anhaltspunkte. Die nachstehende Tabelle zeigt das Ergebnis.

¹ FLEISCHER, M.: Die Torfstreu, ihre Herstellung und Verwendung. Bremen: M. Heinsius Nachf. 1890. — ZAILER, V.: Torfstreu und Torfstreuerwerke mit besonderer Berücksichtigung von Neuanlagen. Hannover: M. u. H. Schaper 1915. — RAHM, F.: Torfstreu und Torfmull. Berlin: P. Parey 1922.

² TACKE, B., H. MINNSEN u. H. IGEL: Über die Bewertung der Torfstreu. Mitt. Ver. Fördrg. Moorkultur Dtsch. Reich 46, 104 (1928). — KEPPELER, G., G. BIESTER u. F. GOEDECKE: Versuche zur Frage der Bewertung von Torfstreu. Ebenda 46, 128 u. 142 (1928). — KEPPELER, G.: Nochmals zur Bewertung von Torfstreu. Ebenda 47, 12 (1929). — TACKE, B. u. H. MINNSEN: Zur Bewertung der Torfstreu. Ebenda 47, 80 (1929).

³ KEPPELER, G.: Torftechnische Fragen. Mitt. Ver. Fördrg. Moorkultur 48, 118 (1930).

⁴ KEPPELER, G.: Über torftechnische Fragen. Mitt. Ver. Fördrg. Moorkultur 49, 163 (1931).

Abkühlung einer 37° warmen Fläche durch Torfstreu verschiedenen Wassergehaltes und durch verschiedene Fußbodenarten.

Unterlage	Nach 3 Sekunden ° C	Nach 5 Minuten ° C
Torfstreu mit 13 % Wassergehalt	0,12	nicht meßbar
Stroh, ganz trocken	0,14	" "
Torfstreu mit 33 % Wassergehalt	gut 0,31	1,33
Trockenes Fichtenholz	0,33	1,80
Torfstreu mit 42 % Wassergehalt	0,44	2,00
Torfstreu mit 53 % Wassergehalt	0,82	2,80
Linoleum	0,94	4,45 (!)
Torfstreu mit 60 % Wassergehalt	mangelhaft 1,06	3,87
Steinzeugfliesen	1,40	7,07 (!)
Torfstreu mit 75 % Wassergehalt	1,66	6,60
Zementboden	1,71	7,07
Torfstreu mit 85 % Wassergehalt	2,63	7,62

Der Vergleich mit Fußbodenarten, die erfahrungsgemäß als „kalt“ bzw. als „warm“ empfunden werden, führt dazu, daß eine Torfstreu mit 45 % Feuchtigkeit und weniger als durchaus unbedenklich angesprochen werden kann.

Neben der hohen Wasseraufnahmefähigkeit ist die Ammoniakbindung und die Konservierung der Stickstoffverbindungen der Jauche wichtig¹. Infolgedessen ist der Torfstreudünger wirksamer als Strohdünger.

In gleicher Weise ist die Verwertung des Torfes für die Beseitigung und Nutzbarmachung des menschlichen Auswurfs von Bedeutung; jedoch wird hierfür das feiner zerkleinerte Material, der Torfmull, verwendet. Das Torfstuhlverfahren ist in vielen kleineren und mittleren Städten eingeführt und für deren gesundheitliche Zustände von großer Bedeutung. Beim heutigen Düngermangel darf auch die volkswirtschaftliche Bedeutung des Verfahrens nicht unterschätzt werden. Dagegen bietet die in gewissem Maße vorhandene Desinfektionswirkung keine volle Gewähr gegen Ansteckungsgefahr².

Neuere Untersuchungen von LIESKE³ über die Wirkung von Braunkohlen als Düngemittel haben ergeben, daß vor allem die Huminsäuren und deren Verbindungen wirksam sind. Da der Torf einen beträchtlichen Anteil dieser Stoffe enthält, sind die Aussichten für eine Verwendung des Torfes als Düngemittel in der landwirtschaftlichen Praxis nicht ungünstig, falls durch größere Feldversuche Ertragssteigerungen nachgewiesen werden.

Die Einführung von Kraftwagen hat dem Torfstreuabsatz sehr viel Abbruch getan, um so mehr als gerade städtische Tierhalter (große Fuhrgeschäfte, Omnibusbetriebe⁴, Brauereien, Feuerwehren usw.) die Verwendung von Torfstreu in ihren Betrieben bevorzugten. Nur schwer konnte ein Ersatz für diesen Ausfall gefunden werden. Zum Teil gelang dies durch stärkeren Absatz von Torfmull als Boden-

¹ MINSSEN, H.: Untersuchungen über das Bindungsvermögen der Torfstreu für Stickstoff in Form von Jauche bzw. Ammoniak. Mitt. Ver. Fördr. Moorkultur 37, 63, 197, 217 (1919). — LEMMERMANN, O. u. H. WIESSMANN: Untersuchungen über die Konservierung der Jauche durch verschiedene Zusatzmittel. Landw. Jb. 52, 297 (1919). — Über die Wirkung einer humosen Braunkohle als Konservierungsmittel für Jauche. Mitt. dtsh. Landw.-Ges. 32, 741 (1917).

² STUTZER, A., GÄRTNER, C. FRÄNKEL u. LÖFFNER: Die keimtötende Wirkung des Torfmulls. Arb. dtsh. Landw.-Ges., H. 1 (1894). — FRÄNKEL, C., TH. PFEIFFER u. WITT: Mustergültige Einführung des Torfstuhlverfahrens in kleineren und mittleren Städten. Ebenda H. 74 (1902).

³ LIESKE, R.: Neuere Untersuchungen über die Wirkung von Kohlen als Düngemittel. Ztschr. angew. Chem. 45, 121 (1932).

⁴ Allein die Berliner Omnibus-Gesellschaft verbrauchte 10000 Ballen im Monat.

verbesserungsmittel¹. Die starke Wasserhaltigkeit und die lockere Struktur spielen auch hierbei eine wesentliche Rolle. In trockenen Zeiten bilden die Torfteile ein Wasserreservoir. Die lockere Struktur erleichtert die Wurzelbildung. Die Adsorptionskraft sammelt die im Boden befindlichen Dungstoffe und überträgt sie an die Pflanze. Besonders bei der Schaffung von Rasen hat sich die Zuzumischung von Torfmull besonders bewährt. Allgemein wird Torfmull für die verschiedensten Zwecke der Gärtnerei verwendet, vor allem ist er ja auch ein wertvolles Hilfsmittel des Laubenzolonisten.

Für eine Anzahl von Torfmullproben des Handels sind einige ihrer Eigenschaften² in nachfolgender Tabelle zusammengestellt, die für die gärtnerische Verwendung des Torfmulls wie auch aus allgemeinen bodenkundlichen Gesichtspunkten von Interesse sind.

Verschiedene Eigenschaften vom Torfmull des Handels.

Probennummer	Asche im wasserfreien Mull %	Schüttgewicht 20 mal gestoßen kg/m ³	Zersetzungsgrad	Säuregehalt nach Tacke in % CO ₂ im wasserfreien Mull	Säuregrad p_H im Extrakt 1:100
1	1,80	65,9	51,2	2,26	4,98
2	1,76	80,3	50,4	2,30	4,95
3	1,92	107,4	50,1	2,42	5,00
4	2,51	95,4	49,9	2,42	4,95
5	1,84	80,3	45,2	2,83	4,64
6	1,08	77,0	45,1	2,77	4,70
7	1,98	106,0	44,8	3,01	4,60
8	1,94	—	42,1	2,83	4,64
9	0,85	73,9	40,3	3,05	4,64
10	2,70	—	39,7	2,47	4,75
11	1,02	80,1	39,0	3,17	4,58
12	2,07	—	38,7	3,07	4,63
13	1,16	—	37,7	2,67	4,70
14	1,88	107,6	36,9	3,08	4,64
15	1,16	83,9	34,6	2,51	4,70
16	1,27	102,7	34,3	2,78	3,90
17	1,35	63,9	87,9	3,08	4,64
Mittelwerte	1,66	86,5	—	2,75	4,68

Die Annahme, daß Wollgrasschöpfe saurer als der Moosanteil im Mull seien, trifft nicht zu. Der Verfasser fand den Säuregehalt von Wollgrasschöpfen aus Mull entsprechend 0,6% CO₂.

Die große Aufsaugfähigkeit des Torfmulls wird des weiteren bei der Herstellung von Torfmelassefutter (70—80% Melasse) ausgenutzt. Die Verwertung des Torfanteils durch den tierischen Organismus findet dabei nur in geringem Maße statt. Es ist aber ein Mittel, in Zeiten der Not die in der Melasse befindlichen Nährstoffe der Fleisch- und Milcherzeugung nutzbar zu machen³.

Torfmul und Torfmehl werden auch in großem Maßstabe zur Verpackung und Frischhaltung von leicht verderbenden Gegenständen, vor allem

¹ Vgl. dieses Handbuch 9, 451.

² KEPPELER, G. u. H. HOFFMANN: Zur Kenntnis der Torfmullsorten des Handels. TACKES Jb. Moorkunde 14, 12—21 (1927).

³ KELLNER, O.: Fütterungsversuche mit Melasse und Torfmehl. Landw. Versuchsstat. 55, 387 (1901). — PFEIFER, TH. u. A. EINECKE: Die Verdaulichkeit des Torfes als Melasse-träger. Mitt. d. Landw. Institute Breslau II 4, 683 (1904). — Die Verdaulichkeit verschiedener Melasseträger mit besonderer Berücksichtigung des Mineralstoffumsatzes. Ebenda III 4, 547 (1905).

von Früchten, verwendet. Nicht ausgereifte Früchte reifen nach (Tomaten). Reife erhalten sich voller und gesunder. Die Wirkung beruht auf einer Abhaltung der Luftzirkulation, Beschränkung der Atmung und damit der Verdunstung von Wasser aus den Früchten. Schimmelpilze und Fäulniserreger kommen seltener auf. Überhaupt können Torfstreu und Torfmull in jeder Beziehung als Füllmittel dienen. Dabei leistet die ihnen eigene große Isolationsfähigkeit gegen Wärme, Kälte und Schall gute Dienste (Eiskeller, Brutkammern, Kühl- und Wärmeräume). Untenstehende Tabelle zeigt zahlenmäßig die geringe Wärmedurchlässigkeit von Torfmull im Vergleich mit anderen bekannten Wärmeisolistierstoffen.

Wärmedurchlässigkeit von Torfmull im Vergleich mit verschiedenen anderen Stoffen¹.

Stoffe	Raumgewicht kg/m ³	Wärmedurchlässigkeitszahl $\lambda = \frac{k \text{ cal}}{m \cdot \text{st} \cdot ^\circ\text{C}}$	Feuchtigkeit
TorfmuII	190	0,041 0,060	künstlich getrocknet normal feucht
Torfplatten	192 371	0,048 0,062	
Korksclrot, gewöhnlich .	85	0,038	
Hochofenscliaumscclacke	360	0,095	
Rheinischer Bimscclies . .	301	0,075	
Asbestplatte	540	0,130	

In entsprechende Stücke gestochen, getrocknet und eventuell durch Schneiden oder Sägen in die gewünschte Form gebracht, kann Moostorf, in ähnlicher Weise wie Korkplatten, als Isolationsbaustoff verwendet werden. Diese Art der Herstellung ist umständlich. Einzelne Fabriken haben deshalb besondere Verfahren ausgebildet, durch Pressen aus dem ungeformten nassen Moostorf Isolierplatten herzustellen, die sich in der Bautechnik sehr gut bewährt haben. Es ist auch gelungen, diese Platten wasserabweisend und unentflammbar herzustellen. Schließlich hat man auch Torfplatten aus trockenen Moostorfstückchen durch Binden mit Pech und ähnlichen Stoffen hergestellt. Die Verwendung dieser letzteren Art von Platten ist aber beschränkt, da ihnen meist der Geruch des Bindemittels anhaftet und beispielsweise in Kühlhallen, die damit isoliert sind, den Teergeruch auf Fleisch usw. übertragen.

Für die Anzucht von Sämlingen von Gemüse-, Nutz- und Schmuckpflanzen werden Töpfe, die aus jüngerem Moostorf geschnitten und gebohrt sind (Humollatöpfe) verwendet. Besonders bewährt haben sich die sog. „Pflanzenammen“, die in verschiedenen Größen aus jungem Moostorf mit wertvollen Zusätzen gepreßt werden. Die hervorragende Wirkung der Pflanzenammen wird von allen Benutzern gerühmt.

Die lockere, durch Hohlräume und Löcher durchbrochene Struktur der Moospflanze macht sie ungeeignet zu der häufiger vorgeschlagenen Verwendung zur Papiergewinnung. Jedoch ist es wohl möglich, mit einem gewissen Zusatz von Hadern aus Moostorf Pappe herzustellen. Den Charakter einer eigentlichen Faser besitzt nur ein Nebenbestandteil des Moostorfes, nämlich das in ihm enthaltene Wollgras mit seinen teilweise verrotteten Scheiden. In der Tat sind auch sowohl für Papier- und Pappengewinnung, wie für Gewebe Wollgrasfasern verwendet worden. Einzelne Torfstreufabriken sondern die Wollgrasfaser aus, um sie ver-

¹ Nach O. KNOBLAUCH, E. RAISCH u. H. REIHER: Die Wärmeleitzaht von Bau- und Isolierstoffen. Ges. Ing. 43, 607 (1920).

schiedenen Verwendungsarten (Kissen für die Ölschmierung von Straßenbahn- und Eisenbahnwagen, Polsterzwecke und eventuell Textilzwecke) zuzuführen. Die Mengen Wollgras, die im Torfe enthalten sind, werden im allgemeinen überschätzt.

Chemische und biologische Verarbeitung. Der hohe Prozentsatz an Zellulose und Pentosanen, der im jüngeren Moostorf noch enthalten ist, hat die Anregung gegeben, ähnlich der Gewinnung von Sprit aus Holz, den Torf durch Säurewirkung zu verzuckern und den Zucker zu vergären¹. Über Laboratoriumsversuche sind diese Bestrebungen nicht hinausgekommen. Ähnlich liegt es mit den Bestrebungen, den jüngeren Moostorf durch Säurewirkung geeigneter für Futterzwecke² zu machen. Vielfach ist auch versucht worden, durch chemische Veränderungen den Torf zur Hebung der Bodengare geeignet zu machen³. Man hat von Bakteriendünger und Bakterienfutter gesprochen. Erfolge sind aber auf diesem Gebiete nicht erzielt. Neuerdings gehen die Bestrebungen dahin, durch Vergärung bestimmter Anteile des Moostorfes eiweißreiche Mikroorganismen zu züchten und auf diese Weise zu einem billigen Krafftfutter zu kommen. Im Prinzip soll das Verfahren gelöst sein, jedoch ist die Überführung in die Praxis gehemmt durch die Schwierigkeiten, die großen Massen der unvergärbaren Teile nutzbar zu machen. Da diese im nassen Zustande anfallen, deckt sich dieses Teilproblem mit dem alten der künstlichen Entwässerung von Rohtorf⁴.

Verwendung und Verarbeitung des älteren Moostorfes.

Torf als Brennstoff. Die Brennbarkeitseigenschaften des Torfes sind sehr gute, er ist leicht entflammbar, zeigt niedrigen Entzündungspunkt, er backt nicht und errennt mit langer Flamme. Der Hochmoortorf ist durch eine besonders reine, schwefelarme Flamme ausgezeichnet. Der Entgasungsrückstand behält die Form des ursprünglichen Stückes. Die Sodenform, die bei der Gewinnung und namentlich beim Trocknen von großem Vorteil ist, ist in der Feuerung nicht so günstig, weil zu große Hohlräume entstehen, wodurch leicht schädlicher Luftüberschuß entsteht. Es empfiehlt sich, Torf zu zerkleinern, bei größerem Bedarf maschinell in faustgroße Stücke zu brechen. Torf ist immer weniger dicht als Steinkohle und Braunkohlenbriketts. Das in einem gegebenen Stück vorhandene Gewicht brennbarer Substanz kommt also an seiner Oberfläche mit verhältnismäßig mehr Luft in Berührung als die genannten älteren Brennstoffe. Er bedarf also zu seiner Verbrennung geringerer Luftzufuhr und damit schwächeren Zuges.

Die Tabelle auf S. 126 gibt Auskunft über die praktisch wichtigen Eigenschaften von Brenntorf aus den nordwestdeutschen Gebieten.

Torf kann in den üblichen Feuerungen verbrannt werden, es empfiehlt sich nur, engere Roste und größere Schütthöhe zu verwenden. Die Schütthöhe muß um so höher sein, je grobstückiger der Torf ist. Da die Gasentwicklung recht erheblich ist, so darf nicht übersehen werden, entsprechende Oberluft zu geben. Treppenrost und Muldenrost bewähren sich für guten Brenntof nicht. Die Schrägrostvorfeuerung hat den Vorteil, auf einfache Weise mechanisch beschickt werden zu können und dauernd gleichmäßige Verbrennungsverhältnisse zu liefern. Voraussetzung ist aber Dauerbetrieb, da sonst infolge der Notwendigkeit, die

¹ FEILITZEN, H. VON: Über die Zusammensetzung und die Pentosane des Torfes. Dissert., Göttingen 1897. — Technische Vorschläge: DRP. 66 158, 79 932, 204 058.

² STUTZER, A.: Versuche um die aus Sphagnumtorf bestehende Torfstreu als Futtermittel verwertbar zu machen. Landw. Versuchsstat. 87, 215 (1915).

³ Vgl. z. B. E. W. SCHMIDT: Torf als Energiequelle für stickstoffassimilierende Bakterien. Zbl. Bakter. II 52, 281 (1920).

⁴ Vgl. S. 116—120.

Vorfeuerungen anzuwärmen, Verluste entstehen. Für Dauerbetrieb ist die Schrägrostvorfeuerung die gegebene Torfspezialfeuerung.

Nordwestdeutscher Hochmoortorf. (Nach Untersuchungen G. KEPPELERS.)

Herkunft	Im Zustand der Lieferung			
	Wasser %	Asche %	Brennbare Substanz %	Heizwert (H_w) WE je kg
Maschinentorf;				
Schwege bei Osnabrück	22	2,26	75,74	4145
Vehnemoor (Oldenburg)	26,5	1,07	72,43	3500
Fintlandsmoor (Oldenburg)	20,25	1,98	77,77	3810
Köhlener Moor (Stade)	32,25	1,43	66,32	3510
Stichtorf;				
Teufelsmoor (Stade)	23,60	1,02	75,38	3680

Die geringe Dichte des Torfes (das Schüttgewicht von 1 m^3 ist für guten Maschinentorf nur 300—350 kg) erschwert den Transport über große Strecken. Infolgedessen ist die Verwendung des Torfes als Brennstoff von mehr oder weniger lokaler Bedeutung. Aber gerade in diesem Rahmen hat er sich Verwendungsbereiche erobert, auf denen er sich besonders geeignet gezeigt hat. Dahin gehört die Verwendung in der Oldenburger Klinkerindustrie, deren weithin bekanntes Produkt mit seiner prachtvollen Dichte und wechselvollen Färbung zum größten Teil auf der langen reinen Flamme und der Aschenarmut des Hochmoortorfes beruht, der zum Brennen dieser Klinker dient.

Als ein wirksames Mittel, die in der geringen Dichte des Torfes liegenden Schwierigkeiten zu überwinden, haben sich die elektrischen Überlandzentralen gezeigt. Epochemachend auf diesem Gebiet war die 1908 entstandene Überlandzentrale Wiesmoor. Ursprünglich zur Verwendung der beim Kanalbau gewonnenen Torfmengen gegründet, hat diese Überlandzentrale immer größere Bedeutung für die Torfverwendung gefunden. Der Elektrizitätsbedarf stieg bis 1926 so stark, daß die Torfgewinnung mit ihrer Produktion nicht folgen konnte. So kam es, daß bis in die letzten Jahre immer noch Kohle mit verbrannt werden mußte. Erst seit dem Jahre 1926, nachdem die Wiesmoorzentrale mit dem Kraftwerk Unterweser verbunden und dadurch entlastet wurde, reichte die in den Betrieben gewinnbare Torfmenge aus, um den Gesamtstrom zu decken. Die Anlage ist für die Entwicklung der Torftechnik von großer Bedeutung gewesen. Hier sind zum ersten Male Riesenproduktionen von Brenntorf erzielt worden. Während im Jahre 1911/1912 nur 18000 t Torf verbraucht werden konnten, stieg die Erzeugung in den Jahren 1924—1926 auf ca. 85000 t Trockentorf. — Seit Bestehen der Zentrale sind 500 ha abgetorft und für die landwirtschaftliche Kultur freigelegt. Neueren Datums ist die Überlandzentrale Rühle bei Meppen, die vom Bourtanger Moor die notwendigen Mengen Torf bekommt. Hier wird die Brenntorfgewinnung zur Abtorfung der Flächen benutzt, die schon vorher durch Torfstreugewinnung von den leichteren Schichten befreit sind.

Torfvergäsung. Die Erfahrungen der Nachkriegszeit haben bewiesen, daß der Torf ein außerordentlich brauchbarer Brennstoff für die Erzeugung von Generatorgas ist. Dies wurde durch die vielfache Verwendung des Torfes in den Glashütten und Stahlwerken bestätigt. Im Durchschnitt einer größeren Anzahl von Analysen erweist sich die Zusammensetzung von Torfgeneratorgas zu 6,2% Kohlendioxyd, 0,2% Sauerstoff, 27,6% Kohlenmonoxyd, 13,2% Wasserstoff, 2,4% Methan. Sein Heizwert beläuft sich auf 1400 WE je Kubikmeter¹.

¹ Der Heizwert des Steinkohlen-Generatorgases ist im allgemeinen 1100—1200 WE je Kubikmeter.

Der geringe Schwefelgehalt des Torfgases machte sich auch in der Güte des erzeugten Stahles geltend, während in dem mit Kohlegas erzeugten Stahl, 0,03—0,06% Schwefel gefunden wurden, enthält der mit Torfgas erzeugte Stahl 0,02—0,04%.

Große Hoffnungen wurden in früheren Jahren auf die Torfvergasung mit der Gewinnung von Nebenprodukten gesetzt. Dem Gedanken von FRANK und CARO folgend¹, wurde der Torf unter starkem Wasserdampfzusatz vergast (Mondgasverfahren) und das dabei erhaltene Ammoniak als Ammonsulfat gewonnen. Auch der Teer sollte verwendet werden. Das Gas wurde mit Hilfe von Großgasmotoren zur Erzeugung von elektrischem Strom verwendet. Dem Unternehmen war es jedoch versagt, die Anfangsschwierigkeiten zu überwinden, da die Torfgewinnungsmethoden noch nicht ausreichend genug entwickelt waren. Der Gestehtungspreis des Torfes war zu hoch und vor allem reichte die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Gewinnungsanlagen nicht aus, um die großen von einer Überlandzentrale beanspruchten Mengen in genügendem und gleichmäßigem Trockenheitsgrade zu liefern. Es war auch nicht genügend beachtet worden, daß dem geringen Stickstoffgehalt nur eine mäßige Ammoniakausbeute entsprechen konnte. Heute sind diese Bestrebungen infolge der Entwicklung der Verfahren zur Ammoniakgewinnung aus Luftstickstoff überholt.

Torfveredlung. Man hat frühzeitig versucht, die geringe Dichte und ungleichmäßige Form der Torfsoden durch Brikettierung zu beseitigen. Dabei wird der Torf zu Gries zerkleinert. Dieses Torfklein wird mit Hilfe von künstlicher Wärme auf 12—15% Wassergehalt getrocknet. Das getrocknete Material wird in Pressen, wie sie allgemein in der Braunkohlenbrikettierung bekannt sind, zu den bekannten Briketts zusammengedrückt. Unter dem angewendeten Druck werden die Torfstückchen plastisch und verbinden sich ohne besonderes Bindemittel zu einem einheitlichen Körper. Es ist bemerkenswert, daß die Pressen, die heute in der Braunkohlenindustrie eine große Rolle spielen, ihrer grundsätzlichen Art nach bei den Bestrebungen, Torf zu veredeln, erfunden und erstmals angewandt wurden. In den bayerischen Mooren wurde schon im Jahre 1856² Torf brikettiert und kurz darauf wurde auch in Neustadt a. Rbg. eine Torfbrikettieranlage betrieben, während in der Braunkohlenindustrie die Presse erst ungefähr 25 Jahre später Eingang fand. Seitdem sind bis in die neueste Zeit hinein immer wieder Anlagen für Torfbrikettierung entstanden. Sie haben sich meist nur kurze Zeit gehalten, weil die durch das Verfahren bedingte Verteuerung des Brennstoffes der geringen Verbesserung der Eigenschaften der Torfsode nicht entspricht. Nur wo der zur Verarbeitung kommende Torf außerordentlich billig zur Verfügung steht, ist die Brikettierung rentabel. So kommt sie vor allem in Frage als Nebenbetrieb von Zentralen, wo billige Abwärme und in den Zeiten geringen Strombedarfes billiger Strom zur Verfügung steht. Wichtig wird die Brikettierung, wenn die künstliche Entwässerung von Rohrtorf wirtschaftlich gelungen ist. Das Torfbrikett ist dem Braunkohlenbrikett ungefähr gleichwertig. Es ist mindestens ebenso sauber und was der Einheit brennbarer Substanz an Heizwert fehlt, wird durch den geringen Aschengehalt ausgeglichen.

Torfverkohlung. Die Verkohlung von Torf ist fast so alt, wie die Torfgewinnung selbst. Schon in dem 1663 erschienenen Buche des Pariser Arztes

¹ CARO, N.: Die Ammoniakgewinnung aus Torf. Chem. Ztg. 35, 505 (1911).

² Vgl. A. HAUSDING: Handbuch der Torfgewinnung und Torfverwertung, S. 94. Berlin: Parey 1919.

PATIN über den Torf¹ ist die Herstellung und Verwendung von Torfkohle in gewerblichen Betrieben in Holland beschrieben. Man hat auch immer Torf in Meilern, ganz ähnlich wie dies für die Holzverkohlung geschieht, verkohlt. Daneben gingen Bestrebungen, in geschlossenen Retorten, die von außen beheizt werden, die Herstellung von Torfkohle zu betreiben. Die Arbeiten ZIEGLERS² und diejenigen von HÖRING und WIELANDT³ sind auf diesem Gebiete besonders hervorzuheben. Man erhält aus einer Tonne Torf etwa 300 kg Torfkohle. Dabei werden etwa 3% Teer gewonnen. Bei der Verarbeitung des Teeres lassen sich aus 100 kg Teer 60 kg Gasöl, 20 kg Paraffin und 20 kg Pech gewinnen. Die abfallenden Mengen Teer sind aber zu klein, um sie an Ort und Stelle zu verarbeiten. Der Teer wird meist von Fabriken, die Braunkohlenteer aufarbeiten, mit verarbeitet. Neuerdings ist man dazu übergegangen, die Verkohlung des Torfes durch sog. Innenheizung zu vollziehen, d. h. dadurch, daß heiße unmittelbar durch Verbrennung erzeugte Gase durch die Schwelretorte getrieben werden. Die Torfkohle ist sehr rein. Sie besitzt nur $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ % Asche und nur 0,2—0,3% Schwefel und Spuren von Phosphor. Sie steht in ihren Eigenschaften der Holzkohle nahe und wird im Grunde genommen für alle Zwecke, für die die Holzkohle Verwendung findet, mit Vorteil angewendet. Von den vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten der Torfkohle seien u. a. Kupferschmiede, Edelmetallgewinnung, Entfärbung von Flüssigkeiten usw. genannt. Ihr Preis (ca. 80 RM. je Tonne) steht ihrer umfangreicheren Verwendung im Wege. Neuerdings wird auch die größte Menge von Entfärbungskohlen durch Verkohlung von jüngerem Moostorf erzeugt.

Humussäure aus Torf. Stark zersetzter Torf oder aus ihm mit alkalischen Lösungsmitteln extrahierte Humussäure kann für verschiedene Zwecke auf Grund der starken Absorptionskraft zur Reinigung der Diffusionswässer der Zuckerfabriken und von Abwässern Verwendung finden. Auch bei der Abwasserreinigung nach dem Kohlebreiverfahren hat Torf mit Vorteil Verwendung gefunden. Die in der Bodenkunde sehr bekannte Peptisierung von Tonen durch Humussäure wird für das Gießverfahren von Tonwaren verwendet⁴. Analog ist die Verwendung für die Emulgierung von Ölen usw., insbesondere von Desinfektionsmitteln für landwirtschaftliche Zwecke⁵. Da Humussäure den Gerbsäuren sehr nahe steht, ist Torf auch zum Gerben von Leder verwandt worden. Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß BRAT⁶ bei der Behandlung von mit Kalk versetztem Torf im Autoklaven ein eigenartiges Präparat erfunden hat, das aus einem Gemisch von organischen Säuren besteht. Ein Hauptteil, der als Humalsäure bezeichnet wurde, steht der Zuckersäure nahe und hat nach POPP eine Aldehydgruppe. Die Säure bildet ein leicht lösliches Kalziumsalz, das für die Zwecke der Kalktherapie vorgeschlagen wurde. Intravenöse Einspritzung des Salzes soll die Lecksucht der Wiederkäuer rasch heilen.

Vorstehender Überblick zeigt, daß seit vielen Jahrzehnten die verschiedensten Versuche zur Veredlung des Torfes gemacht sind, um auf diese Weise aus dem verhältnismäßig geringwertigen Produkt wertvollere zu gewinnen. Durchschlagende Erfolge sind auf diesen Wegen bis jetzt nur wenige erzielt. Die Ursache liegt weniger in den Veredlungsverfahren selbst, als darin, daß die Schwierigkeiten der Torfgewinnung selbst nicht genügend berücksichtigt wurden.

¹ PATIN, CHARLES: *Traité des Tourbes*. Paris 1663.

² HAUSDING, A.: *Handbuch der Torfgewinnung und Torfverwertung*, S. 400. Berlin: Parey 1919. — Vgl. auch *Mitt. Ver. Fördrg. Moorkultur* **22**, 14 (1904).

³ HÖRING, P.: *Moornutzung und Torfverwertung*, S. 537. Berlin: Julius Springer 1915.

⁴ KEPPELER, G.: *Untersuchungen über den grünen Zustand der Tone*. Ber. dtsh. Keram. Ges. **3**, H. 5 (1922).

⁵ POPP, M.: *Die Konstitution der Humussäure*. Dtsch. Landw. Presse **47**, 617 (1920).

⁶ BRAT, P.: DRP. 349087.

Man hat meist Anlagen für die Verwertung gebaut, ohne den Torfgewinnungsbetrieb technisch und wirtschaftlich genügend durchzubilden. Es dürfte nur wenige Industrien geben, die so stark vom Preis des Rohstoffes abhängig sind wie gerade die Torfindustrie. Jede Veredlung ist prinzipiell nur dann möglich, wenn der als Grundlage dienende Torfgewinnungsbetrieb bei möglichst geringem Gestehungspreis zu höchster Leistungsfähigkeit entwickelt ist. Wird dieser Grundsatz mehr als bisher beachtet, so darf man der Torfveredlung eine weitere günstige Entwicklung prophezeien.

3. Die wirtschaftliche Bedeutung der Seeböden.

Von E. WASMUND, Kiel.

Die landwirtschaftliche Kultivierung trockengelegter Seebodenflächen ist schon in diesem Handbuche einer besonderen Behandlung¹ unterzogen worden und auch die teichwirtschaftliche Behandlung des Bodens hat ihren Platz gefunden², so daß die nachfolgenden Zeilen auf die Ausnutzung einzelner Seeteile unter und über Wasser, die ein Sonderprodukt liefern, auf die Verwertung bestimmter Sedimenttypen beschränkt werden können. Die Technik der Auswertung ist interessant genug, um erwähnt zu werden, auch zukünftige Möglichkeiten sollen kritisch beurteilt werden. Schließlich soll auch auf die allgemeine Bedeutung hingewiesen werden, welche die Seeböden direkt oder indirekt auf die Wirtschaft und den wirtschaftenden Menschen gewinnen können. Ganz so spärlich, wie man nach dem Mangel an einschlägiger Literatur³ den Eindruck haben könnte, ist es mit den ökonomischen Beziehungen der Unterwasserböden nicht beschaffen, es soll also versucht werden, einen Überblick über ihre Bedeutung in Landwirtschaft und Forstwirtschaft, in Fischerei und Bergbau, in der Industrie, im Bauwesen und Siedlungswesen und schließlich in der Medizin und im Verkehr zu geben⁴. Die theoretischen Grundlagen für die hier behandelten Sedimente sind vom Verfasser dargestellt⁵.

In der Landwirtschaft kann die Urbarmachung großer Ödländereien limnischen Ursprunges zur praktischen Frage werden, wenn natürliche Anzapfung oder die heutzutage häufige künstliche Absenkung breite Uferflächen freilegt, oder wenn sich ein Flußdelta immer weiter in den See über den Wasserspiegel vorschiebt. Je nachdem, ob ein Verlandungsufer oder eine Abrasionsterrasse vorliegt, können die Flächen hochproduktive litorale Grobdetritusböden oder sandige und steinig-sterile Gelände sein. Vom Standpunkt agrar-technologischer Bonitierung würden die koprogenen Böden, Mull an Land, Gytta unter Wasser, als produktiv, die minerogenen Böden, Tone und Sande in beiden Medien als mittelwertig und die humosen Böden Torf und Rohhumus an Land, Dy und Dygytta unter Wasser, als unproduktiv anzusehen sein. Es ist beachtenswert, daß diese von NAUMANN⁶ angebahnte Beurteilung auch für die fischereibiologische bzw. teichwirtschaftliche Bonitierung gilt. Die Verlandung als Folge der Vertorfung der Uferpartien ist also an sich kein wirtschaftlich vorteilhafter Vorgang. Führt sie über Schwingrasen, Fennbildung zu Hochmooren, so ist höchstens noch eine Torfgewinnung möglich, die erst neuerdings zu industrieller Brennstoffgewinnung, so z. B. Briketherstellung, zu Kraftwerken in russischen Moorgebieten, in großem Maßstab geführt hat. Die landwirtschaftliche Kultivierung der Moore mit den verschiedensten

¹ Vgl. 9, 83. 1931. ² Vgl. 9, 299. 1931.

³ Die nutzbaren Gesteine Deutschlands und ihre Lagerstätten, Bd. I; bearb. von W. DIENEMANN (Kaolin, Ton, Sand, Kies, Wiesenkalk, Kieselgur).

⁴ Vgl. E. WASMUND: Seeablagerungen als Rohstoffe, produktive, technische und medizinische Faktoren.

⁵ Vgl. dieses Hdb. 5, 97. 1930.

⁶ NAUMANN, E.: Grundzüge der Regionalen Limnologie. — Die Binnengewässer 11, Stuttgart 1932.

technischen Mitteln ist letzthin noch zu erwähnen, doch damit wird schon die Grenze der Darstellung der Unterwasserböden im eingangs definierten engeren Sinne überschritten.

Einzelne Typen der beschriebenen Sedimentgruppen finden lokale landwirtschaftliche, oft traditionell ererbte Verwendung. Der Ufersand wird zur Auflockerung auf schwere tonige Ackerböden gefahren, und zwar heutzutage oft nach vorheriger Verwendung in Scharräumen moderner Großflügelzüchtereien, wo er natürlich auch einen Düngerwert erhält. Umgekehrt werden Tone und Letten oder Seemergel zum Mergeln der Felder benutzt, und bei tiefstehendem Winterwasserstand am Ufer, wie z. B. am Bodensee, geholt, oder wie oftmals in Norddeutschland im Liegenden längst verlandeter Gewässer ausgegraben, wovon die in gewissen Gewässergebieten, wie z. B. Holstein und Mecklenburg, angehäuften gleich Narben über die Landschaft verstreuten, zahllosen Mergelgruben zeugen, wenn ein Teil derselben allerdings auch in glazigenen Geschiebemergeln auftritt. Der Schwemmtorf dient als humusreiche, hochwertige Erde und wird für Gartenbaubetriebe, z. B. an der Schussenmündung im Bodensee, allwinterlich abgebaut. Von vielen Stellen ist die Verwertung der mit Characeenkalkschlamm beladenen Armleuchteralgenwiesen bekannt geworden, am Bodensee besonders in der Konstanzer Gegend, und am thurgauischen Unterseeufer recht man die Characeen mit großen eisernen Rechen heraus und düngt damit die Felder. MIGULA¹ erwähnt solches auch von anderen deutschen Binnenseen. Diese Gewinnung, die auch von KIRCHNER und SCHRÖTER² ausführlich angegeben worden ist, wird schon in einer alten Reisebeschreibung des Jahres 1784 von Konstanz und Gottlieben angeführt. Es kamen hauptsächlich Bestände von *Chara ceratophylla* in Betracht. Die Charakalkhaufen werden mit dem Kahn geholt und liegen verwesend bis ins Frühjahr an Land, wo sie dann in Gärten und auf Äckern verteilt werden. BÄRTLING³ erwähnt ebenfalls, daß in manchen Gegenden Norddeutschlands die untergetauchten Armleuchteralgen- und Laichkrautbestände ausgekrautet werden, um nach mehrmonatigem Durchfaulen ein gutes Kalk- und stickstoffhaltiges Düngemittel abzugeben. Das gleiche gilt auch für die ufernahen Seeböden, so im Lauenburgischen vor allem für Charakalkschlammbildungen, die nur mindestens 6 Monate gelagert werden, um den Atmosphärien Gelegenheit zur Auswaschung der organischen Säuren zu geben. Wie am Bodensee, so werden auch in brandenburgischen Seen nach PASSARGE⁴ Gemüse- und Getreidefelder mit herausgehackten kalkinkrustierten Pflanzen gedüngt. Im Hingese in Dänemark wird nach WESENBERG-LUND⁵ der Characeenkalk maschinell zu Düngezwecken aus dem See geholt. Seekreide und Wiesenmergel usw. werden an sehr vielen Stellen in ehemaligen und offenen Seen ausgebeutet. Das gilt noch mehr von der Zeit vor Einführung künstlicher Düngemittel. Die einseitige Benutzung der physiologisch-sauren Düngemittel, wie schwefelsaures Ammoniak und Kalisalze, hat schon zu beträchtlicher Versauerung mancher Böden geführt, so daß die Generationen hindurch vernachlässigte Kalkung wieder eingeführt werden muß. So wenig sich im allgemeinen See-

¹ MIGULA, L.: Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. RABENHORSTS Kryptogamen-Flora, 2. Aufl. 1897.

² SCHRÖTER, C. u. O. KIRCHNER: Die Vegetation des Bodensees. Bodensee-Forschungen, 1. Abschn., 2. Teil. Ver. Gesch. Bodensees. Lindau i. B. 1902.

³ BÄRTLING, R.: Die Seen des Kreises Herzogtum Lauenburg mit besonderer Berücksichtigung ihrer organogenen Schlammabsätze. Abh. preuß. Geolog. Landesanst. 1922, N. F., H. 88.

⁴ PASSARGE, S.: Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen, Uckermark. Jb. preuß. Geolog. Landesanst. 22, H. 1, für 1901 (1902).

⁵ WESENBERG-LUND, G.: Studier over søkalk, bonne malm og søgytje i danske indsøer. Kopenhagen 1901.

kreiden wegen ihrer lockeren organogenen und kolloidalen Beschaffenheit zum Brennen eignen, so günstig wirken sie als Meliorationsmittel, als Pflanzennährstoff, zur Säureneutralisation bei der Zersetzung organischer Reste und für die Fernhaltung von Ortstein. Bei den modernen Verkehrsverhältnissen haben die mitteldeutschen und die wenigen norddeutschen Kalkbrüche die Seekreide vom Markt stark verdrängt, bei den lokal beschränkten Vorkommen sind maschinelle Hilfsmittel, vielleicht zu Unrecht, kaum angewandt worden. In Pommern¹ hat man in der Kriegs- und Nachkriegszeit die Seekreiden in den Binnenseen ausgebeutet, Ostpreußen² besaß vor dem Kriege im masurischen Seengebiet drei Düngekalkwerke, von denen eines durch die Russen zerstört und dann nicht wieder aufgebaut wurde. ANDRÉE hält besonders die Ausbeutung der in den masurischen Seeterrassen trockengelegten Seekreiden bei nicht zu hohem Gytjtagehalt als sehr rentabel und denkt andererseits daran, „die frische, noch in Bildung begriffene suppine Seekreide vom Boden der Seen hoch zu saugen“. Wie die ganze baltische Seenplatte ist auch Mecklenburg reich an abbauwürdigen Seekreidelagern, worauf besonders GEINITZ³, SOMMERMEIER⁴, PASSARGE u. a. aufmerksam machen und sie auch z. T. beschreiben. In uckermärkischen Seen wird ebenfalls Seekalk abgebaut. Der Kalkgehalt der Seekreiden und Charakalke schwankt zwischen 50 und 95 % CaCO_3 . Auf die Verwendung der kalkhaltigen Schalenlager wird später noch zurückzukommen sein.

Das Vorkommen von Schwefeleisen ist im Gegensatz zu dem des Brauneisensteins wirtschaftlich nur schädlich, denn bei der Trockenlegung von Seen, in denen Sapropel vorherrscht, oder welche durch Salzwasserquellen Gips und damit Sulfate dem Seeboden zuführen, wie z. B. oft in holländischen und friesischen Marschseen⁵, entstehen Ausblühungen und, was noch schlimmer ist, bei Zutritt von Luft tritt Oxydation des Schwefeleisens und damit Schwefelsäure auf. Solange kohlenaurer Kalk vorhanden ist, werden die entstandenen Ferrosulfate umgesetzt, fehlt er oder ist er verbraucht, so entstehen basische Eisensulfate, die Schwefelsäure wieder abgeben und jedes organische Leben unmöglich und damit den Boden steril machen. Kalkung ist also auch hier dringend nötig. Im allgemeinen sind überhaupt künstlich trockengelegte Seeböden von geringem Nutzen, so daß der frühere Fischereiertrag höher als der nunmehr durch die landwirtschaftliche Produktion erzielte ist. Das ist darauf zurückzuführen, daß die Entwässerungsschwierigkeiten entweder zu groß sind, oder es entstehen umgekehrt Schäden in der Grundwasserlage und der Quellwasserführung der Umgegend⁶. Auch mit der Trockenlegung von litoralen See-Erzflächen in Schweden hat man recht schlechte Erfahrungen für den Abbau und die Bebauung gemacht.

Für die Forstwirtschaft gelten bei den zahllosen in Wäldern liegenden Binnengewässern die gleichen Gesichtspunkte, für sie kommt besonders die

¹ BÜLOW, K. v.: Die natürlichen Kalklager Pommerns. Unser Pommernland 10, H. 2 (1925).

² ANDRÉE, K.: Der geologische Aufbau Ostpreußens und seine Bedeutung für die Landwirtschaft der Provinz. Georgine, Land- u. forstwirtschaftl. Ztg. 1898.

³ GEINITZ, F. E.: Kalk- und Mergellager in Mecklenburg. Landw. Ann. 8 (1893). — Die mecklenburgischen Kalklager. Ebenda 5/6 (1896).

⁴ SOMMERMEIER, L.: Das Wiesenkalk- oder Seekreidelager des Turloffer Sees. Arch. Ver. Fr. Naturgesch. Mecklenburg 65 (1911). — PASSARGE, S.: siehe Anmerkung 4 auf S. 130.

⁵ HISSINK, D. J.: Onderzoek van Grond- en Baggermonsters uit polders en plassen gelegen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht. (Untersuchung von Boden- und Baggererdeproben aus Poldern und den Seen östlich der Utrechtsche Vecht.) Versl. Landbouwk. Onderz. Rijkslandbouwraproefstations 24. s'Gravenhage 1920.

⁶ Vgl. R. J. S. BROWN: Relation of Sea Water to Ground Water along Coasts. Amer. J. Sci. 4, 22 (1922).

Gewinnung von Wegebaumitteln, wie Sand und Steine, in Betracht. Es liegt ihr die Befestigung von Brandungsufern ob. Erlen, Eichen, Weiden werden zu künstlicher Strandkrone gepflanzt. Die Versumpfung von Baumbeständen durch randliche Aufhöhung der Litoralböden, Seichtwerden der Seeabflüsse oder durch Abdichten der Grundwasserströme durch wachsende Seeböden hat die schwedische Waldbauversuchsanstalt ausführlich behandelt¹.

Die Bedeutung der Seeböden für die Fischerei ist naturgemäß mannigfach, sowohl direkt als Faktor im Lebensraum der Fische und als Unterlage für Fischereigeräte, als auch wie sie indirekt als produktionsbiologischer Faktor (= Nährwert—Stoffwechsel) für die fischereiliche Bonitierung berücksichtigt oder behandelt werden. Als Laichunterlage für die grubenbauenden Grundlaicher (manche Salmoniden) ist nur fester minerogener Boden brauchbar, aber auch die meisten Krautlaicher (viele Weißfische und Raubfische) suchen sandigen oder steinigten Boden, der, wo er fehlt, in fischereilich gut bewirtschafteten Seen künstlich aufgeschüttet wird². Schlamm im Sinne von Gyttja und Sapropel ist der Entwicklung des Fischlaichs nicht hold, wahrscheinlich sowohl wegen des Sauerstoffmangels als auch wegen der mangelnden Konsistenz; anders ist dies in den Alpenseen, wo die Winterlaicher, wie die Blaufelchen, über großen Tiefen laichen, der Laich aber auf festen Alphisitmergel (Lette) ohne Verwesungsprozesse herabsinkt. Eine direkte Beeinflussung mancher Fischarten und Fischereizweige erfolgt von den Trübebahnen, welche die Zuflüsse im See, mit ihrem Suspensionsmaterial beladen, noch weit verfolgen; man hat diese Erfahrung erst seit den künstlichen Um- und Einleitungen von Fließgewässern in stehende Gewässer, wie z. B. des Rheins in den Bodensee oder der Kander in den Thunersee, gemacht. Den Vorgängen der Verlandung und Anlandung tritt der Fischwirt durch praktische Maßnahmen („Entlandung“), durch Beseitigen der Vegetation usw., soweit dieses möglich und nötig ist, entgegen.

Von Fischereigerätschaften kommen naturgemäß nur die den Grund berührenden in Betracht, also Grundschleppnetze, Stellnetze und Reusen. Man könnte allerdings die Behaftung der Zuggarne und Treibnetze im freien Wasser, besonders nach Hochwasser, mit noch schwebendem oder bei Sturm im Flachwasser aufgewühltem Sedimentations- und Driftmaterial auch hierher rechnen, wobei besonders auf die milchig-schleimigen Niederschläge aus physiologischem Fällungskalk hinzuweisen ist, die an warmen Sommertagen an den in der Sprungschicht treibenden Schwebnetzen der Alpenseen das Garn überziehen. Stellnetze am Ufer brauchen zum Einrammen der Pfähle festen Untergrund, Gyttja oder Geröll unter einem Küstenversatzstrom ist ungeeignet. Schleppnetze, die besonders in den Ostsee (Keitel, Zeese) und in manchen norddeutschen Binnenseen anwenden können umgekehrt durch anstehenden Fels oder Findlingsmassen behindert werden. Das ist ein Grund dafür, daß sie in den zirkumalpinen

Seeböden natürlicher Gewässer liegt
 1 zum Teil auch der Gashaushalt
 hängt, der vom Wasser ausgelaut
 Stoffwechselabfälle von der Boden-
 m Teil wieder in Fischnahrung um-

¹ Överkan på omgirande skogsmarker. Sv. statens skogsförsöksanst. 6 (1909). — MAM- s skogsförsöksanst. 20, Nr. 1 (1923). — RA-

² 1 Flüssen, Seen und Strandgewässern Mittelteleuropas. Stuttgart 1925.

gesetzt werden. Je mehr organischer Detritus im Seeboden steckt, um so höheren Nährwert hat er, um so dichter ist die Besiedlung mit Fischnahrungsbodentieren. Geröll, sowie Sand sind also ungeeignet, gut zersetzte Gytjtja dagegen von hohem Wert. LUNDBECK¹, der diese Fragen genau studiert hat, schreibt: „Die Stärke der Besiedlung ist geradezu proportional der Menge des feinen Detritus.“ Allochthone organogene Zufuhr (Laubblätter-Förna usw.) ist meist schon an Land aller Nährstoffe beraubt und ist niedrig zu bewerten, und alle humosen Sedimente, wie Dy und Torfschlamm, sind grundsätzlich für die tierische Ernährung ungeeignet.

In Teichwirtschaften² spielen die Eigenschaften des Bodens, nämlich dessen chemische Zusammensetzung, Durchlässigkeit, Adsorptionsfähigkeit für gelöste Stoffe, die wichtigste Rolle für die Beurteilung der natürlichen Bonität. Mängeln kann durch Teichdüngung in frisch bespannten ablaßbaren Teichen abgeholfen werden, der Erfolg wird letzten Endes am Abwuchs kontrolliert.

Ein Bergbau auf Unterwassersedimente ist bei uns zulande unbekannt und ist auch eine ungewohnte Vorstellung, jedoch war er es in früheren Jahrhunderten scheinbar nicht, worauf Namen wie Bergmehl = Diatomeengytjtja oder Bergmilch-Seekalke hinweisen, und doch gilt er heute noch, und man braucht deswegen nicht an fossile Seeböden (wie gewisse Braunkohlenflöze) zu denken. Der Name Bergmehl stammt aus früheren Hungerzeiten, als man Kieselgur oder gemahlene Schwerspat dem Mehl beimischte. Doch hatte er noch im letzten Jahrhundert in ganz Fennoskandia eine hohe Bedeutung, und noch heute geht in Schweden und Finnland der Bergbau auf eisenschüssiges oder manganhaltiges See-Erz um, wenn auch mancher bäuerliche Hüttenbetrieb verlassen und mancher kleiner Hochofen ausgeblasen wurde. Über die heutige praktische Bedeutung der in Süd- und Mittelschweden vorhandenen „Malmager“ unterrichtet die grundlegende Monographie von E. NAUMANN³, der zu entnehmen ist, daß Ende letzten Jahrhunderts etwa 1000 t See-Erz im Jahr geschürft wurden. Seit 1910 ist die Jahresproduktion auf durchschnittlich 3000 t gestiegen und hat einmal sogar 6000 t erreicht. Heute ist von den zahlreichen einstigen See-Erzhütten Schwedens nur noch Äminne am Vidöstern in Betrieb, die Erzgewinnung geht dort maschinell mit großem Schwimmbagger vor sich, das Erz gelangt sofort am Ufer zur Verhüttung. Das dort produzierte Eisen wird für Gießereizwecke benutzt und hat sich dabei als ein Qualitätseisen vorzüglichster Beschaffenheit bewährt. NAUMANN ist der Meinung, daß die großen und brauchbaren Vorräte, die auf dem Boden fennoskandischer Seen ruhen, einst auch wieder in großem Maßstab Lagerstätten von bergwirtschaftlicher Bedeutung werden.

Der Durchschnitt der norwegischen See-Erze⁴ wird auf ca. 50 kg/cm² berechnet, die erzbedeckten Areale betragen z. B. im Storsjöen 10—11 km². Für schwedische Seen hat die Prospektierung folgende Mengen ergeben:

See Bolmen	409 321 t gutes Eisenerz
See Bolmen	349 323 t sandiges Eisenerz
See Unnen	205 962 t gutes Erz
See Vidöstern	383 916 t gutes Erz

¹ LUNDBECK, J.: Die Bodentierwelt norddeutscher Seen. Arch. Hydrobiol., Suppl.-Bd. 7 (1926).

² WUNSCH, H.: Die Arbeitsmethoden der Fischereibiologie. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden E. ABDERHALDEN, Abt. 9 (1927). — FISCHER, H.: Teichwirtschaftliche Behandlung des Bodens. Handbuch der Bodenlehre 9. — CRONHEIM u. CZENSNY: Z. Fischerei 20, N. F. 4 (1919). — CZENSNY: Ebenda 22 (1919).

³ NAUMANN, E.: Södra och mellersta Sveriges Sjö- och Myrmaalmer, deras bildnings historia, utbredning och praktiska betydelse. Sver. Geol. Unders.-Ser. C, 297. Stockholm 1922.

⁴ VOGT, J. H. L.: Om manganrik Sjomalm i Storsjoen, Nordre Odalen. Norges Geol. Unders. Arb. 6 (1915).

In den finnischen Seen¹ wurden 1858—1908 2262500 t See-Erz gebaggert. Die Vorräte schätzt man dort auf ca. 6—10 Millionen Tonnen.

Weitere lakustrische Sedimente, wie Wiesenerz, Bergmehl (= Kieselgur), werden sämtlich im Tagebau abgebaut, doch spielen sich diese bergbaulichen Abbaumethoden als bruch- und grubenartige mehr im kleinen, sich der Steinbruchindustrie nähernd, ab.

Industrielle Verwendung findet die Kieselgur (Tripel) als Poliermittel, als Kieselgurfilter, als Isoliermittel, Zahnputzmittel, Lackpolitur, Asphaltbinde-mittel, Betongemisch, Kunststein, Papierbeimengung, Ziegel usw.; es werden fossile Lager, wie die interglazialen der Lüneburger Heide, in Dänemark² und besonders viele im Westen Nordamerikas, abgebaut. POTONIE³ berichtet hierüber folgendermaßen: „Im Kieselgurbetrieb wird danach weiße, graue und grüne Kieselgur unterschieden. Die beiden letztgenannten Sorten müssen denn auch, um eine handelsfähige Ware zu liefern, vorher gebrannt werden, und es ist meist derartig reichliche organische Substanz darin, daß dieser Diatomeenpelit, nachdem er lufttrocken geworden ist, in Form von Meilern zusammengepackt, weißbrennt („kalziniert“). Der sich dabei entwickelnde brenzliche Geruch ist bei richtigem Wind kilometerweit zu verspüren, es ist unter diesen Umständen nicht wunderbar, wenn Diatomeensapropel (graue und grüne Kieselgur) als Isoliermasse, etwa für Dampf- und Warmwasserheizrohre benutzt, bevor sie „kalziniert“ (gebrannt) wurde, gelegentlich Brände zu erzeugen imstande sind, wie das z. B. in Hamburg manchmal vorgekommen ist, es darf für solche Zwecke eben nur gebrannte Kieselgur benutzt werden.“ Besonders verbandsfeste Limnoquarzite finden als „Mühlsteinquarzit“ Verwendung⁴. W. ARNDT⁵ gibt an, daß die Kieselskelettteile, die von dem dem Baikalsee eigentümlichen Süßwasserschwamm *Lubomirskaja baikalensis* PALL. stammen, ebenfalls als Poliermittel für die Irkutsker Silberschmiede Verwendung fanden. Für Spongillennadeln als Beimengung der Diatomeenpolierschiefer oder als Spongientripel gilt dasselbe. Der wirtschaftliche Hauptwert der limnischen Diatomeenerde beruht auf ihren physikalischen Eigenschaften, dem porös-festen Gefüge, der hohen Leichtigkeit und der schlechten Wärme- und Schalleitung.

An Brennstoffgewinnung aus organogenen Seeböden hat man auch schon gedacht, und zwar in Parallele zu der Brikettfabrikation aus Torf, an die Destillation von Öl aus Sapropel und Gytja. BÄRTLING⁶ äußert sich darüber: „Eine Ausnutzung der Tiefenschlämme zur Gewinnung von Ölen durch Destillation in geeigneten Retortenöfen wäre recht gut denkbar, zumal da für die kalk- und phosphorreichen Destillationsrückstände gute Verwendungsmöglichkeiten vorhanden sind. Der Gehalt an organischer Substanz ist sehr hoch, er steigt z. B. im Goldensee bis zu 28,72%. Hiervon wird ein beträchtlicher Teil als Öle gewonnen werden können, während der Rest, aus nicht flüchtigem Kohlenstoff und nicht kondensierbaren Gasen bestehend, das Heizmaterial für die Retortenöfen liefern müßte. Ein wundervolles Nebenprodukt, für das reichlicher Absatz in unmittelbarer Nähe vorhanden ist, würde schwefelsaures Ammoniak sein, das aus dem bis zu 1,64% betragenden Stickstoffgehalt gewonnen würde. Einer derartigen Verwertung stehen aber die sehr großen technischen Schwierigkeiten

¹ AARNIO, B.: Über die See-Erze einiger Seen Finnlands. Geotekn. Medd. 20 (1918).

² OSTRUP, E.: Danske Diatoméjordaflejinger. Danm. Geol. Unders. II. R., 9 (1899).

³ POTONIE, H.: Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Bd. 1: Die Sapropelite, S. 204. Abh. kgl. preuß. Geol. Landesanst. 1908, N. F., H. 55.

⁴ WEINSCHENK, E.: Petrographisches Vademekum. Freiburg i. Br. 1913.

⁵ ARNDT, W.: Schwämme. Rohstoffe des Tierreichs, 2. Lieferung. 1929.

⁶ BÄRTLING, R.: siehe Anmerkung 3 auf S. 130.

der Gewinnung des Rohmaterials entgegen, da die Faulschlammassen meist nur in den tieferen Teilen der Seen rein genug sind. Hier steht aber der Gewinnung meist die zu große Wassertiefe entgegen. Möglich wäre die Gewinnung also nur in Seen mittlerer Größe.“ Eine Rentabilität solcher, doch große technische Anlagen erfordernder Betriebe scheint auch bei der relativ geringen Mächtigkeit und besonders bei der fehlenden Horizontbeständigkeit der Seeböden unwahrscheinlich, dazu treten noch der in Trockenanlagen zu entfernende hohe Wassergehalt und schließlich die dauernd wechselnde chemische Zusammensetzung störend hinzu. Eine lokale primitive Ausnutzung wie beim Torfstechen ist eben hier nicht möglich.

Für das Bauwesen kommen besonders minerogene Seeböden als Materiallieferanten in Betracht. Zahllose Kies- und Sandgruben bauen die limnoglazialen Sedimente der eiszeitlichen Stauseen, viele Ziegeleien deren Tone ab. Am Bodensee wird die rezente schwere zähe Lette vielfach zum Wegunterbau benutzt, die gesiebten Feinkiese und Ufersande holt man dann zur Wegauffüllung und benutzt den Sand besonders zur Anlage von Strandbädern. Zwischen Langenargen und Schwedi am württembergischen Bodensee liegen besonders große Sandvorräte im Delta der Schussen; der Strandsand ist von einer gewissen Wasserstandslinie ab Allmende, und der jährliche Abbau von Sand durch Dorfeinwohner für Bauzwecke hat etwa die Höhe von 400—500 m³. Aber nicht nur mit Handbetrieb wird der Sand gefördert, sondern am Bodensee arbeitet ein Sandbagger an der Schussenmündung und ca. 8 Kiesbagger von württembergischen, badischen, schweizerischen und vorarlbergischen Firmen an den Mündungen des Rheins, der Bregenzer Aach und der Argen¹. Die zu Bauzwecken (Eisenbeton), Straßenanlagen usw. verwendeten Kiesmassen versorgen das halbe Südbaden und Oberschwaben und gehen ins Allgäu und nach Vorarlberg hinein. Vom Umfang der technischen Ausbeutung bekommt man einen Begriff, wenn man erfährt, daß der Jahresumsatz der deutschen und österreichischen Betriebe im Durchschnitt der letzten Zeit 1—2 Millionen RM. beträgt, und daß die Baggerei neben den Baggern etwa 45 Motorkähne fahren läßt. Ähnliche, aber anscheinend weniger umfangreiche Baggerbetriebe sah Verfasser am Vierwaldstätter See und am Genfer See, wo die Kiesschiffe noch unter Segel fahren. Die am Ufer ausgewaschenen Gletschergeschiebe und Blöcke werden unmittelbar zu Ufervermauerungen und in Faschinen zu Befestigungen gegen den Küstenversatzstrom verwendet, während der Ufersand vielfach als Mörtelsand Verwendung findet. Wenn Norddeutschland dank der überwiegenden Eutrophie der Gewässer mehr mit Seekreiden und damit landwirtschaftlich bevorzugt ist, so stehen im oligotrophen süddeutschen Alpenrandgebiet mehr minerogene Baustoffe zur Verfügung. Es berichtet z. B. QUEDNAU² auch vom ostpreußischen Mauersee, daß dort am Ufer nach Mauergrund von gröberer Sandkörnung gesucht werde. Quellkalktuffe werden vielerorts bei fester Beschaffenheit zu schleiffähigem Baustein verwandt, besonders interglaziale und postglaziale Lager sind hier, auch wegen ihrer prähistorischen Bedeutung, bekannt, so u. a. die Travertine von Weimar-Ehringsdorf, von Cannstatt bei Stuttgart, von Tata in Ungarn, von Polling in Oberbayern. Neben diesen klastischen Sedimenten wird natürlich auch der lakustre Kalk vielfach zum Brennen verwendet, und mancher Kalkofen steht am Ufer eines unter Seekreidebildung verlandeten Sees. Es sei auf das oben über die Verwertung der Kalklager Gesagte verwiesen und weiter ergänzt, daß starke organische Bei-

¹ WASMUND, E.: Die Gewinnung von Kies und Sand im Bodensee. Geologie und Bauwesen 4. Wien 1931.

² QUEDNAU, A.: Das eiszeitliche und das heutige Mauerseebecken. Heimatforschung aus Ostpreußen, Mauerseegebiet 2. Langensalza 1927.

mengungen und Schwefelverbindungen natürlich die Seekalke zu Bauzwecken unbrauchbar machen. LUNDBECK¹ unterzieht die in holsteinschen Seen vorhandenen Vorräte an Molluskenkalk in der Schalenzone einer Diskussion und kommt zu dem Ergebnis, daß bei weiterer Anreicherung, und zwar besonders seitdem die gut erhaltungsfähige Dreissensia-Schale abgelagert wird, vielleicht in Zukunft an eine industrielle Ausbeutung zu denken sei, wie es an Meeresküsten früher und in jüngster Zeit wieder auflebend stark der Fall war². Er gibt z. B. für den Großen Plöner See an Schalengewicht lebend 200 000 kg, bereits abgelagert 12 Millionen Kilogramm an. Dabei sind die Lebensbedingungen für die Dreikantmuscheln hier nicht einmal besonders günstig, die Molluskenschalenproduktion beträgt hier etwa 80—90 kg/ha, in anderen Seen werden dagegen Werte von 700 bis 900 kg/ha erreicht, und es sind damit mächtige Schalenzonen vorhanden.

Die Rolle der Seeböden im Siedlungswesen läßt sich nur andeuten. Gyttja und Sapropel als Bauuntergrund hat sich öfter für ganze Siedlungsteile als trügerisch erwiesen. Die Häuser bekommen infolge von Bodenbewegungen der plastischen Masse Risse, Bahndämme versinken im scheinbar längst landfesten Boden. Ganze Stadtteile erfahren durch Überlastung oder Aufschüttung des wenig tragfähigen Seebodens verhängnisvolle Rutschungen. Vom Züricher See, Genfer See und Zuger See wurden solche schon erwähnt. Auch im Stadtzentrum Kiels kann an einem halb verlandeten, kleinen Binnengewässer, „Kleiner Kiel“ genannt, wertvoller Baugrund nicht verwertet werden. Alt-Berlin steht zum großen Teil auf Pfahlrosten im Faulschlamm alter See-Erweiterungen der Spree. In Charlottenburg mußte 1924 ein auf einem 10 m mächtigen Sapropel stehendes Haus infolge einer Senkung und Rißbildung geräumt werden, erst säurewiderstandsfähige Betonpfeiler genügten zur Rettung des Hauses. In neuerer Zeit hat man allenthalben große Baulichkeiten im Altwasser- oder Ufergebiet von Flüssen unterfangen müssen oder hat die Pfahlroste durch Zementstützen ersetzt, es sei an Notre Dame an der Seine, den Tower an der Themse, das Straßburger Münster und den Mainzer Dom am Rhein erinnert. Am Bodensee gibt es ähnliche Erscheinungen in mineralischen Uferböden, die alphaltischen Mergel der Rhein-See-Alluvien sind in jüngerem Zustand noch breiig und werden daher „Laufletten“ oder „Milchletten“ genannt, auch die Bregenzer Hafenanlagen stehen auf Pfählen, die Pegel senken sich am ganzen Ufer und Erdbeben lösen an ufernahen Gebäuden Risse aus. Seezeichen und Bojen am tektonisch bedingten Halderand verschwinden über Nacht. Aber auch anstehendes Gestein kann in tektonisch labilen Gebieten, wie den Überlinger See, in den See stürzen. So hat Meersburg am Bodensee am steilen Molassesandsteinufer vor dem Kriege (1906) auf diese Weise ein Haus über Nacht durch Absturz des Untergrundes in den See verloren. Durch die tiefen Wasserstandsabsenkungen in den als Stauwerk benutzten Seen fällt der Druck auf die Seeböden fort, und damit erhöht sich die Gefahr für Rutschungen ungemein, sie bleiben auch selten aus³. Besondere Rücksicht auf den Untergrund hat man beim Bau von Wehrschützen in zur Kraftgewinnung benutzten Seen zu nehmen, auch die verschiedene Wasserdurchlässigkeit der Sedimenttypen ist für diesen Zweck zu berechnen. Die glaziale Wannengestalt vieler wassererfüllter oder leerer Seewannen ist ein günstigerer Stauraum als die V-Form der Erosionstäler. Die Fundamentsohle muß bei

¹ LUNDBECK, J.: Die „Schalenzone“ der norddeutschen Seen. Jb. preuß. Geol. Landesanstalt 49 (1928).

² WASMUND, E.: Schalenfischerei an Meeresküsten. Mitt. dtsh. Seefischereiver. 45, H. 2 (1929).

³ HEIM, ARN.: Über rezente und fossile subäquatiscche Rutschungen und deren lithologische Bedeutung. N. Jb. Min. 2 (1908). — HEIM, FR.: Die Absenkung des Walchensees und ihre Auswirkungen. — Mitt. D. Ö. Alpenver. 1925.

großen Sperrwerken bis auf den anstehenden Felsgrund niedergebracht werden, bei kleinen genügt eine Verlegung ins Diluvium oder Alluvium. Die Deltaverlandung hat manchem Gemeinwesen eine besondere siedlungsgeographische Note gegeben, es sei an Interlaken zwischen Thuner und Briener See erinnert. Andererseits kann die schnelle Deltaverlandung bei den heute modern gewordenen Flußverlegungen zur Speisung von Stauseen den Becken ein frühzeitiges Ende machen. Der Verschlickung oder Versandung von Binnenseehäfen durch die Küstenversetzungsströme sei hier ebenfalls gedacht. Die Gesichtspunkte der regionalen Hydrogeologie kommen zu ihrem Recht, wenn man die Abhängigkeit des modernen Badebetriebes vom Vorhandensein sandiger, nicht zu kiesiger und nicht zu detritusreicher Ufer sieht; dadurch sind viele norddeutsche Kleingewässer ohne Brandungsufer bei hoher Eutrophie und Detritusübersättigung benachteiligt, während die steinreichen Gestade vieler Alpenseen auch einer Entwicklung im großen an vielen Orten, wo auch Nachhilfe nicht viel hilft, im Wege stehen. Selbst der üble Geruch, den echte Sapropelle, wie im Kleinen See hinter Lindau oder in der Lagune hinter Venedig, verbreiten, muß hier genannt werden.

Der Badebetrieb in balneologischer Form führt uns zur Medizin, wobei auf die Bedeutung der Schlamm- und Moorbäder im Binnenlande auf die altbekannten Heilstätten des „heilsamen Schlammes“¹ des Rigaschen Meerbusens in Strandseen und in den Limanen des Schwarzen Meeres hingewiesen sei. Es sind durchweg sapropelische Tongyttjabilidungen mit hohem Schwefeleisengehalt. In Italien, wo der Seeschlamm „fango“ heißt, verwendet man ihn vielfach zu Heilzwecken, und zwar besonders feinkörnige Typen wegen ihrer schlechten Wärmeleitung als Wärmkörper. Anderer im Handel befindlicher Fango — der Name ist auch in der deutschen Therapie gebräuchlich — ist der Nilschlamm oder er besteht aus vulkanischen Erden. Vom hygienischen Standpunkt der Abwässerbeseitigung der Städte ist deren Lage an Binnenseen von Bedeutung, die biologische Selbstreinigung des Gewässers kann die Düngestoffe ohne Schaden zur Aufnahme bringen, allerdings nur bis zu einem gewissen Größenverhältnis. Der Rotsee bei Luzern ist zu einem Sapropelgewässer geworden, der Züricher See ist durch die wachsende Uferbesiedlung vom oligotrophen Typus zum eutrophen auch in der Sedimentation umgeschlagen, und u. a. haben auch die oberitalienischen Seen einen „Stich“ ins Eutrophe im Sediment erhalten, was bei der Besiedlung seit Römerzeiten kein Wunder ist. In der biologischen Selbstreinigung der Gewässer und der weitgehenden Aufnahmefähigkeit vieler Seeböden für zersetzliche Abfallstoffe liegt ein großer wirtschaftlicher Vorteil, denn welche riesigen Abwasserteichanlagen haben sich doch Großstädte ohne benachbarte Seen wie Straßburg und München mit kostspieligen Sedimentiermethoden, Absitzbecken und Rieselfeldern, geschaffen. Aus reinen oligotrophen Gewässern, die ohnehin tief sind, also kühle, organismenarme und sauerstoffreiche Tiefenschichten besitzen, können sogar größere Städte ihr Trinkwasser gefahrlos entnehmen, so beziehen Friedrichshafen und St. Gallen ihr Wasser aus dem Bodensee.

Mit einem nur angedeuteten Ausblick auf den Verkehr, den die Ausbeutung der wirtschaftlich nutzbaren lakustren Sedimentstoffe durch Benutzung von Seefahrzeugen und Güterbahnen, wie durch Aufschließung unbewohnter Seeufer durch Anlage von Wegenetzen nach sich zieht, sei dieser Überblick über die technische Verwertung der Seeböden geschlossen.

¹ Doss, B.: Über den Limanschlamm. Korr.-Bl. Naturf. Ver. Riga 73 (1900). — NADSON, G.: Die Mikroorganismen als geologische Faktoren. I. Über die Schwefelwasserstoffgärung im Weissowo-Salzsee und die Beteiligung der Mikroorganismen bei der Bildung des schwarzen Schlammes (Heilschlamm) (russ.). Arb. Kommiss. Erforsch. Mineralseen bei Karjansk. St. Petersburg 1903.

4. Die Bedeutung des Bodens im Bauwesen.

Von B. TIEDEMANN, Berlin.

Mit 23 Abbildungen.

Einleitung.

Die bautechnische Bodenkunde ist ein junges Sondergebiet der angewandten Bodenlehre und ist das Bindeglied zwischen Geologie und Erdbaumechanik. Für das gesamte Bauwesen ist der Boden als Baugrund wie auch als Baustoff von „fundamentaler“ Bedeutung. Der Begriff Boden in technischer Hinsicht ist die ganze Mächtigkeit der Erdkruste, die der praktischen Ausnutzung für bautechnische Aufgaben zugänglich ist. Zur Gewinnung von „Bodenschätzen“ geht es bergbaulich oder bohrtechnisch in die Tiefe, soweit die Wirtschaftlichkeit der Gewinnungsanlagen dies gestattet. Zur Anlage von Verkehrswegen (Eisenbahnen, Kanälen, Straßen) werden weitgehende Bodenumlagerungen vorgenommen (Einschnitte, Dämme), Gebirge im Tunnel durchstoßen. Steine, Kies, Sand, Ton usw. finden Verwendung als Baumaterial und verschiedenes andere. Entsprechend dem Umfang dieser Aufgaben wird sich die bautechnische Bodenkunde sowohl mit Eruptivgesteinen als auch mit Sedimentgesteinen, mit festem und lockerem Material, also mit Felsböden, Steinböden, Sandböden, Tonböden, Humusböden in ihrer Geeignetheit für bautechnische Zwecke zu beschäftigen haben. Eine strenge Trennung zwischen Gestein und Boden wird daher hier nicht immer möglich sein.

Während die modernen mikroskopischen Untersuchungsmethoden einen richtigen Einblick in das Wesen des festen Gesteinsmaterials und auch eine Erklärung seiner technisch wichtigen Eigenschaften gestatten, ist dies bei den unverfestigten, besonders bindigen Sedimenten weit weniger der Fall. So mannigfaltig diese unverfestigten Böden in ihrer Zusammensetzung sind, ebenso verschieden sind sie in ihren physikalischen Eigenschaften. In der systematischen Erfassung der technisch wichtigen Eigenschaften (Kohäsion und innere Reibung, elastisches Verhalten, Wasserdurchlässigkeit) dieser Böden liegt der Schwerpunkt der jungen bautechnischen Bodenforschung. Dieses Forschungsgebiet fällt fraglos dem Ingenieur zu. Ersprößliches wird er jedoch auf diesem Gebiete nur leisten können, wenn er sich die geologischen und mineralogisch-petrographischen Erkenntnisse, die Grundlagen der wissenschaftlichen Bodenkunde, so weit zu eigen macht, daß er imstande ist, die in tektonischer, stratigraphischer, petrographischer usw. Hinsicht festgestellten Verhältnisse in bautechnischem Sinne auszuwerten.

Streben nach bodenkundlicher Erkenntnis in bautechnischer Hinsicht herrschte schon zu den frühesten Zeiten. Der Boden als technischer Baustoff hat im Leben der Völker eine gleich wichtige Rolle gespielt wie der Boden in ackerbaulicher Beziehung; er hat stark gestaltend in das Leben der Menschen eingegriffen. Zunächst war es der Ton, der ob seiner Bildsamkeit, seiner leichten Bearbeitbarkeit zum Bau von Hütten usw. anregte, wo klimatische Verhältnisse dies gestatteten. Noch heute findet man bei den primitiven Völkern diese ursprünglichen „Bauwerke“¹. Später ging man dazu über, Ziegel zu fertigen, die lufttrocken verarbeitet wurden, als Mörtel benutzte man heißes Erdharz (Asphalt). Schon 7000 v. Chr. nutzten die städtebauenden Sumerier die vorzüglichen Tonlager zwischen Euphrat und Tigris — diese Flüsse mündeten damals noch getrennt in den Persischen Golf — zur Ziegelfabrikation, zur Errichtung turmartiger

¹ Vgl. S. 81.

Tempel und zu Deichbauten bei Bewässerungsanlagen. Später ging man dazu über, die Ziegel zu brennen.

Entsprechend der Entwicklung menschlicher Tätigkeit wurden Ackergerät und Waffen zum Leben notwendiger. Man mußte sich neue Stoffe dienstbar machen und griff zu den Metallen. Zunächst waren es wohl ausgewitterte Lagerstättenplätze, die die Fundstätten für Erze darstellten, und durch Zufälligkeiten lernte man ihren Wert erkennen; dann mögen auch die eigentümlichen Bodenfärbungen am Ausgehenden von Erzlagerstätten die Aufmerksamkeit des Menschen auf sich gelenkt und ihn angeregt haben, in die Tiefe zu schürfen, und zwar zuerst in primitivster Weise mit Knochen und Geweih, mit Steinhammer und Keil. Es entwickelte sich der Bergbau. Schon etwa 4000 v. Chr. soll es Kupferbergwerke auf der Sinaiinsel gegeben haben, auch bei Indern und Chinesen soll Bergbau schon zu jenen Zeiten betrieben worden sein. Hatte man nun erst bessere Werkzeuge, so konnte man auch an die Bearbeitung und Verwendung festerer Baustoffe herangehen. Damit gelangt man zu den glänzenden bautechnischen Leistungen der Alten Welt, deren erhalten gebliebene bauliche Reste Zeugnis darüber ablegen, wie weit die heutigen bautechnischen Regeln in bezug auf Baustoffgewinnung, Gründung usw. schon damals Anwendung fanden. Es ist nicht beabsichtigt, hier weiter auf die Entwicklung des Bauwesens von bodenkundlichen Gesichtspunkten einzugehen, die gebrachten Beispiele mögen genügen. Es waren stets Erfahrungssätze, auf denen sich die Beurteilung des Bodens auf ihre Eignung als Baustoff oder als Baugrund stützte, und so ist es bis auf den heutigen Tag geblieben. Versucht man neuerdings mit großem Eifer die Bodenuntersuchungen auf exaktere Grundlagen zu stellen, so geschieht dies aus der Erkenntnis heraus, daß hier ein wichtiges Gebiet des Bauwesens gegenüber der Fortentwicklung der Bauwerke vernachlässigt worden ist. Was nutzte schließlich die gewandteste Berechnung des weitgespannten Brückenbogens, wenn das Erdreich im Widerlager nachgab; was nutzte die kräftige Ausbildung der Talsperrenmauer, wenn sie durch Grundbruch unterspült wurde; was half die gewissenhafteste Konstruktion bei Hochhaus, Silo und dergleichen, wenn der Pfahlrost sich zu stark setzte; es sei weiter an die Böschungsrutschungen bei Eisenbahn- und Kanalbauten erinnert, die viele Millionen Mark Kosten verursachten. Schließlich reifte die Erkenntnis, sich der Mechanik des Bodens zuwenden zu müssen. Es war dies das rückständigste Kapitel der technischen Wissenschaften.

Die Behandlung bodenkundlicher Fragen als wichtiges Sondergebiet des Bauwesens wurde zuerst in Amerika aufgenommen. Bei der neuzeitlichen Erschließung weiter Landstriche durch Eisenbahnen und Automobilstraßen waren und sind die verschiedensten erdbaulichen Probleme zu lösen. Fels, Kies, Sand, Ton, Moor wurden unter den abwechslungsreichsten Bedingungen angetroffen und waren in bezug auf die verschiedensten Bauvorhaben zu begutachten. Nach v. TERZAGHI¹ ging die erste wirksame Anregung zur planmäßigen Erforschung der physikalischen Eigenschaften des Bodens zu erdbautechnischen Zwecken von der „American Society of Civil-Engineers“ aus. Es wurde 1913 ein Ausschuß zur „Kodifizierung der üblichen zulässigen Beanspruchungen des Baugrundes und zum Studium der technisch wichtigen physikalischen Eigenschaften“ ernannt.

Des weiteren veranlaßten zahlreiche Rutschungen bei Eisenbahnen in den Eismeertongebieten Fennoskandiens die dortigen Staaten, sich der Erforschung der Ursachen von Rutschungen zuzuwenden. Geotechnische Kommissionen von

¹ TERZAGHI, K. v.: Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage, S. 3. Leipzig u. Wien 1925.

Schweden¹ und Finnland und die norwegische geologische Reichsanstalt bemühen sich um die Lösung dieses Problems. In Belgien und Italien bestehen seit langem ingenieurgeologische Abteilungen, die sich mit technisch geologischen Vorarbeiten bei Tiefbauten und Wasserversorgung befassen. In Deutschland finden sich in den letzten Jahrzehnten verschiedene Anfänge, welche die für die Erdbaustatik wichtigsten Bodenwerte durch Versuche festlegen wollen; es sei an die Arbeiten von MÜLLER-BRESLAU², KREY³ u. a. erinnert. Auf breiterer Grundlage werden diese Untersuchungen erst aufgenommen, seitdem durch K. v. TERZAGHI „Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage“⁴ auf die dringende Notwendigkeit der eingehenden Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der Bodenarten hingewiesen wird und in der umfassendsten Weise die Fragen der Erdbaumechanik aufgerollt und behandelt werden. Es ist dies das grundlegende Werk für das Gebiet der erdbaumechanischen Forschung. 1917 waren v. TERZAGHI im amerikanischen Robert-College in Konstantinopel die Mittel zur Einrichtung eines tiefbau-technischen Laboratoriums zur Verfügung gestellt worden, er hat dort seine experimentellen Arbeiten und Studien durchgeführt und die Ergebnisse in seiner „Erdbaumechanik“ zusammengefaßt.

Ferner sei auf die Arbeiten von V. POLLACK⁵, I. STINY⁶, W. KRANTZ⁷, M. SINGER⁸, I. WILSER⁹ verwiesen. Auch die neuerschienene „Ingenieurgeologie“ von K. A. REDLICH, K. v. TERZAGHI und R. KAMPE¹⁰ bringt eine umfassende Zusammenstellung aller den Ingenieur auf geologischem, petrographischem und rein bodenkundlichem Gebiet interessierenden Fragen. Von Wichtigkeit sind weiterhin die Arbeiten von KÖGLER und SCHEIDIG¹¹ über die Druckverteilung im Baugrunde auf Grund umfangreicher Versuche im Institut für technische Mechanik der Bergakademie Freiberg i. Sa. Auch an anderen Orten wurden Versuchslaboratorien und Forschungsstellen geschaffen. Gehörte bereits zu den Aufgaben der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin die Behandlung der Fragen des Erddruckes und der Standsicherheit von Wänden und Böschungen, so ging KREY daran, eine besondere Erdbauabteilung auszubilden und der Versuchsanstalt anzugliedern, die imstande war, Behörden und Private in allen Fragen des Erdbaus zu beraten und die erforderlichen Bodenuntersuchungen durchzuführen¹². In gleicher Weise nahm auch die Versuchsanstalt für Grundbau und Wasserbau an der technischen Hochschule Hannover die Behandlung bodenmechanischer Fragen in ihr Arbeitsgebiet auf und schuf beachtenswerte Versuchseinrichtungen zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften des Bodens¹³.

¹ Statens Järnvägars-Geotechniska Kommission 1914/1922 Slutbetänkande. Stockholm 1922.

² MÜLLER-BRESLAU, H.: Erddruck auf Stützmauern. Stuttgart 1906.

³ KREY, H.: Erddruck, Erdwiderstand, 3. Aufl. 1926.

⁴ Leipzig-Wien: Deuticke 1925.

⁵ POLLACK, V.: Beiträge zur Kenntnis der Bodenbewegungen. Jb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1881. — Die Beweglichkeit bindiger und nichtbindiger Materialien. Abh. prakt. Geol. u. Bergwirtschaftslehre, Halle 2.

⁶ STINY, I.: Technische Gesteinskunde. Wien 1919. — Technische Geologie. Stuttgart 1922.

⁷ KRANTZ, W.: Die Geologie im Ingenieurbaufach. 1927.

⁸ SINGER, M.: Die Bodenuntersuchung für Bauzwecke. Leipzig 1911.

⁹ WILSER, I.: Grundriß der angewandten Geologie. Berlin 1921.

¹⁰ REDLICH, K. A., K. v. TERZAGHI u. R. KAMPE: Ingenieurgeologie. Berlin: Julius Springer 1929.

¹¹ KÖGLER, F. u. A. SCHEIDIG: Druckverteilung im Baugrunde. Bautechnik 1927, H. 29 u. 31; 1928, H. 15 u. 17; 1929, H. 18 u. 52. — KÖGLER, F.: Die Belastung des Baugrundes. Bauingenieur 1927, H. 44.

¹² KREY, H.: Rutschgefährliche und fließende Bodenarten. Bautechnik 1927, H. 35.

¹³ FRANZIUS, O.: Neuere Einrichtungen für Versuche über Erddruck, Erdwiderstand, Bodenreibung, Fundamentreibung usw. Bauingenieur 1928, H. 7 u. 8. — STRECK, A.: Die

Vom Reichsverkehrsministerium — in Verbindung mit dem Pr. Kultusministerium und der Reichsbahngesellschaft — wurde die „Deutsche Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik“ (Degebo) ins Leben gerufen, deren Aufgabe es ist, die bislang vorliegenden Erfahrungen auf dem Gebiete des Erdbaus und der Bauwerksgründungen zu sammeln, die Eigenschaften aller Bodenarten als Baugrund und als Baustoff zu erforschen und die Ursachen und Wirkungen dieser Eigenschaften zu untersuchen. Schließlich hat die „Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen“¹ einen besonderen „Ausschuß für Baugrundforschung“ gegründet, der sich als Hauptaufgabe gestellt hat, Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiete der Baugrundforschung, die teils beim Ausschuß selbst, teils an anderen Forschungsstellen gesammelt wurden, möglichst weitgehend zu verbreiten. Der Österreichische Ingenieur- und Architektenverein gründete einen besonderen Baugrundausschuß. In seinen „Vorschlägen für die Beurteilung von Flach- und Pfahlgründungen“ werden Fragen bezüglich Bodeneinteilung und Bodenuntersuchungen behandelt². In Wien selbst befinden sich die auf dem Gebiete der technischen Bodenforschung führenden Institute von K. v. TERZAGHI und I. STINY. Rußland, das auf dem Gebiete der pflanzenphysiologischen Bodenforschung einen guten Namen hat, berichtet neuerdings über Arbeiten des Instituts für Bauwesen, Moskau, USSR., auf dem Gebiete der Baugrundforschung³. Ebenso bringt Japan seine ersten Veröffentlichungen über technische Bodenforschung⁴.

So hat sich vielerorts die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß es erforderlich ist, zur planmäßigen Erforschung der physikalischen Eigenschaften des Bodens zu erdbautechnischen Zwecken zu schreiten. „Die zu leistende Arbeit ist außerordentlich umfangreich. Sie muß jedoch bewältigt werden, denn die Hilfswissenschaften des Erdbaus sind um ein volles Jahrhundert hinter den übrigen technischen Wissenschaften zurückgeblieben, und die hieraus erwachsende Verschwendung an Volksvermögen ist viel schwerwiegender als die Belastung der Staatshaushalte durch die Kosten einer wissenschaftlichen Organisation mäßigen Umfanges“⁵.

Im nachstehenden soll nun ein kurzer Abriss über die Bedeutung des Bodens in verschiedenen Disziplinen der Bauwissenschaft, wie Erdbau, Grundbau, Bergbau und Tunnelbau sowie Baustoffkunde gegeben werden. Es soll hier nur zusammenfassend dargestellt werden, welche Gesichtspunkte für die Erforschung der Eigenschaften des Bodens in bautechnischer Hinsicht maßgebend sind. Die grundlegenden wissenschaftlichen Fragen sind ja im ersten Teil dieses Handbuches eingehend behandelt, andererseits gestattet es der Rahmen dieses Handbuches nicht, zu weit auf technisches Gebiet abzuschweifen.

Der Erdbau.

In den der wissenschaftlichen Bodenkunde gewidmeten Bänden dieses Handbuches sind die Kräfte behandelt worden, die die äußeren Teile der Lithosphäre und ihre Oberfläche umgestalten. Als wirkende Agentien kamen Eis, Wasser,

Festigkeitseigenschaften bindiger Böden. Dtsch. Tiefbautztg. 1928, Nr. 33. — Beitrag zur Frage des passiven Erddrucks. Bauingenieur 1926, H. 1. u. 2.

¹ BUSCH, R.: Die Baugrundforschung in Deutschland und in anderen Ländern. Jb. d. dtsh. Ges. f. Bauingenieurwesen 1930.

² BIERBAUMER, A.: Vorschläge für die Beurteilung von Flach- und Pfahlgründungen. Z. österr. Ing. u. Arch.-Ver. 1929 (Sonderdruck).

³ Vgl. Bauingenieur 1930, H. 18, 323.

⁴ Mitt. d. Geotechn. Komitees bei den japanischen Staatsbahnen. H. 1, Juni 1931 (japanisch).

⁵ TERZAGHI, K. v.: a. a. O., S. 6.

Luft und Organismen in Frage und als Vorgänge die Gesteinszerstörung, der Materialtransport und der Gesteinsaufbau. An dieser Stelle sollen die Bodenumlagerungen, die durch menschlichen Eingriff erfolgen, behandelt werden. Die Vorgänge sind den obigen vergleichbar, nur sind die Agentien diesmal der Mensch und seine technischen Hilfsmittel.

Die Anlage von Verkehrswegen, wie Eisenbahnen, Kanälen und Straßen bedingt die Ausgleichung der Unebenheiten des natürlichen Bodens, was je nach der Gestaltung der Bodenoberfläche mehr oder weniger bedeutende Erdarbeiten nötig macht (so haben z. B. die beim Bau des Nordostseekanals — Länge 99 km — geförderten Erdmassen etwa 76 Millionen Kubikmeter betragen).

Außer bei Verkehrsanlagen kommen Erd- und Felsarbeiten in Frage, bei Abraumbeseitigung über Erzlagerstätten, Kohlengruben, Steinbrüchen, bei Anlagen von Staudämmen, Flußregulierungen, für Landeskulturen usw. Hierbei sind zunächst die Bodenarten nach dem Grade der Schwierigkeit ihrer Gewinnung, d. h. Lösen und Laden, zu betrachten, sodann in ihrem Verhalten gegenüber den durch die Bauarbeiten herbeigeführten Änderungen in den statischen Verhältnissen durch Anlage von Einschnitten, Dammschüttungen usw. klarzulegen.

Klassifizierung der Böden nach dem Grade der Schwierigkeit ihrer Gewinnung. Für Aufstellung der Kostenvoranschläge, bei Vertragsabschlüssen mit Unternehmern usw. ist es von großer Wichtigkeit, die Festigkeitseigenschaften abzubauenen Böden so genau wie möglich angeben zu können. Es müssen demnach schon während der Vorarbeit weitgehende Bodenuntersuchungen durch Anlage von Schürfschächten und Bohrungen stattfinden.

Man unterscheidet zwei große Gruppen von Bodenarten: Erdarten und Felsarten; jede dieser Gruppen teilt man in je drei Klassen und schaltet dazwischen eine Übergangsstufe:

Klasse 1: reiner, trockener Sand, Dammerde und ähnliche lockere Erdarten.

Klasse 2: leichtere Lehm- und Tonböden, die sich noch bequem mit dem Spaten stechen lassen, sodann durch Beimengungen gebundener Sand, feiner Kies und Torfmoor.

Klasse 3: schwere Ton- und Lehm Böden, Mergel, Geschiebelehm und -mergel, grober Kies.

Während die Böden der Klasse 1 und 2 sich mit Schaufel und Spaten lösen lassen, ist bei Klasse 3 eine besondere Auflockerung erforderlich, sei es durch Pflügen, sei es durch Breithacke oder durch Keileintreiben bzw. durch Sprengungen.

Klasse 4: umfaßt die den Übergang zu festen Felsen bildenden Bodenarten, Trümmergesteine, dessen Klüfte häufig mit weichem Material, wie Lehm oder Ton, ausgefüllt sind, Gerölle, verwittertes Tagesgestein, weiche Sandsteine in dünnen Lagen, kleinbrüchiger Schiefer.

Klasse 5: Felsarten in Bänken von nicht zu großer Mächtigkeit und Festigkeit, so daß sie noch mit Spitzhacke und Brecheisen oder durch Unterkeilung der Lager gelöst werden können.

Klasse 6: Felsarten in geschlossenen Bänken, die mit Pulver oder Dynamit gesprengt werden müssen.

Klasse 7: die sehr festen, schwer „schießbaren“ Massengesteine, wie Granit, Gneis, Quarzbänke, Syenit, Porphy, in unverwittertem Zustand¹.

Diese Einteilung kann natürlich nur einen allgemeinen Anhalt geben. Die Bergfeuchtigkeit spielt oft eine große Rolle. So lassen sich Geschiebemergel bei

¹ Nach Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften 1, 2. Abt. 1897, und M. FÖRSTER: Taschenbuch für Bauingenieure, 5. Aufl. 1928.

hinreichender Feuchtigkeit gut stehen; trocken sind sie steinhart und müssen mit der Kreuzhacke gelöst werden. Die Tone sind von verschiedenster Beschaffenheit, einige außerordentlich zäh, daher schwer zu spalten und zu sprengen, feuchter Ton wiederum klebt an der Schaufel und erschwert das Laden. In glazialen Ablagerungen wechseln die Böden in ihrer Zusammensetzung oft sehr rasch. Das auf Grund nur vereinzelter Schürf- oder Bohrlöcher entworfene Bodenprofil stellt sich oft während des Baues als weit ungünstiger heraus. Beim Lösen der Felsarten spielt das Schichtenfallen eine wesentliche Rolle.

v. RZIHA¹ schlug vor, die zur Loslösung der Massen tatsächlich aufgewendete mechanische Arbeit als Unterscheidungsmerkmal einzuführen, wonach sich die Gewinnungsfestigkeit der verschiedenen Bodenarten ergibt:

Gebirgs-gattung	Bezeichnung des Gebirges	Verbrauchte Tagewerke für 1 m ³ Gebirge, das Tagewerk (10 Stunden reine Arbeitszeit) = 130 000 mkg	Verbrauchtes Dynamit Nr. 1 für 1 m ³ zu 75 000 mkg	Menschenarbeit für 1 m ³ Gebirge mkg	Dynamitarbeit je 1 m ³ Gebirge mkg	Gewinnungsfestigkeit für 1 m ³ Gebirge mkg	Verhältnis der Gewinnungsfestigkeit
I a	Milder Stichboden	0,08	—	10 400	—	10 400	1,0
I b	Schwerer Stichboden	0,12	—	15 600	—	15 600	1,5
II a	Milder Hackboden	0,16	—	20 800	—	20 800	2,0
II b	Schwerer Hackboden	0,20	—	26 000	—	26 000	2,6
III a	Mildes brüchiges Gestein .	(0,20—0,40) 0,30	—	39 000	—	39 000	3,8
III b	Festes brüchiges Gestein .	(0,40—0,60) 0,50	0,10	65 000	7 500	72 500	7,1
IV a	Festes Sprenggestein	(0,60—0,80) 0,70	0,20	91 000	15 000	106 000	10,2
IV b	Sehr festes Sprenggestein .	(0,80—1,20) 1,00	0,30	130 000	22 500	152 500	15,0
IV c	Höchst festes Sprenggestein	(1,20—2,00) 1,60	0,50	208 000	37 500	245 500	24,0

Nach den technischen Vorschriften für Bauleistungen von 1926 werden folgende Bodenarten unterschieden:

- a) schlammiger Boden, Tribsand — nur mit Schöpfgäßen zu beseitigen;
- b) leichter Boden — mit Schaufel oder Spaten lösbar (loser Boden, Muttererde, Sand); Böschungswinkel etwa 45°;
- c) mittlerer Boden — mit Spitzhacke, Breithacke oder Spaten lösbar — (festgelagerter Lehm, kiesiger Lehm, leichter Ton und Torf); Böschungswinkel etwa 60°;
- d) fester Boden — durch Keile oder Sprengen lösbar — (schwerer Lehm mit Trümmern, fester Ton, grober Kies mit Ton, fester Mergel, lange lagernder Bauschutt oder Asche, schieferartiger Fels oder Steingeschiebe); Böschungswinkel etwa 80°;
- e) Felsen — nur durch Sprengen mit Sprengstoff lösbar; mit Böschungswinkel bis zu 90°.

Diese Einteilungen können nur einen rohen Anhalt für die Gewinnungsschwierigkeiten der Böden geben. Grundwasserverhältnisse, quelliges Gelände, klimatische Verhältnisse usw. können oft sehr erschwerend wirken. Bei großen Massen wird im Baggerbetrieb gearbeitet, wobei die Gesichtspunkte für den Bodenabbau andere wie für Handschächte sind. Oft werden sich beim Bau ganz andere Verhältnisse herausstellen, wie sie auf Grund der Bohrarbeiten angenom-

¹ RZIHA, FR. v.: Die Gewinnungsfestigkeit der Erd- und Felsmassen in Einschnitten. Zbl. Bauverw. 1889, 176.

men und der Aufstellung der Verdingungsanschlage zugrunde gelegt wurden. Letztere dürfen daher nicht zu starr sein, weil sonst wirtschaftliche Schädigungen für den Bauherrn oder für den Unternehmer nicht ausbleiben können. Die Fragen der Bodengewinnung sind zu vielseitig, um sie in feste Schemata zwingen zu können.

Standfestigkeit der Böden in Einschnittsböschungen und bei Dammschüttungen. Im Erdbau werden teils durch Anlage von Einschnitten, teils durch das Anschutten von Dämmen Gleichgewichtsstörungen — Erdrutschungen — veranlaßt; sie sind vergleichbar den Erscheinungsformen, die als Folge der Verwitterungsvorgänge in der Talbildung in Gebirgsgegenden als Bergstürze usw. vorkommen¹. Es ist in den meisten Fällen das Wasser, das teils mittelbar, teils unmittelbar die Veranlassung zu den Rutschungen gibt. Zirkulierendes, vadoses Wasser wäscht die löslichen Teile aus den von ihnen durchzogenen Schichten aus und lagert sie an anderen Stellen wieder ab, es durchweicht die Oberfläche undurchlässiger Massen und macht sie schlüpfrig, es wirkt auf den inneren Zusammenhang der Massen ein.

Anhaltende Regengüsse können das Gewicht feinkörniger Bodenarten erhöhen. In anderen Fällen wiederum kann durch Steigen des Grundwassers nach Regenperioden die Bodenmasse um die Größe des Auftriebes an Gewicht verlieren, die Bodenpressung läßt nach, der Boden nimmt Wasser auf, sein Schubwiderstand wird geringer². Beim Absenken des Grundwasserspiegels fällt in dem abgesenkten Bereich der hydrostatische Auftrieb fort, der vorher auf die Bodenkörner wirkte, die Masse wird schwerer. Eine weitere Gewichtsvermehrung tritt durch das nach Absenkung des Wasserspiegels in den Hohlräumen des Bodens verbleibende Kapillarwasser ein³. Stromendes Wasser übt auf die durchströmten Bodenschichten einen in der Strömungsrichtung wirkenden Druck aus, dessen Größe durch das hydraulische Gefälle bestimmt ist⁴ usw. Durch diese durch das Wasser bewirkten statischen Änderungen können in vielen Fällen Rutschungen auftreten.

Richtiges Erkennen von Wirkung und Bewegung des Wassers ist die erste Voraussetzung bei der Sicherung gegen Bodenbewegungen. Es seien zunächst kurz die Bodenarten besprochen, denen bezüglich der Rutsch- oder Fliegefahr besondere Beachtung geschenkt werden muß; es sind dies vornehmlich unverkittete Sedimentgesteine aus vorwiegend klastischen Bestandteilen, daneben Humusgesteine und Sapropelite.

Das physikalische Verhalten der Böden wird oft von ihrer Vorgeschichte abhängen. „Bodenarten, die äußerlich ähnlich aussehen, können sich z. B. unter Lasten ganz verschieden verhalten, wenn sie verschiedenen geologischen Ursprungs sind; sie werden sich aber in der Regel ähnlich verhalten, wenn sie gleiche geologische Herkunft haben.“ ber die Entstehung der Böden wird man sich bei bautechnischen Bodenuntersuchungen klar zu werden versuchen, da man hieraus oft schon Schlüsse über ihre Zusammensetzung und ihr Verhalten ziehen können. Die geologischen Karten sind hierfür dem Ingenieur ein wertvolles Hilfsmittel. ber die Gruppierung unverkitteter Sedimentgesteine nach ihrer Entstehung sei nachstehende Übersicht aufgefuhrt⁵:

¹ Vgl. die sogenannte trockene Abtragung (subaerische Massenbewegungen). Dieses Handbuch 1, 309 ff.

² Vgl. dieses Handbuch 6, 87 ff.

³ KÖRNER, B.: Bodensetzungserscheinungen bei Grundwasserabsenkungen. Bau-technik 1927, H. 42.

⁴ REDLICH, K. A., K. v. TERZAGHI u. R. KAMPE: Ingenieurgeologie, S. 416.

⁵ ANDRÉE, K.: Geologie in Tabellen. Berlin 1922, aus Tab. 55.

Sedimentgesteine aus vorwiegend klastischen ¹ Bestandteilen		die durch mechanische Zerstörungen bereitet und betroffen wurden		und einem Transport unterlagen, nämlich durch		welche chemisch umgebildet wurden, und zwar unter										
und abgesehen vom Transport durch die Schwerkraft, nicht oder nur unbedeutend transportiert wurden	Eis: Glazialablagerung	Wasser: Aquatische Ablagerungen z. T.		Luft (Wind): Äolische Ablagerungen z. T.		toniger Verwitterung										
		Aquateilschutt		Äolische Ablagerungen z. T.		Hydratverwitterung										
Gehängeschutt und verwandte Bildungen (Feldspäte, häufig unverwittert)	Eis: Glazialablagerung	Wasser: Aquatische Ablagerungen z. T.		Luft (Wind): Äolische Ablagerungen z. T.		welche chemisch umgebildet wurden, und zwar unter										
		Aquateilschutt		Äolische Ablagerungen z. T.		toniger Verwitterung										
Gehängeschutt und verwandte Bildungen (Feldspäte, häufig unverwittert)	Eis: Glazialablagerung	Wasser: Aquatische Ablagerungen z. T.		Luft (Wind): Äolische Ablagerungen z. T.		welche chemisch umgebildet wurden, und zwar unter										
		Aquateilschutt		Äolische Ablagerungen z. T.		toniger Verwitterung										
Gehängeschutt und verwandte Bildungen (Feldspäte, häufig unverwittert)	Eis: Glazialablagerung	Wasser: Aquatische Ablagerungen z. T.		Luft (Wind): Äolische Ablagerungen z. T.		welche chemisch umgebildet wurden, und zwar unter										
		Aquateilschutt		Äolische Ablagerungen z. T.		toniger Verwitterung										
Steine Grobkies Feinkies sehr grob grob mittelkörnig fein sehr fein Tonhaltige Teile K. ANDRÉE: a. a. O., Tab. 49.	Geschiebelehme ⁴ und -mergel ³ (Grundmoräne)	Blockpakungen, Grande, Sande z. T. — z. T. Spatsande (Wallmoränen)	mit Feldspat	ohne Feldspat	Pelite, z. T. Gesteinsmehle, Alphitite	Äolische Ablagerungen z. T.	Luft (Wind): Äolische Ablagerungen z. T.	welche chemisch umgebildet wurden, und zwar unter	toniger Verwitterung	Hydratverwitterung	Ver-schwermt (alluviale Laterite)					
												Fluvioglaziale und fluviatile	limnische	marinitorale	(fluvioglaziale)	(fluviatile)
Fluvioglaziale und fluviatile	limnische	marinitorale	(fluvioglaziale)	(fluviatile)	(limnische)	fluviatile	limnische und dem Schell entstammende	Dahin ein Teil der falschlich sogenannten „Tone“, vor allem die fluvioimmo- und marin-glazialen „Bänder-tone“ Mergel	Dünensande ² der Wüsten und des Binnenlandes (wenn größer, bereits vor- gebildete Sandmassen zur Verfügung stehen	in erst jüngst vom Inlandeis verlassenem Gebieten	Fluvioglaziale Bändertone, z. T. fluviatile, limnische mit Pflanzenresten und Süßwassermollusken, Ostrakoden usw.					

¹ Falls nutzbare Gemengteile (Gold, Platin, Edelsteine, Magneteisen, Zinnstein, Monazit oder andere Mineralien) beteiligt sind, spricht man von „Seifen“.
² Mergel sind Gemenge von Ton und kalkigen Komponenten.
³ Löß und Geschiebemergel verlieren durch Auslaugung mit CO₂-haltigen Wässern mehr oder weniger ihren Gehalt an löslichen (vor allem Kalk-) Bestandteilen, sie „verleimen“. (Wiederauscheidung des Kalkes in „Lößkindeln“ oder „Mergelpuppen“.) — Tone dagegen adsorbieren aus Lösungen Kali, Kalk, Natron, Magnesia und werden reicher an löslichen Bestandteilen. Hierdurch gleichen sich mit dem Altern die ursprünglichen Unterschiede jener Bildungen mehr oder weniger aus.

Eine Einteilung der Böden nach bautechnischer Wertschätzung kann zur Zeit noch nicht gegeben werden, wenn auch von einigen Forschern Vorschläge hierfür schon gemacht sind. Es erscheint zweckmäßig, auch in der bautechnischen Bodenkunde sich zunächst der erweiterten THAER-RAMANNSchen Einteilung zu bedienen, da diese von den geologischen Landesanstalten bei den bodenkundlichen Kartierungen zugrunde gelegt wird, und die Verständigung zwischen Geologen und Ingenieur alsdann erleichtert wird.

Die Mineralböden werden mit Hilfe der mechanischen Bodenanalyse (Sieben, Schlämmen, Sedimentieren) in die auf vorstehender Tabelle unter Bemerkung 1 aufgezählten Fraktionen zerlegt und nach dem Gehalt an tonhaltigen Teilen (kleiner als 50μ) zur Zeit wie folgt gegliedert¹:

Sandboden	bis 5 %	tonhaltige Teile
Lehmiger oder toniger Sandboden	5—20 %	„ „
Sandiger Lehmboden	20—30 %	„ „
Milder Lehmboden	30—40 %	„ „
Schwerer Lehmboden	40—50 %	„ „
Tonboden	50—75 %	„ „
Strenger Tonboden	75—90 %	„ „
Reiner Tonboden	90—100 %	„ „

Des weiteren bezeichnet man Mineralböden, in denen Staubsand (0,02 bis 0,002 mm) vorherrscht, als Schluff- oder Staubböden. Es handelt sich hier um äolische Ablagerungen, wie Löß resp. Lößlehm und Absätze ausgeschlämmter Moränen, wie Flottlehme und Flottsande. Bei der Unterscheidung dieser Schluffböden von den Tonböden bedarf es dann noch der Feststellung der Fraktionen Schluff (0,02 bis 0,002) und Roh-ton (< als 0,002 mm). Mergel sind Böden mit einem Gehalt an kohlenurem Kalk bis ca. 20%. Darüber hinaus bezeichnet man sie als Kalkböden. Die Humusböden gliedern sich in reine Humusböden der verschiedenen Moore und in Moorerden: Der Humus ist hier mit Sand, Lehm oder Ton² durchsetzt. Eine andere Einteilung der Bodenarten läßt sich auf Grund der Körnung nach ATTERBERG³ vornehmen:

Kies	20—2	mm	{	20—6	mm	grob
				6—2	mm	fein
Sand	2—0,2	mm	{	2—0,6	mm	grob
				0,6—0,2	mm	fein
Mehlsand	0,2—0,02	mm	{	0,2—0,06	mm	grob
(schwedisch Mo)				0,06—0,02	mm	fein
Schluff	0,02—0,002	mm	{	0,02—0,006	mm	grob
(Grobton)				0,006—0,002	mm	fein
Feinton oder Kolloidton				< 0,002	mm	

Nachstehend seien die Schlämmergebnisse einiger typischer Bodenarten wiedergegeben (vgl. Abb. 29).

Im Erdbau ist sandigen Lehmen, Schluff- oder Staubböden besondere Beachtung zu schenken, sie sind wasserbautechnisch die gefährlichsten Bodenarten. Manche zeigen eine so geringe Konsistenz, daß sie, der Einwirkung des Wassers ausgesetzt, in kurzer Zeit breiartig auseinanderfließen (Flottlehme und Flottsande).

Da die Natur die mannigfaltigsten Spielarten und Übergänge von Böden hervorzubringen vermag, fällt es anfangs schwer, den einen oder anderen Boden zu klassifizieren, sofern man aber erst selbst eine Reihe von Böden in ihrem

¹ Siehe F. SCHUCHT: Grundzüge der Bodenkunde, S. 291. 1930.

² Näheres hierüber in diesem Handbuch 4, 124, 200.

³ Vgl. hierzu die Erklärungen von F. SCHUCHT: Grundzüge der Bodenkunde, S. 85. Berlin 1930, und dieses Handbuch 6, 18—20.

Aufbau und Verhalten geprüft und beobachtet hat, lernt man es bald, sie richtig anzusprechen und einzuordnen.

Die Schlämmanalyse allein gibt noch bei weitem keinen entscheidenden Anhalt für das Verhalten der Böden. Böden gleicher Körnung können ganz verschiedene physikalische Eigenschaften haben, jedoch wird man in vielen Fällen aus der Schlämmanalyse einige Schlüsse ziehen können; zudem ist sie für die Beschreibung der Böden unerlässlich. Für bindige Böden ist es erforderlich, die Zerlegung bis zu 2μ herab zu betreiben, da sonst die wichtigen Schluff- und Tonfraktionen nicht erfaßt werden.

Kohärenz (Kohäsion) und innere Reibung der Böden bedingen ihre Eignung zu Schüttungen ebenso wie die zulässige Neigung der unbedeckten Böschungen.

Kohärenz ist das Haften der Bodenteilchen aneinander, ihre Flächenanziehung, sie nimmt zu mit der Feinheit des Korns und dem Gehalt an feinsten kolloiden Teilchen. Die innere Reibung nimmt mit zunehmender Feinheit des Korns ab. Der Wassergehalt ist hierbei von großer Bedeutung. So steigt in tonigen Böden die Kohärenz mit Abnahme des Wassergehalts. Feinkörnige Sande und Humus haben ihre höchste Kohärenz beim mittleren Feuchtigkeitsgehalt, bei höherem oder niedrigerem Wassergehalt nimmt sie ab¹. Kalk, insbesondere Ätzkalk, verringert bei tonreichen Böden die Kohärenz, während Alkalikarbonat (und Alkalihydrat) dieselbe steigert, weil ersterer auf die Tonkolloide ausflockend, krümelnd wirkt, letzteres den Solzustand der Kolloide verstärkt und damit die Entstehung von Einzelteilchen herbeiführt.

Nach v. TERZAGHI ist bei lehmfreien, völlig trocknen oder völlig wassergesättigten Sanden und Schottern (Bodenarten mit makroskopischen Einzelkörnern) die Kohärenz = 0, und die Ziffer der inneren Reibung ist mindestens = 0,60—0,65. Für feinkörnige Bodenarten kann die Kohärenz Werte bis 100 kg/cm² annehmen und die Ziffer der inneren Reibung bis auf 0,20 heruntersinken. Beide Werte sind jedoch für ein und denselben Boden innerhalb weiter Grenzen veränderlich und können sich innerhalb der obersten Bodenschichten sogar von Tag zu Tag beträchtlich ändern. Infolgedessen haben Angaben über die Kohärenz und die innere Reibung bindiger Bodenarten nur dann einen Sinn, wenn eine erschöpfende Beschreibung der geologischen und physikalischen Umstände vorliegt, unter denen die Werte ermittelt werden².

v. TERZAGHI unterscheidet eine „scheinbare Kohäsion“, die durch die Oberflächenspannung des Wassers bewirkt wird, von einer „echten Kohäsion“, die

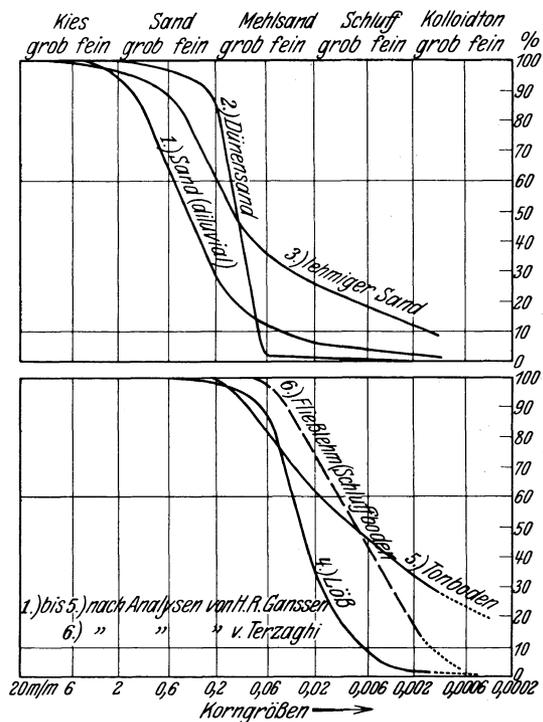


Abb. 29. Schlämmanalysen einiger Bodenarten.

¹ Vgl. dieses Handbuch 6, 35.

² TERZAGHI, K. v.: Ingenieurgeologie, S. 318ff.

von einem Zusammenkleben der Bodenteilchen herrührt. Er führt hierzu aus: „Die Oberflächenspannung wirkt auf die Bodenprobe wie eine die Probe umgebende Gummihaut. Der von dieser auf die Probe ausgeübte Druck wird als Kapillardruck bezeichnet. Läßt man eine Tonprobe austrocknen, so nimmt die Oberflächenspannung zu, und der Ton erfährt eine Raumverminderung ebenso, wie wenn er eine Zusammendrückung durch äußeren (mechanischen) Druck erführe. Man sagt, der Ton ‚schrumpft‘. Zugleich nimmt die scheinbare Kohäsion zu, denn diese scheinbare Kohäsion ist nichts anderes als die durch den Kapillardruck geweckte innere Reibung (scheinbare Kohäsion = Kapillardruck \times Ziffer der inneren Reibung). Je kleiner die Poren, desto größer ist der obere Grenzwert des Kapillardruckes. Für fette Tone kann er sogar Werte von mehreren hundert Atmosphären annehmen. Infolgedessen nimmt auch die mit dem Austrocknen verbundene Raumänderung bei gleicher Kornbeschaffenheit mit abnehmender Korngröße zu. Im selben Sinne wächst die Druckfestigkeit des ausgetrockneten Materials und kann für fette Tone sogar den Wert der Druckfestigkeit eines Magerbetons erreichen.“

„Setzt man den halb oder ganz ausgetrockneten Boden unter Wasser, so wird die Oberflächenspannung des Wassers und mit ihr der Kapillardruck = 0. Der Boden erfährt eine elastische Ausdehnung, wobei er Wasser ansaugt, ebenso wie ein unter Wasser sich ausdehnender Schwamm. Diese Erscheinung wird als ‚Schwellen‘ oder ‚Quellen‘ bezeichnet. Bei gleichem Maximalwert des Kapillardruckes hängt die mit dem Schrumpfen und Schwellen verbundene Raumveränderung von den Festigkeitseigenschaften des Materials ab, welche ihrerseits durch den Gehalt des Materials an schuppenförmigen Mineralbestandteilen bestimmt sind.“

„Beim Aufquellen des Tones wird seine Kohäsion zwar kleiner, verschwindet aber nicht ganz. Die nach erfolgter Unterwassersetzung noch übrigbleibende Kohäsion rührt nicht von der Oberflächenspannung des Wassers, sondern von einem Zusammenkleben der Bodenteilchen her und wird daher als ‚echte Kohäsion‘ bezeichnet. Für ein und denselben Boden ist die echte Kohäsion um so größer, je dichter die Teilchen vor der Überflutung aneinandergedreßt wurden. Für manche Tone (z. B. Mississippi Gumbo oder die blauen glazialen Tone in Maine) erreicht die echte Kohäsion so hohe Werte, daß die Erosion nur langsam in die Tiefe dringt“.

„Die scheinbare Kohäsion (z. B. die Kohäsion ausgetrockneter Erdschollen) kann durch anhaltende Regengüsse bis auf den Wert der echten Kohäsion herabgemindert werden, und die mit der Kohäsionsverminderung verbundene Rauminzunahme führt zur Sprungbildung oder zum Zerbröckeln des Materials. Die echte Kohäsion wird hingegen durch Wasserzutritt in keiner Weise beeinflusst.“

Sehr beachtlich sind auch die Ausführungen von ZUNKER¹ über den Einfluß des hygroskopischen Wassers auf die Kohäsion. Die Dicke der hygroskopischen Hülle wächst mit der relativen Feuchtigkeit der umgebenden Luft und ist unter Wasser am größten; sie wächst ferner mit der Größe der Bodenteilchen und dem Alkaligehalt, insbesondere dem Natriumgehalt. Der Abstand sich berührender Bodenteilchen voneinander ist durch die Dicke des zwischengelagerten hygroskopischen Wassers bestimmt. Je geringer dieser Abstand ist, desto kräftiger ist auch die molekulare Anziehung (Kohäsion), die die festen Oberflächen aufeinander ausüben. Eine Abnahme der hygroskopischen Schichtdicke zwischen den Berührungspunkten der Bodenteilchen hat ein Schwinden und stärkere Kohäsion, eine Zunahme hat ein Schwellen und eine Abnahme der Kohäsion zur Folge.

¹ Vgl. dieses Handbuch 6, 83. — F. ZUNKER: Über den Einfluß des Trocknens auf den kolloiden Zustand des Bodens usw. Kulturtechniker 1930, H. 2.

Die chemische Verwitterung im Boden¹ unter Ab- und Zufuhr von Stoffen wird oft die Kohärenz im Boden verändern. Es können durch diese Umsetzungen Volumenvergrößerungen oder Volumenverminderungen eintreten, wodurch Spannungen entstehen, die einen Zerfall der Gesteine herbeiführen und so Anlaß zu Böschungsruutschungen geben.

Erdrutschungen treten auf, wenn die angreifenden Kräfte und Lasten größer sind als der Schubwiderstand (Kohärenz + innere Reibung). Die die Bewegung erzeugende Kraft ist (abgesehen von Betriebslasten) die Schwerkraft, der der Schubwiderstand entgegensteht. Kohärenz ist die Flächenanziehung der Bodenteilchen untereinander, also die Kraft, die die Teilchen einer Bodenart ohne äußeren Druck zusammenhält, also gegen Trennung durch Zug und Abscherung wirkt; während die Reibung der in der Berührungsfläche der Bodenteilchen vorhandene Widerstand gegen eine Verschiebung ist, der abhängig ist von dem Druck auf diese Fläche und von ihrer Beschaffenheit (Reibungskoeffizient).

Bodenarten ohne Kohärenz, wie lehmfreie, völlig trockene oder völlig wasser- gesättigte Sande, böschchen sich gleichmäßig entsprechend ihrem Reibungswinkel. Kohärente Böden dagegen können je nach dem Grade ihrer Kohärenz bis zu gewisser Höhe in steiler, ja selbst überhängender Wand stehen. Da aber der von der Kohärenz abhängige Teil des Schubwiderstandes nur mit der ersten Potenz der Höhe zunimmt, während alle anderen Massenkräfte (auch der Reibungs- widerstand) mit der zweiten Potenz der Höhe wachsen, verschwindet bei zu- nehmender Höhe der Einfluß der Kohärenz auf die Böschungsneigung immer mehr, so daß von oben nach unten eine allmählich zunehmende Abflachung ent- steht, so daß schließlich das Böschungsverhältnis von der Schwere und dem Reibungskoeffizienten allein abhängig bleibt. Die zulässige Neigung der Bö- schungen kohärenter Böden ist demnach mit von der Tiefe des Einschnitts ab- hängig. Bei gleichen kohärenten Bodenarten können flache Einschnitte mit steileren Böschungen hergestellt werden als tiefe. Viele Einschnittsruutschungen sind fraglos mit dadurch entstanden, daß man diesen Gesichtspunkten nicht Rechnung trug.

Man versucht heute die Standfestigkeit der Böschungen rechnerisch unter Annahme kreisförmiger Gleitflächen zu erfassen. Es sei hier auf die Arbeiten von K. E. PETTERSON², S. HULTIN³, H. KREY⁴, W. FELLENIUS⁵ u. a. verwiesen. Man führt die Berechnung für verschiedene Gleitflächen durch und ermittelt jene, die für die Standfestigkeitsverhältnisse am ungünstigsten sind. Die für die Berechnung erforderlichen Bodenwerte (Schubwiderstand) bemüht man sich durch Laboratoriumsversuche zu bestimmen, wie dies weiter unten für das KREYSche Verfahren angegeben ist. Es kommt hierbei darauf an, Reibung und Haftfestigkeit des Bodens unter verschiedenem Druck und bei verschiedenem Wassergehalt festzustellen, bei deren Auswahl alle Verhältnisse (Druck- und Wassergehalt in verschiedenem Zusammenwirken), die in der Natur wahr- scheinlich oder auch nur möglich sind, zu berücksichtigen sind. Außerdem ist der Wassergehalt der Sättigung bei verschiedenem Druck zu bestimmen. In den Fällen, in denen plastische Böden den dem Druck entsprechenden Sättigungsgrad in ihrer natürlichen Lagerung bei weitem nicht erreichen und daher in diesem Zustande einen hohen Schubwiderstand besitzen, wird oft die Entscheidung

¹ Siehe dieses Handbuch 2, 191 f.

² PETTERSON, K. E.: Kairutschung in Gotenburg am 5. März 1916. Tekn. Tidskr. Stockholm 1916, H. 30/31.

³ HULTIN, S.: Grusfyllningar för kaybigguader. Tekn. Tidskr. Stockholm 1916, H. 31.

⁴ KREY, H.: Erddruck, Erdwiderstand, 3. Aufl. 1926 (mit ausführlichem Nachweis der auf erdbaustatischem Gebiet erschienenen Literatur, 4. Aufl. Frühjahr 1932).

⁵ FELLENIUS, W.: Erdstatische Berechnungen mit Reibung und Kohäsion usw. Berlin: W. Ernst u. Sohn 1927.

schwer sein, ob mit einer späteren größeren Durchfeuchtung und damit mit Herabsetzung des Schubwiderstandes gerechnet werden muß. Andererseits werden ihrer Belastung nach wassergesättigte plastische Böden, wenn sie durch Aufschütten eines hohen Dammes usw. unter erhöhte Auflast kommen, entsprechend geringeren Wassergehalt annehmen wollen, das überschüssige Wasser aus den sehr feinen Poren aber nur sehr langsam abgeben können. Je nach der Ausdehnung des Bauwerkes und der Mächtigkeit der Bodenschicht dauert es Monate und Jahre, bis der Wassergehalt plastischer Böden sich der höheren Belastung angepaßt hat. Das Porenwasser ist gespannt und der Schubwiderstand dadurch herabgesetzt.

In der nachstehenden Auftragung als Beispiel sind einmal die Schubwiderstandswerte τ angegeben, wie sie für den Versuchsboden im „gewachsenen Zustande“ bei stets gleichem Wassergehalt von rd. 25 % (zur Totsubstanz) für die Flächendrücke ν von 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 und 3,0 kg/cm² mit der Apparatur nach KREY (vgl. Beschreibung S. 162) ermittelt wurden. Gleicher Boden wurde dann in Versuchsrahmen mehrere Tage unter Wasser mit 0,12; 0,22; 0,5; 0,7; 1,0 usw. kg/cm² belastet. Hier hat der Boden nun Wasser aufgenommen, sofern sein Wassergehalt geringer war, als dem Flächendruck entsprach, und er hat Wasser abgegeben, soweit sein Wassergehalt größer war, als dem Flächendruck entsprach, d. h. er hat sich auf den bestimmten, dem Flächendruck entsprechenden Wassergehalt, d. h. auf den „natürlichen“ Wassergehalt eingestellt. Für den „Zustand des natürlichen Wassergehaltes“ wurde nun auch der Schubwiderstand für die oben angegebenen Flächendrücke ermittelt, es sind die in der Auftragung mit o bezeichneten Punkte. Aus den beiden Punktreihen ergeben sich die Schubwiderstandslinien (τ -Linien). Des weiteren sind auch die zugehörigen Kurven für den Wassergehalt eingezeichnet, wie er nach jedem Einzelversuch durch Trockenproben festgestellt wurde. Die τ -Linien sind um den Winkel φ_1 resp. φ_2 gegen die Horizontale geneigt und schneiden auf der Ordinatenachse den Wert ks_1 resp. ks_2 ab, der der vom Flächendruck ν unabhängige, sich lediglich von der Kohäsion abhängig zeigende Teil des Schubwiderstandes ist. φ ist der Winkel der inneren Reibung, $\operatorname{tg} \varphi = \mu$ ist die Ziffer der inneren Reibung (Reibungskoeffizient, Reibungskoeffizient). Damit wird die zur Herbeiführung der Gleitung erforderliche Schubkraft $\tau = \mu\nu + ks$. Diese Formel wurde zuerst von COULOMB aufgestellt.

Aus der Auftragung ist nun ersichtlich, wie der „gewachsene Boden“ hier im Bereich links von A, infolge größerer Kohäsion (herrührend aus früherer Beanspruchung durch Gebirgsdruck oder Eislast u. a., aus Oberflächenspannung des Porenwassers usw.) größeren Schubwiderstand als im „Zustande natürlichen Wassergehaltes“ aufweist, wie also durch Wassersättigung die Schubfestigkeit eines solchen Bodens bis auf $\tau_{nat.}$ heruntergehen kann. Sodann ist ersichtlich, wie hier bei ν von rd. 2,35 kg Wassergehalt und Schubwiderstand für beide Zustände gleich sind. Bei höherer Belastung will sich der „gewachsene Boden“ auf „natürlichen Wassergehalt“ einstellen. Dies kann bei plastischen Böden, wie oben bereits erwähnt, längere Zeit dauern. Während dieser Periode ist das Porenwasser gespannt, es nimmt an der Druckübertragung teil und verhindert ein dichteres Aneinanderlagern der Bodenteilchen. Der Schubwiderstand ist so lange geringer wie im „Zustande natürlichen Wassergehaltes“.

Bei allen Standsicherheitsberechnungen wird es sorgfältigster Überlegung bedürfen, ob und in wie weit durch den im Boden wirksamen Unterdruck oder Überdruck des Wassers zeitlich sich das Verhältnis zu Schubwiderstand und Flächendruck ändern kann, wie dies KREY¹ eingehend darlegt. Man muß sich

¹ KREY, H.: Rutschgefährliche und fließende Bodenarten. Bautechnik 1927, H. 35.

klar darüber sein, daß die angegebene Methode zwar Anhaltspunkte für die Einschätzung wichtiger Bodenwerte gibt, daß man aber das Verhalten des Bodens bei seinen vielfachen Wandlungen nicht genau festlegen kann. Die zur Untersuchung verwendete Bodenprobe erleidet bei der Entnahme und Behandlung im Laboratorium recht erhebliche Gefügestörungen, was die Kohäsion des Materials wesentlich herabsetzen wird. Es ist bereits erwähnt worden, welchen Einflüssen der Boden ausgesetzt ist, und wie sich durch Umsetzungen im Boden seine Festigkeitseigenschaften zeitlich erheblich ändern können. Betrachtet man allein die wechselvolle Behandlung, die der Boden je nach Lage zu der Böschung durch Wasser, Wind usw. erleidet, so gilt folgendes: Auf der Böschung selbst wird fast alles Tageswasser abfließen, während dem Böschungsfuß starke Wassermengen zugeführt werden. In der Böschung überwiegt die Verdunstung, im Böschungsfuß die Versickerung. Die Massen in der Böschung, natürlich nur so weit als es sich um bindige Böden handelt,

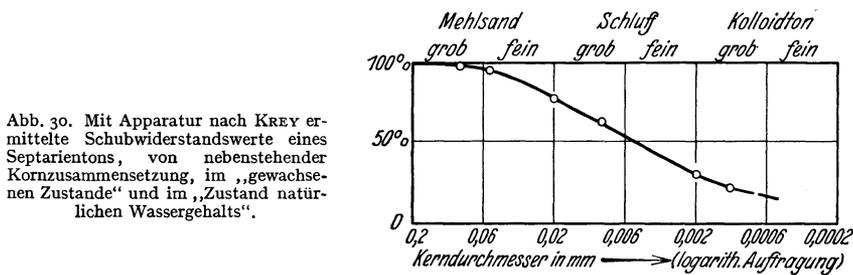
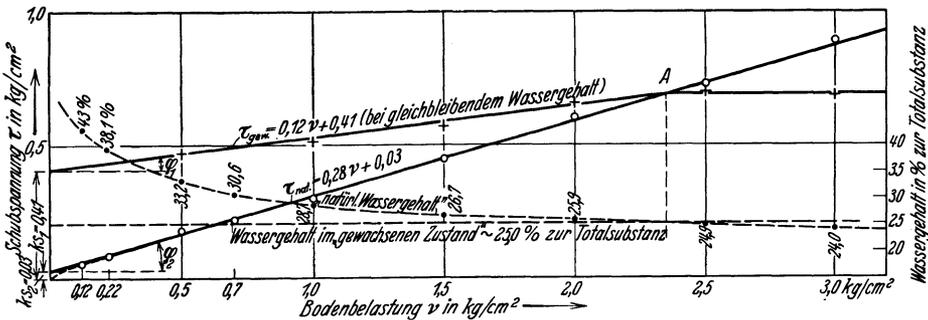


Abb. 30. Mit Apparatur nach KREY ermittelte Schubwiderstandswerte eines Septarientons, von nebenstehender Kornzusammensetzung, im „gewachsenen Zustande“ und im „Zustand natürlichen Wassergehalts“.



werden schrumpfen, es bilden sich Risse in der Geländeoberfläche; am Böschungsfuß wird der Boden durch die erhöhte Wasserzufuhr quellen. Dringt nach der ersten Bildung der Risse Tageswasser in diese ein, so erfolgt auch hier ein Quellen des Tons, die Risse schließen sich wieder, um bei nächster Trockenheit wieder aufzureißen. Das in den Spalten eingeschlossene Wasser wird durch das Schrumpfen und Quellen des Tons auf und niederbewegt und unter Druck gesetzt, wodurch sich die Risse erweitern; der Spaltenfrost tut ein übriges. So vollzieht sich eine allmähliche Zermürbung der Masse, die die Schubfestigkeit des Bodens stark herabsetzen kann. Auch in dem wassergetränkten Böschungsfuß werden durch den Frost noch weitere Auflockerungen und Wasserimbtionen stattfinden, so daß beim Auftauen die Bodenwerte erheblich gesunken sind. Durch Bekleidung der Böschungen mit einer Vegetationsdecke, gute Abführung des Wassers am Böschungsfuß usw. wird man versuchen, diesen Umständen entgegenzuarbeiten.

Nachstehend seien einige Darstellungen über für verschiedene Bodenarten durchgeführte Schubfestigkeitsermittlungen und einige Beispiele für Standfestigkeitsberechnungen von Böschungen angefügt, wie sie im Erdbaulabora-

torium resp. Erdbaustatischen-Büro der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau durchgeführt wurden (Abb. 31—33).

Eine weitere Art von Rutschungen tritt dadurch auf, daß tonige Partien festeren Massen eingelagert sind oder leicht bewegliche Wasserführer, etwa Feinsand, über sich haben. Fällt die wasserstauende Tonschicht noch zum Hang ein, so werden durch das Schlüpfriegerwerden ihrer Oberfläche leicht die hangenden Massen in Bewegung geraten, wie man dies besonders gut unter anderem an der ostpreussischen Steilküste beobachten kann. Atmosphärische Niederschläge sind hierbei von besonderem Einfluß. Oft beobachtet man auch mehrere Stockwerke von wasserführenden Schichten über wasserstauenden Tonschichten. Hat man dann eine Rutschung verbaut, kann es sich ereignen, daß der Boden auf einer tieferliegenden Gleitschicht ins Rutschen gerät. Die bewegendende Kraft ist hier die in der Richtung der Gleitfläche wirkende Komponente der Schwerkraft der auflagernden Massen; die Widerstandskräfte sind Kohäsion und Reibung, da die Gleitfläche sich in der Oberfläche des Tones ausbilden wird¹.

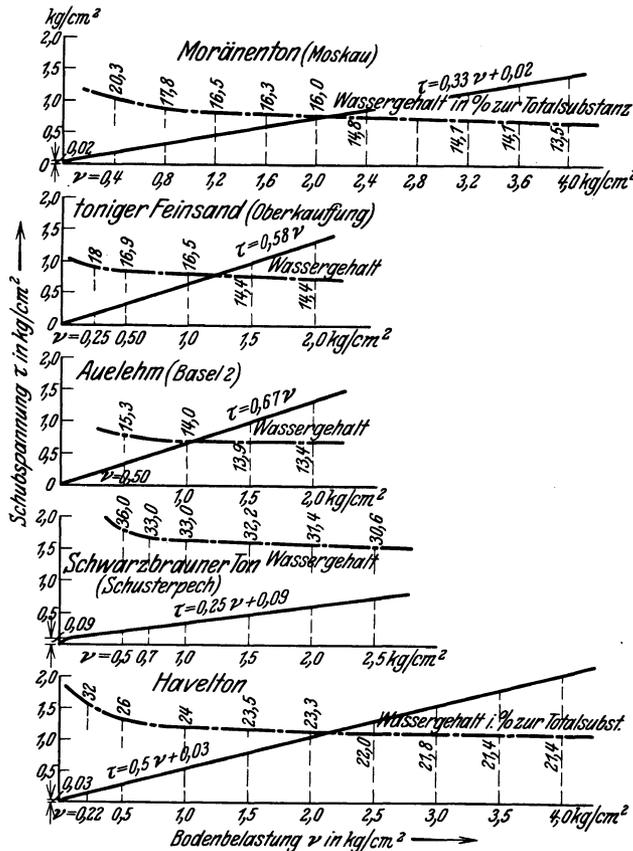


Abb. 31. Schubwiderstandswerte bei „natürlichem Wassergehalt“ für verschiedene Bodenarten.

Man beobachtet man auch mehrere Stockwerke von wasserführenden Schichten über wasserstauenden Tonschichten. Hat man dann eine Rutschung verbaut, kann es sich ereignen, daß der Boden auf einer tieferliegenden Gleitschicht ins Rutschen gerät. Die bewegendende Kraft ist hier die in der Richtung der Gleitfläche wirkende Komponente der Schwerkraft der auflagernden Massen; die Widerstandskräfte sind Kohäsion und Reibung, da die Gleitfläche sich in der Oberfläche des Tones ausbilden wird¹.

Mit besonderer Vorsicht sind Einschnitte dort anzulegen, wo es sich um sog. Rutschgelände handelt, das äußerlich dadurch kenntlich wird, daß die Bodendecke wellen- und wulstförmig zusammengeschieben erscheint und sich dann hangwärts eine steilere Abrißböschung zeigt².

Damit gelangt man zu den Rutschungserscheinungen in Dammschüttungen. Anlaß zu den Rutschungen können hier sein, einmal die mangelhafte Ausführung der Schüttung, dann die Beschaffenheit des Untergrundes in bezug auf Oberflächenform und Tragfähigkeit. Es ist klar, daß der Boden durch Lösen, Transport und Wiedereinbau wesentliche Texturänderungen erleidet und seine Festigkeitseigenschaften herabgesetzt werden. Sofern es sich um kohärente Massen

¹ POLLACK, V.: Über Bewegung des anstehenden Bodens bei Erd- und Felsarbeiten. Zbl. Bauverw. 1927.

² Vgl. auch ZELLER: Bahnbau im Rutschgebiet. Bautechnik 1924, H. 53, 599. — FR. KIRCHHOFF: Untersuchungen über die Ursachen von Böschungsrutschungen in Jura- und Kreidetonen bei Braunschweig. Diss., Min. Geol. Inst. Techn. Hochschule, Braunschweig 1930.

handelt, wird der Boden bei der Gewinnung durch Hacke, Schaufel, Spaten oder Baggereimer in ein Haufwerk größerer und kleinerer Stücke zerteilt; diese werden

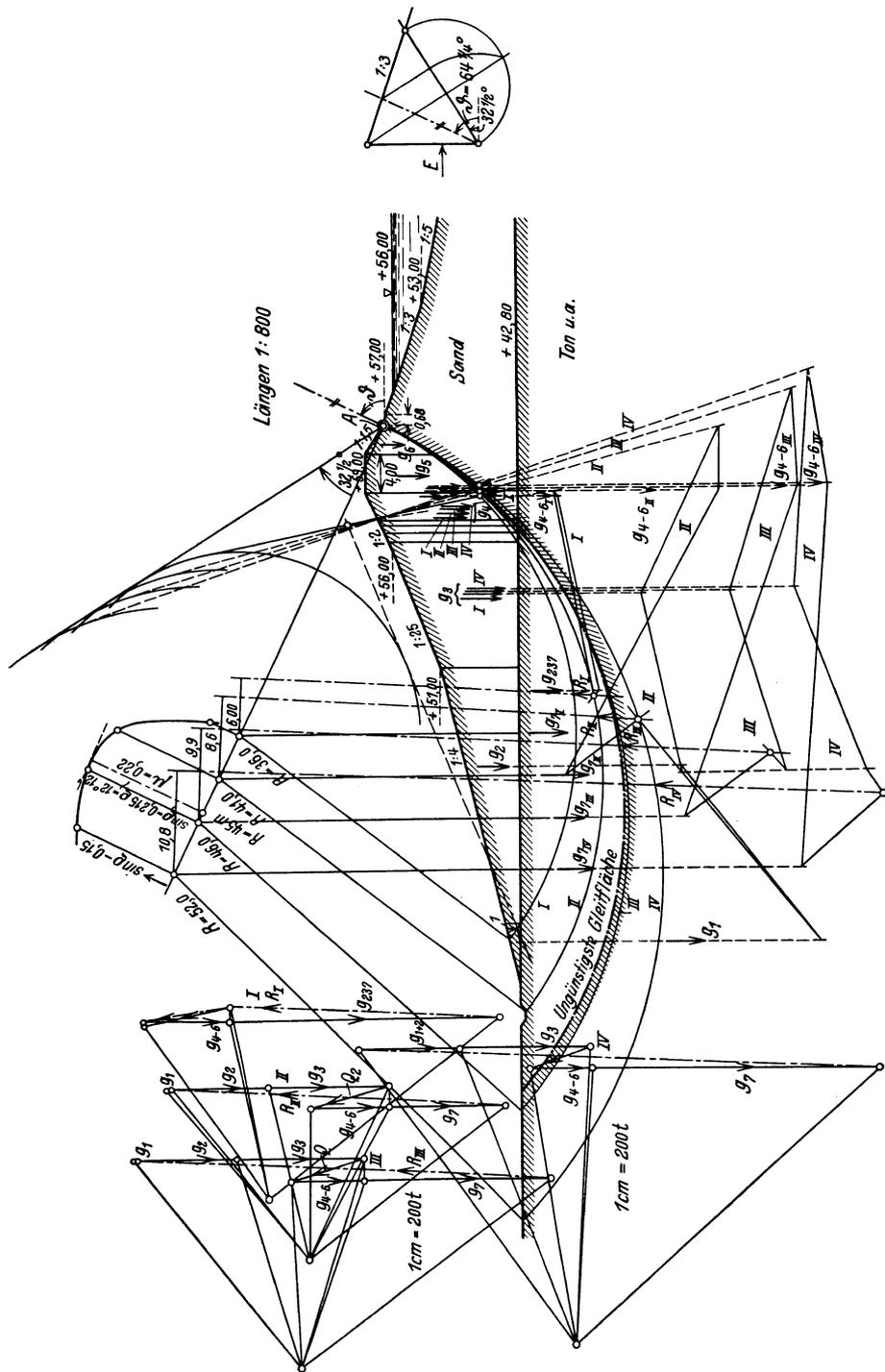
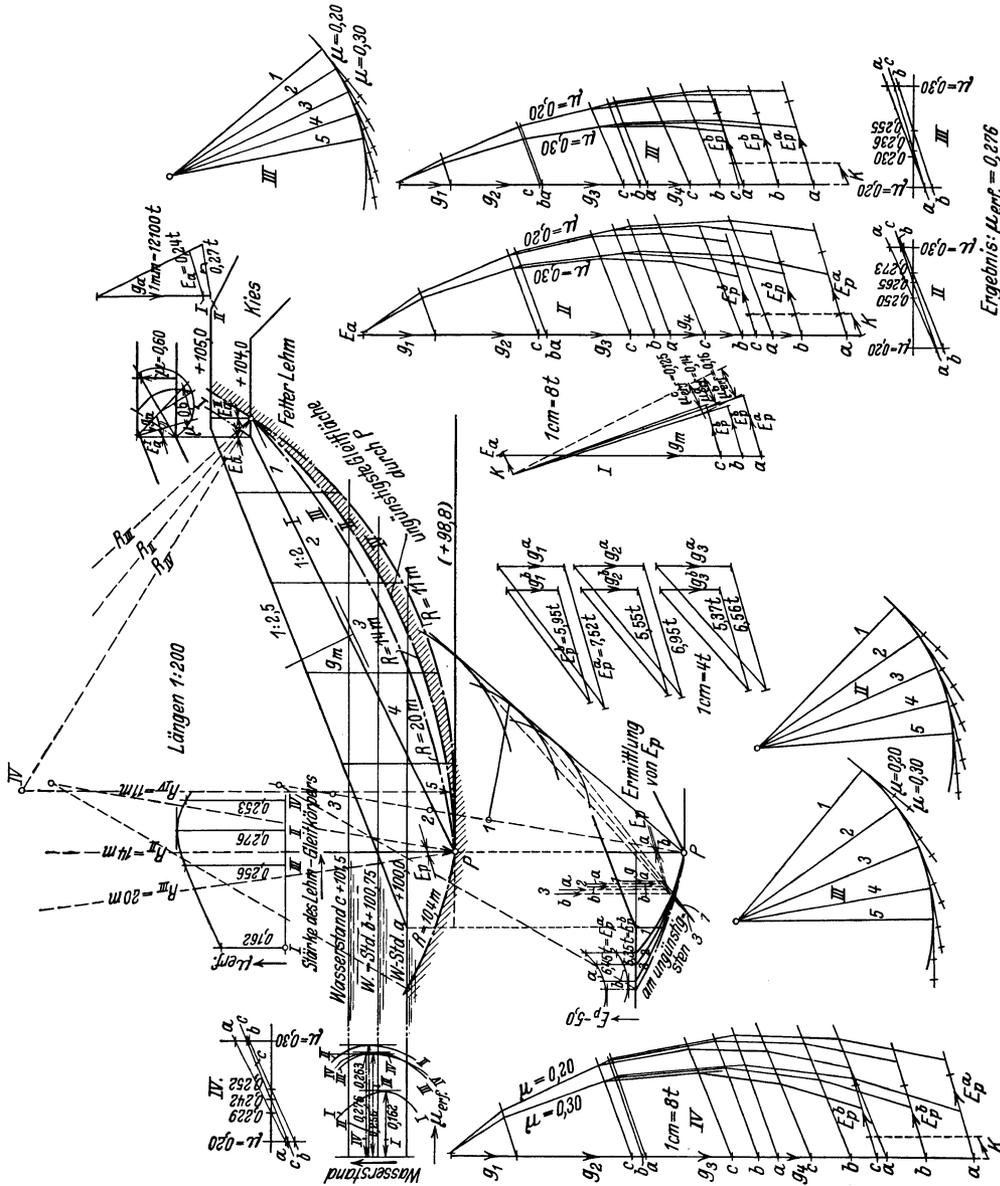


Abb. 32. Statische Untersuchung des Auftragsprofils eines Kanals.

mit Hilfe von Förderkarren auf die „Kippe“ befördert und dort in mehr oder weniger mächtigen Lagen eingebaut. Die größeren Stücke rollen dabei für ge-

wöhnlich an den Böschungsfuß, die kleineren schichten sich darüber. Ein Zusammendrücken der Schüttmassen geschieht, sofern nicht bei Staudämmen, Deichen usw. die einzelnen Schüttlagen eingewalzt oder abgerammt werden, lediglich durch das Befahren der Schüttung mit Fördergerät und durch die Damm-



Ergebnis: $\mu_{\text{erf}} = 0,276$

Abb. 33. Statische Untersuchung der wasserseitigen Böschung eines Stauweihers.

last selbst, was sich besonders in den unteren Lagen auswirkt. So erhält der Damm verschiedene Dichtigkeit mit vielen Hohlräumen, in die das Wasser eindringen kann. Dieses Eindringen des Wassers kann einmal zur günstigen Folge haben, daß die Massenteile erweicht werden und durch den Druck der oberen Schichten die Zwischenräume ausgefüllt werden, so daß dann in den unteren Partien des Damms Verdichtung eintritt. Andererseits können aber auch durch das Eindringen des Wassers einzelne Schichten zu stark erweicht werden und durch die

nachfolgenden Auflasten herausgedrückt werden. Besondere Sorgfalt ist der Anlage des Böschungsfußes zu widmen; hier häufen sich die beim Schütten herabgerollten größeren Stücke, die Auflast selbst ist geringer als im Damminnern, die Wasserzuführung groß. Durch Ausfrieren wird dieses Haufwerk dann zerkleinert, es sackt beim Auftauen zusammen, die Böschung verliert ihren Halt und rutscht ab.

Allgemein ist zu sagen, daß Kies- und Sandböden sich als Schüttmaterial gut eignen, da sie sich in der Regel dicht lagern und das Tageswasser gut ableiten. Bei Schüttungen auf Steinböden ist auf die Verwitterbarkeit des Materials zu achten; leicht verwitterbares Gestein kann langwierige Setzungen hervorrufen. Bei Verwendung bindigen Materials ist besondere Sorgfalt geboten. Sandige Tone und verschiedene Lehme lösen sich leicht breiartig im Wasser auf, für gute Abdeckung des Dammes und Oberflächen- und Dammfußentwässerung ist zu sorgen. Reine Tone sind der Auflösung durch Wasser weniger ausgesetzt, sie

können aber wegen ihrer Zähigkeit nur in Stückengewonnen werden; es gibt hierdurch im Damminnern viele Hohlräume, die Setzungen dauern sehr lange. Bei eindringendem Wasser werden die Oberflächen der einzelnen Stücke schlüpfrig, die Reibung wird herabgesetzt. Durch geeignete Maßnahmen beim Einbringen des Materials ist diesen Umständen Rechnung zu tragen. Tonige Böden sind durchaus nicht immer schlechtes

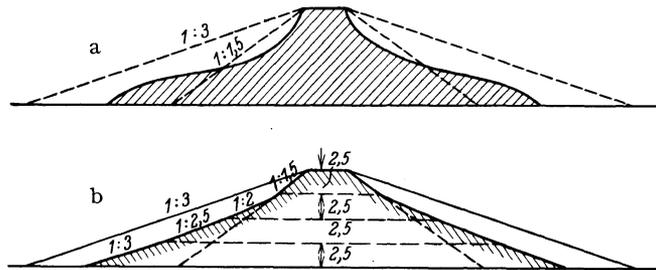


Abb. 34. Dammpfprofil der Unterwesterwaldbahn.

Ersparnisse, welche durch Ausführung hohler Böschungen erzielt werden.

Dammhöhe	Gegen 1,5fache Schüttung. Mehrbedarf	
	bei 3facher Böschung m ²	bei hohler Böschung m ²
2,5	9,4	—
5,0	37,5	3,1
7,5	84,4	15,6
10,0	150,0	43,8

Dammaterial, sie müssen nur entsprechend ihrer Eigenart verbaut werden; so ist unter anderem auch bei Dammschüttungen mit bindigem Material zu beachten, daß der Einfluß der Kohärenz auf die Böschungsneigung mit zunehmender Dammhöhe abnimmt, wie dieses oben für die Einschnittsböschungen angegeben wurde. In diesem Zusammenhang sind Beobachtungen beim Bau der Unterwesterwaldbahn Engers-Limburg a. d. Lahn interessant, die die mächtigen Tonlager des „Kannenbäckerlandes“ durchschneidet¹. Während man sonst bei Eisenbahnbauten tonige Massen nicht gern zu Dammschüttungen verwendet und sie aussetzt oder nur für kleinere Dämme verwendet, war man hier in Ermangelung eines Besseren dazu gezwungen, den Boden zu verwenden, wie ihn die Einschnitte lieferten. Die Dämme bis zu 3 m Höhe standen mit 1½facher Böschung. Bei größeren Dammhöhen bauchten die Böschungen aus und nahmen die in Abb. 34a gegebene Form an. Man flachte die Böschungen, um Rutschungen zu vermeiden 1:3 ab, wählte dann aber in Auswertung der Beobachtung, daß die Dämme bis 3 m Höhe in 1½facher Böschung standen, für Dämme bis 10 m einen Querschnitt mit abgestuften Böschungsneigungen (vgl.

¹ Vgl. H. SIGLE: Schutzmittel gegen Rutschungen auf der Unter-Westerwaldbahn. Zbl. Bauverw. 1887, 106.

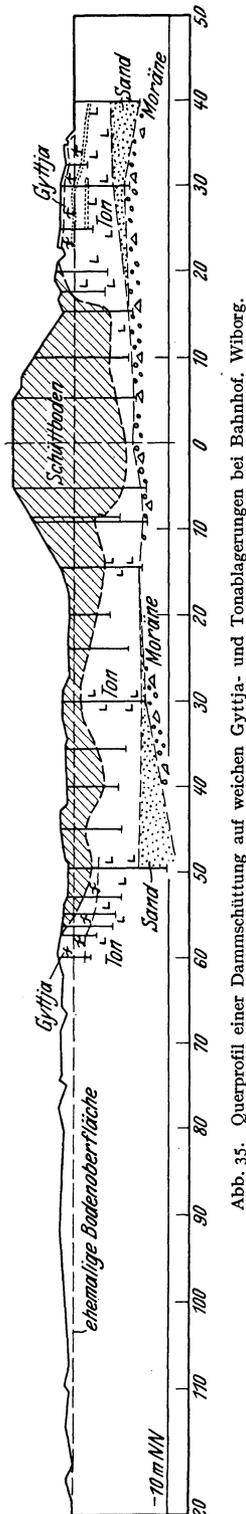


Abb. 35. Querprofil einer Dammschüttung auf weichen Gytjtja- und Tonablagerungen bei Bahnhof. Wiborg.

Abb. 34b). Die mit hohler Böschung geschütteten Dämme sollen ebensogut gehalten haben wie die mit gleichmäßiger Neigung 1 : 3 geschütteten Böschungen.

Die Standfestigkeit von Dammschüttungen kann weiterhin durch die Beschaffenheit des Untergrundes gefährdet sein. Bei scharfer Querneigung des Geländes ist durch gute Abterrassierung der Oberfläche dafür zu sorgen, daß die Neigung des Dammes zu seitlicher Bewegung behoben wird. Wiederum ist dem Verhalten des Wassers erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen. Für den Abfluß selbst geringer Wasserläufe ist zu sorgen. Werden Quellen durch die Dammlast verstopft, so wird der umgebende Boden erweicht, er wird schlüpfrig und gibt Veranlassung zu Rutschungen¹.

Weitere Bodenbewegungen können durch und in Dammschüttungen ausgelöst werden, wenn die liegenden weichen Bodenschichten durch das Gewicht der Auftragsmassen zusammengedrückt und seitlich ausgepreßt werden. BRENNER² bringt in einer kleinen Schrift eine Reihe von Beispielen über Massenverdrängungen im Untergrunde beim Aufschütten von Dämmen auf Ton-, Gytjtja- und Torfböden. Das nebenstehende Profil entstammt dieser Schrift und zeigt das Erdprofil einer Schüttung am Bahnhofe der Stadt Wiborg. Nach Angaben von BRENNER liegt das Gelände nur wenig über dem Meeresspiegel, und die hier vorkommenden Gytjtja- und Tonablagerungen sind sehr weich. Die Geländeoberfläche ist bis 120 m von der Dammitte geborsten. Der Damm ist wiederholt gerutscht, wobei die Dammassen nach links auswichen und sich in mehreren Wellen bis 60 m hinausschoben.

Die Erscheinungen bei Dammschüttungen durch Moore sind ähnliche. Durch teilweises Auskoffern des Moorbodens, durch Anlage von Moorgräben, die mit Sand und Kies ausgefüllt werden, bei kleinen Dämmen durch Fashinenlagen oder Knüppelrost versucht man die Auftragslasten günstiger zu verteilen und die Bodenbewegungen einzudämmen³.

Besonderer Erwähnung bedürfen noch die Anlagen von Staudämmen, Deichen usw., da hier das für die Schüttung zu verwendende Bodenmaterial besonders vorsichtig in bezug auf seine Geeignetheit angesprochen werden muß. Man unterscheidet zwischen Dämmen, die durchweg aus wenig undurchlässigem Material hergestellt werden, und solchen, die aus durchlässigem Material geschüttet und mit besonderer Dichtung versehen werden, die entweder in Form einer Decke an der wasserseitigen

¹ BACKOFEN, K.: Drei Beispiele von Rutschungen an Eisenbahndämmen. Zbl. Bauverw. 1927.

² BRENNER, TH.: Beispiele von Massenverdrängung durch Bodenbelastung. Fennia, Helsingfors 50, Nr. 19 (1928).

³ Vgl. auch K. v. TERZAGHI: Gründungsarbeiten auf Moorböden. Ingenieurgeologie, a. a. O., S. 543.

Böschung liegt oder senkrecht als Kern im Innern des Dammes steht. Bei Verwendung bindigen Materials sind fette Tone und fette Lehme durch Sandzusatz zu mageren. Ein Überwiegen des Tongehaltes für den ganzen Dammkörper gilt als unzulässig. Der Untergrund ist auf genügende Dichtigkeit zu untersuchen, damit durch den Staudruck nicht ein Aufbruch der Sohle auf der der Luft zugeneigten Seite des Dammes erfolgt; absolute Dichtigkeit ist jedoch nicht erforderlich. Die Dammlast wird auf den Untergrund oft verdichtend wirken.

Zu den Vorarbeiten gehört eine genaue Aufstellung der für die Anlage in Frage kommenden Dammbaustoffe nach Bodenart, Mächtigkeit, physikalischen Eigenschaften, nach Entfernung und Höhenlage. Man bestimmt danach die Bodenarten, die geeignet sind:

- a) als Baustoff für die Hauptmasse des Dammkörpers,
- b) als Dichtungsmaterial,
- c) für Stützkörper, Entwässerungsrigolen und als Schutzschichten.

Zu a können sowohl kohärente wie kohäsionslose Böden Verwendung finden, auszuschließen sind alle Humusböden und Faulschlammablagerungen, zu b Ton, Lehm, Mergel usw., zu c Sand, Kies, Schotter, Bruchsteine u. dgl.

Der Befund der Bodengewinnungsstätten wird die Ausführungsform der Anlage und die Wahl der Dammbmessungen richtunggebend beeinflussen. Die Herstellung des Dammes geschieht durch Schüttung oder durch Spülung.

Staudämme, die nicht sorgfältig abgedichtet werden, werden vom Wasser durchsickert. Durch dieses Sickerwasser kann eine Dammzerstörung eintreten, sofern es auf der Dammböschung als stärkere Quelle austritt und die Böschung abzuspülen in der Lage ist. Die Sickermenge ist von der Durchlässigkeit des Dammes abhängig. Der Sickerlinienverlauf gibt die Höhe an, von der ab die Böschung gesichert werden muß¹.

Bei Staudämmen oder Deichen, insbesondere mit Dichtungsdecken aus tonigem Material mit darüber befindlicher Schutzschicht aus Schotter, können beim schnelleren Entleeren des Stauraumes leicht Böschungsrutschungen einsetzen. Der Auftrieb des ausgetauchten Bodens nimmt rasch ab, während sein Eigengewicht wegen des langsamen Austretens des Wassers aus dem vollgesättigten Boden (besonders bei feinkörnigem Material) verhältnismäßig groß ist. Da der Boden seinen Wassergehalt der vermehrten Auflast nicht so schnell anpassen kann, wird das Porenwasser gespannt und damit der Schubwiderstand verringert. Für derartige Böschungsrutschungen bringt RESAL² ein anschauliches Beispiel. Er beschreibt die Rutschungen am Damm des „Reservoir de Charmes“ im Marnedepartement und kommt auf Grund seiner Standfestigkeitsuntersuchungen zu dem Schluß, daß plötzlicher Wasserstandswechsel auch hier die Veranlassung zu den Bodenbewegungen gewesen ist.

Die Höhe der aus plastischem Material herzustellenden Dämme oder von Dämmen mit plastischen Dichtungsdecken wird auf ca. 20 m beschränkt. Bei Ausführungen aus standfesterem Material mit Dichtungskern gelten Höhen bis zu 100 m noch als ausführbar. Bei den 1930 in Ausführung begriffenen Sorpe- und Sösetalsperren werden Staudämme von ca. 60 m Höhe angelegt³.

Ein weiteres Teilgebiet der Bodenkunde im Erdbau ist die Untersuchung und Klassifizierung des Bodens in bezug auf seine Eignung als Unterlage für Kunst-

¹ SCHOCKLITSCH, A.: Der Wasserbau. Wien 1930.

² RÉVAL, J.: Poussée des Terres, 2. Teil. Paris 1910. — KREY, H.: Rutschgefährliche und fließende Bodenarten, a. a. O., S. 487.

³ ZIEGLER, P.: Über Zerstörung von Staudämmen. Z. Bauwesen 1923. — WILSER, J.: Geologische Voraussetzung für Wasserkraftanlagen. 1925. — SCHAFFERNACK, F.: Über die Standsicherheit durchlässiger geschütteter Dämme. Allg. Bauztg. 1917, H. 4.

straßen. Besonders in Amerika und Rußland hat man sich diesen Fragen zugewandt. Es sei hier auf die diesbezüglichen Ausführungen v. TERZAGHI¹ verwiesen.

Der Frostwirkung im Boden ist hierbei besondere Beachtung beizumessen, wodurch einmal Frostbeulen in der Straßendecke, danach beim Auftauen Erweichungen des Planums und Einbrüche entstehen können¹. Dieselben Erscheinungen sind ja auch im Eisenbahnbetrieb gefürchtet, wo durch Auffrieren sich in der Gleislage Frosthügel und Schlagstellen bilden². Es sind dies Erscheinungen, die in der Hauptsache dort beobachtet worden sind, wo die Straßendecke Böden auflagert, in denen ein kapillarer Wasseraufstieg bis zur Planumhöhe vom Grundwasser her erfolgt. P. EHRENBERG³ gibt eine Darstellung über die Vorgänge beim Gefrieren des Tons. Er weist darauf hin, daß die bloße Raumausdehnung des Wassers beim Gefrieren zu gleichmäßiger Ausdehnung des Tones führen würde. Da aber das gefrierende Wasser sich besonders dort anlagert, wo zuerst Anfänge von Eiskristallen entstanden sind, so bilden sich an diesen Orten größere Eiskristalle, schieben die Tonteilchen zur Seite und schaffen sich so gewaltsam Raum. Diese Eiskristalle ziehen dann aus ihrer Umgebung weitere Wasserteilchen an sich und lagern sie als Eiskristalle an, wobei sie immer mehr heranwachsen. Es entsteht so nicht nur eine Volumenvermehrung und Auflockerung, sondern nach dem Verschwinden des Eises verbleibt ein Netz von feinen bis größeren Kanälchen bis ins Innere des Tons. Dies muß bei langsamem Gefrieren und besonders bei häufigem Wechsel zwischen Frost und kurzem Tauwetter, wie es Frost mit Sonnenschein bei uns oft hervorrufen wird, um so mehr und fortschreitend der Fall sein, da Untersuchungsergebnisse gezeigt haben, daß die größeren Eiskristalle im Laufe der Zeit auf Kosten der kleineren wachsen. Durch diese Art von Sammelkristallisation entstehen Eislagen und Aufpressungen und beim Auftauen Wasseranreicherungen und dadurch Bodenerweichungen. v. TERZAGHI⁴ gibt an, daß in manchen Teilen der nördlichen Vereinigten Staaten sich die Straßendecke unter dem Einfluß des Frostes um Beträge bis zu 30 cm hebt.

Bodenuntersuchungen im Erdbau. Die Untersuchungen haben sich einmal auf die Bestimmung des Bodenmaterials nach Art und Schichtung unter Prüfung der Grundwasserverhältnisse zu erstrecken, sodann auf die Ermittlung der Festigkeitseigenschaften und des Verhaltens des Bodens zu Wasser und Luft.

Zunächst wird man sich dort, wo geologische Aufnahmen von dem in Frage stehenden Baugelände vorliegen, an Hand der geologischen Karten über den Aufbau des Gebietes weitgehendst unterrichten. Bei Eisenbahnbauten im Flachlande wird man z. B. schon in vielen Fällen an Hand dieser Karten die günstigsten Linienführungen in bezug auf bodenkundliche Verhältnisse generell festlegen können. Der Hauptlinienzug ist ja z. B. bei Eisenbahnen und Straßen größtenteils schon durch verkehrstechnische Gesichtspunkte gegeben, es wird sich also nur darum handeln, festzustellen, ob angetroffene Seen und Sümpfe, Torfmoore usw. besser zu umgehen als zu durchqueren sind, günstige Flußübergänge zu ermitteln und zwecks Gewinnung von Bettungsmaterial zur Trace günstig gelegene Kies-Sand-Gesteins-Vorkommen zu erkunden. Liegt geologisches Kartenmaterial nicht vor, so ist man gezwungen, durch genaues Studium der Aufschlüsse, wie Klippen, Felswände, steileingeschnittene Täler, Uferländer von Wasserläufen,

¹ TERZAGHI, K. v.: Straßenbaugeologie. Ingenieurgeologie, a. a. O., S. 552.

² BACKOFEN, K.: Frosthügel und Schlagstellen im Eisenbahnbau. Gleistechn. 1928, 22.

³ EHRENBERG, P.: Bodenkolloide, 3. Aufl., S. 157 ff. 1922.

⁴ TERZAGHI, K. v.: Straßenbaugeologie in „Ingenieurgeologie“, a. a. O., S. 554. — Vgl. IVA B. MULLIS: Illustrations of Frost and Ice Phenomena. Public Roads, 9, Nr. 4 (1930); ref. Bauingenieur 1930, H. 44.

Meeresküsten, dann weiterhin Kies- und Sandgruben, Tongruben, Wegeinschnitte usw., eventuell durch Einsicht der Register früher ausgeführter Bohrungen, Bauakten, usw. sich ein ungefähres Bild von dem Aufbau des Geländes zu verschaffen. Bei den geologischen Landesanstalten wird man weitere Angaben erhalten können. Am schwierigsten sind natürlich die Vorerhebungen im Gebirgsland. Die Untersuchungen haben sich hier über die Gesteine in Aufschlüssen in petrographischer Beziehung und in Hinsicht auf Struktur- und Absonderungsverhältnisse zu erstrecken. Auf Schichtung, Streichen, Fallen, auf Verwitterungserscheinungen, Lagerungsstörungen, Faltung und Zerreißung, auf Quellen und Sturzbäche usw. ist zu achten.

Ist auf Grund dieser Vorerhebungen und von topographischen Geländeaufnahmen die Linienführung gegeben, das Vorprojekt aufgestellt, die Gradienten festgelegt, so beginnen eingehende Untersuchungen des Bodenmaterials der projektierten Einschnitte und Entnahmestellen usw. durch Schürflöcher und Bohrungen, oder durch Ausstanzen von Bodenkernen¹. In allen wichtigeren Fällen ist die Anlage von Schürfgruben anzuraten, um die Bodenbeschaffenheit an Ort und Stelle in natürlichem Zustande besichtigen und untersuchen zu können, um dabei die Gewinnungsfestigkeit des Bodens festzulegen, die Wasserverhältnisse einwandfrei festzustellen, und Proben im gewachsenen Zustande zu entnehmen. Es ist durchaus nicht immer nötig, eine große Anzahl von Schürflöchern in regelmäßigen Abständen niederzubringen, sondern mit der nötigen Erfahrung und geognostischem Verständnis gilt es, diejenigen Geländestriche zu erkennen, von denen her bei der Bauausführung Gefahr droht, und die daher einer besonders sorgfältigen Untersuchung zu unterziehen sind. Zwischendurch genügen Bohrlöcher, aus denen man über die Regelmäßigkeit der vorliegenden Bildungen in bezug auf Mächtigkeit, Schichtenfallen usw. schließen kann. Es geht nicht an, hier dem Bohrmeister oder Schachtmeister alles weitere zu überlassen, sondern Schürfgruben und Bohrlöcher müssen in wichtigen Fällen im Beisein eines bodenkundlich genügend vorgebildeten und erfahrenen Ingenieurs heruntergebracht werden, der dabei sogleich alle Wahrnehmungen in bezug auf Wasserführung, Festigkeitseigenschaften, wenn möglich auf Formationszugehörigkeit, protokollarisch niederlegt, die Proben auswählt, die einer eingehenden Laboratoriumsuntersuchung bedürfen, bei diesen Proben gleich an Ort und Stelle den Wassergehalt feststellt und für ihre einwandfreie Verpackung und Beschriftung sorgt. Dieser Ingenieur wird dann angeben können, welche weiteren Schürflöcher notwendig sind, um ein vollständiges Bild von den vorliegenden Bodenverhältnissen zu erhalten. Nur wenn Bodenuntersuchungen mit der nötigen Sorgfalt und dem nötigen Verständnis durchgeführt werden, können sie die Kenntnisse von den Bodenverhältnissen vermitteln, die erforderlich sind, um Bauten zweckentsprechend projektieren und durchführen zu können und um damit wirtschaftliche Schädigung und Bauunfälle zu vermeiden.

Schürfgruben erhalten etwa $1\frac{1}{2}$ — 2 m^2 Querschnitt, denn die Arbeiter müssen darin bequem arbeiten können. Je nach Tiefe und Standfestigkeit des Bodens erhalten sie Böhlung oder bergmännische Auszimmerung bei rechteckigem Querschnitt; ohne Auszimmerung macht man die Schächte rund, wie dies z. B. von Bodenuntersuchungen im tonigen Boden beim Bau der Unterwesterwaldbahn beschrieben wird².

Bei Entnahme von Proben bindigen Materials (und solches wird in der Hauptsache zur Untersuchung kommen) im Schürfschacht wird der Boden aus der

¹ BURKHARDT, E.: Zur Aufschließung des Untergrundes. Bautechnik 1931, H. 17.

² Vgl. H. SIGLE: Zbl. Bauverw. 1887, a. a. O., S. 103.

Schachtwand mit gut verzinkten Blechbüchsen ausgestochen, die zugleich als Versandbehälter dienen, und deren übergreifende Deckel durch Isolierband oder Leukoplaststreifen verklebt werden, um Wasserabgabe zu vermeiden. Besser noch ist es, Proben, die zum Transport kommen, in Form eines Bodenwürfels oder Zylinders aus der Wand herauszuarbeiten und diesen mit gut anliegendem Papier dicht einzuhüllen, und diesen Körper dann mit Paraffin in einen passenden Behälter einzugießen, um möglichst alle Auflockerungen und Texturveränderungen auf dem Transport zurückzuhalten. Der Wassergehalt des Bodens wird zweckmäßig an Ort und Stelle an unmittelbar entnommenen frischen Stücken festgestellt. Bei Bohrungen ist eine Verrohrung des Bodens auch im standfesten Boden zu fordern, da oft durch einen Nachfall die wahren Lagerungsverhältnisse verschleiert werden. Naßbohrungen sind möglichst zu vermeiden, da dadurch die Feststellung einiger Bodenwerte unmöglich gemacht wird. Der Boden ist unvermischt und in großen Stücken zu fördern, wenn irgend möglich, sind Bohrgeräte zu verwenden, die das Gefüge der Proben nicht zu sehr stören, wie z. B. die Schappe¹.

Zur Entnahme ungestörter Bodenproben aus Bohrlöchern benutzt man Bodenstanzen verschiedener Konstruktion. JOHN OLSSON² beschreibt den von ihm konstruierten Kolbenbohrer, der mit der Hand bedient wird und aus bindigen Böden Kerne von ungefähr 64 cm Länge bei rund 4 cm Durchmesser herausstanzt. Nach den beschriebenen Abmessungen des Gestänges wird man damit in günstigen Fällen vielleicht bis 10 m Tiefe arbeiten können. I. EHRENBURG hat eine Bodenstanze konstruiert, die im Verlauf von Bohrungen mit gewöhnlichem Gerät bei 137 mm Manteldurchmesser und gewöhnlichem Gestänge gegen Schappe usw. ausgewechselt werden kann und aus gewünschten Tiefen Proben in ungestörtem Zustande ausstanzt. Die Länge der so herausgeholtten Proben beträgt bei 10 cm Durchmesser bis zu 60 cm. Die Probe sitzt in einer zweiteiligen Messinghülse, mit der das Stanzrohr ausgefütert ist. Diese Messinghülse ist leicht herausnehmbar und dient zugleich als Transportbehälter beim Verschicken der Proben. Zur Untersuchung läßt sich die Probe leicht von ihrer Ummantelung durch Aufklappen der zweiteiligen Hülse befreien. Das Festhalten der Probe im Stanzrohr bei Abriß und Aufholen bewirkt ein sich selbsttätig arretierender Kolben³.

Der Deutsche Ausschuß für Baugrundforschung hat es sich angelegen sein lassen, Vorschläge für die einheitliche Benennung der Bodenarten und für die Aufstellung der Schichtenverzeichnisse auszuarbeiten.

Es folgt nun die Untersuchung der Proben im Laboratorium. Um sich zunächst ein Bild von der Kornzusammensetzung der Probe machen zu können, aus der sich doch immerhin einige Schlüsse auf das physikalische Verhalten des Bodens werden ziehen lassen, wird der Boden durch Sieb- oder Schlämmanalysen in Fraktionen zerlegt, wie dies oben bei der THAERSchen resp. ATTERBERGSchen Einteilung angegeben wurde. Sande werden getrocknet und gesiebt. Die Siebung geschieht zweckmäßig mit Hilfe einer Siebmaschine, da hierdurch alle subjektiven Fehler, wie sie bei Handsiebung, zumal bei einer größeren Anzahl von Proben, zu

¹ Der Deutsche Ausschuß für Baugrundforschung bei der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, Berlin, und die Preuß. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin, haben Merkblätter für die Entnahme, Verpackung und den Versand von Bodenproben herausgegeben, die auf Wunsch an Interessenten abgegeben werden, und in denen noch weitere Angaben zu finden sind.

² OLSSON, J.: Kolvborr. Tekn. Tidskr. Februar 1925.

³ Durch Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin, für bindige Böden erprobt.

befürchten sind, ausgeschaltet werden. Bewährt hat sich die FÖRDERREUTHERsche Siebmaschine mit Normalsiebbehältern aus gezogenem Messingrohr.

Auf die große Zahl von Schlämmethoden soll hier nicht weiter eingegangen werden¹. Für Serienuntersuchungen — und um solche wird es sich bei Bodenuntersuchungen für Baustellen für gewöhnlich handeln — findet neuerdings für feines Material die Pipettiermethode nach KÖHN² immer mehr Anwendung, welche die Anteile der Teilchengrößen in kurzer Zeit zu bestimmen gestattet. Ihr kommt das Anwendungsgebiet für Formengrößen von 20 bis etwa 1μ zu. Den schwierigsten Teil bildet auch hier die Vorbehandlung der Probe, die dazu dient, den Boden in seine Einzelteilchen zu zerlegen. Die großen Unterschiede, die die verschiedenen Untersuchungsmethoden bei Zerlegung ein und desselben Bodens ergaben, liegen meist nicht in der Unzulänglichkeit der Methoden selbst, sondern in der Verschiedenartigkeit der Vorbehandlung der Proben. Es sei hier auf die einschlägigen Arbeiten verwiesen³. Die Sieb- und Schlämmergebnisse werden zweckmäßig logarithmisch aufgetragen, wie dies oben für einige Bodentypen gezeigt ist, da dabei die feineren Fraktionen entsprechend ihrer Wichtigkeit mehr herausgehoben werden. Die Steilheit der Kurven gibt zugleich ein Bild von der Gleichförmigkeit des Materials. Bei den Schlämm- und Sedimentiermethoden ist jedoch zu berücksichtigen, daß sich die Fallgeschwindigkeit der Teilchen vom spezifischen Gewicht, von Gestalt und Schwerpunktlage als abhängig erweist, so daß durch die Schlämm- und Sedimentierverfahren die aus stofflich wie gestaltlich so verschiedenen Mineralfragmenten zusammengesetzten bindigen Böden nicht nach Korngrößen gesondert werden, sondern, wie RAMANN⁴ sich ausdrückt, nach „Teilchen von gleichem hydraulischen Wert“.

Mit Hilfe der Hygroskopizitätsbestimmung läßt sich, zumal bei Mineralböden, ein vergleichendes Maß für die Feinheit des Bodens erlangen⁵.

Aus diesen Untersuchungen mit Schlämm- und Sedimentiermethoden usw. läßt sich über die Struktur und Textur bindigen Bodens noch kein Bild gewinnen, und doch wird man versuchen müssen, diesen Feinstaufbau des Materials zu erforschen, um die Ursachen für das verschiedene physikalische Verhalten der Böden kennen zu lernen. Die Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau hat Versuche anstellen lassen, Struktur und Textur von Tonen auf nephelometrischem und röntgenoptischem Wege zu ergründen. Diese Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

Bei der Berechnung von Stützmauern und Brückenwiderlagern, bei Böschungsberechnungen usw. ist die Kenntnis der Festigkeitseigenschaften der in Frage stehenden Böden eine wichtige Vorbedingung. Neben Feststellung des Wassergehalts des Bodens im erdfeuchten Zustande und seines Raumgewichts, des spezifischen Gewichts seiner Trockensubstanz ist vor allem durch den Versuch die Schubfestigkeit des Bodens zu bestimmen, woraus sich dann der Reibungsbeiwert für die Lasteinheit und die Haftfestigkeit k_s für die Flächeneinheit

¹ Vgl. dieses Handbuch 6. S. 7 ff.

² KÖHN, M.: Beiträge zur Theorie und Praxis der mechanischen Bodenanalyse. Landw. Jb. 67, 485—546 (1928).

³ HAHN, V. v.: Dispersoidanalyse Dresden-Leipzig 1928. — ODÉN, SVEN: Über die Vorbehandlung der Bodenproben zur mechanischen Analyse. Bull. Geol. Inst. Upsala 16 (1919). — SCHUBERT, H.: Einfluß der Vorbehandlung der Böden auf die Ergebnisse der mechanischen Bodenanalyse. Kulturtechniker 1929, H. 3. — ZUNKER, F.: Gebrauchsanweisung zur Bestimmung der spezifischen Oberfläche des Bodens. Ebenda 1926. — Bericht über die zweite Tagung des Unterausschusses für kulturtechnische Bodenuntersuchungen. Ebenda 1925. — GESSNER, H.: Die Schlämmanalyse. Leipzig 1931 (dort weitere eingehende Literaturangaben).

⁴ RAMANN, E.: Bodenkunde, 3. Aufl., S. 285. Berlin 1911.

⁵ Vgl. dieses Handbuch 6, S. 50 u. 71 ff.

entnehmen lassen. Die grundlegenden Überlegungen für diese Versuche sind bereits oben angegeben. Die Versuchsdurchführung selbst ist bei Verwendung der KREYSchen Apparatur folgende: der Boden wird in etwa 1,5 cm Stärke in 6—8 Formen eingebracht, diese bestehen aus der Grundplatte *b* mit wabenartigen Vertiefungen und einem Sandfilter, einem Rahmen *a* von 10 cm Seitenlänge, einem Siebdruckstück *c* mit Sandfilter und einem Schneidestück *d*, wie diese in Abb. 36 dargestellt sind. In diesen Formen wird der Boden nun unter Wasser belastet. Je nach Verwendungsart des Bodens werden kleinere oder größere Drucke ausgewählt. Der Boden kann sich nun seiner Auflast entsprechend durch Wasserabgabe oder -aufnahme durch die angeordneten Sandfilter einstellen, bis er den „natürlichen“ Wassergehalt erreicht hat. Durch Registrierung der Setzungen usw. läßt sich feststellen, wann dieser Zustand erreicht ist. Ist der Boden zur Ruhe gekommen, was je nach Feinheit in 1—3 Tagen vor sich geht, so kommt die Form in den KREYSchen Schubfestigkeitsprüfapparat, wird dort unter denselben Druck gesetzt, und durch Verschieben der Platte *b* gegen den Rahmen *a*

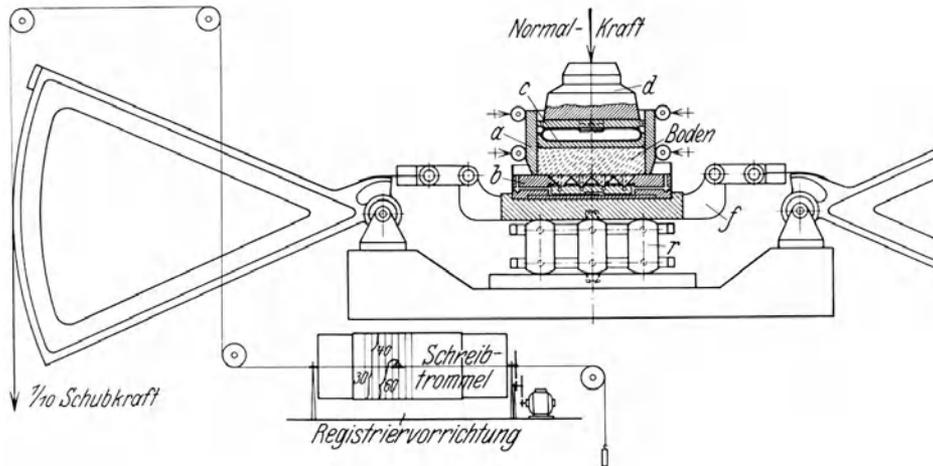


Abb. 36. Schubfestigkeitsprüfapparat System KREY. (Schnitt durch die Schervorrichtung.)

wird der Boden abgeschert. Das in die wabenförmigen Vertiefungen der Grundplatte *b* eingedrückte Bodenmaterial muß sich hierbei gegen das im Rahmen *a* festgehaltene Bodenmaterial verschieben. Der KREYSche Apparat selbst besteht aus einem Kipplager *r*, das mit Ansätzen in den aufliegenden Schlitten *f* greift. Auf dem Schlitten sitzt dann die Form mit dem Bodenmaterial. Der Schlitten ist durch Stahlbänder mit zwei Segmenthebeln verbunden, an denen wiederum an Stahlbändern Gewichtsschalen hängen. Beim Abschervorgang nimmt der Schlitten die Platte *b* mit, während der Rahmen *a* durch seitliche Anschläge an der Bewegung gehindert ist. Die zum Abscheren erforderliche Schubkraft wird durch stufenweises allmähliches Aufbringen von Gewichten auf eine der an den Segmenthebeln befindlichen Schalen bestimmt, bis deren Absinkung eintritt. Die Bewegungen werden automatisch auf einer Schreibtrommel registriert. Es würde zu weit führen, hier auf alle Einzelheiten einzugehen, die bei der Durchführung der Versuche zu beachten sind. Werden die Versuche für eine Probe unter verschiedenen Drucken durchgeführt, so erhält man daraus folgende Angaben: Die Schubwiderstandslinie, die Wassergehaltskurve und damit bei Kenntnis des spezifischen Gewichts, Raumgewichte und Porenvolumina, schließlich bei Registrierung der Setzungen beim Vordrücken

der Proben nach Weg und Zeit außerdem Zeitsetzungsdiagramme, aus denen sich die Zusammendrückbarkeit des Bodens entnehmen und eventuell auch die Wasserdurchlässigkeit des Bodens errechnen läßt, wie dies v. TERZAGHI abgeleitet hat¹. Durch diese Versuche werden also schon Daten festgelegt, nach denen sich immerhin eine brauchbare Beurteilung des Bodens ermöglichen läßt.

Auch von anderer Seite sind Apparaturen zur Feststellung des Schubwiderstandes konstruiert worden. Die ersten diesbezüglichen Versuchseinrichtungen

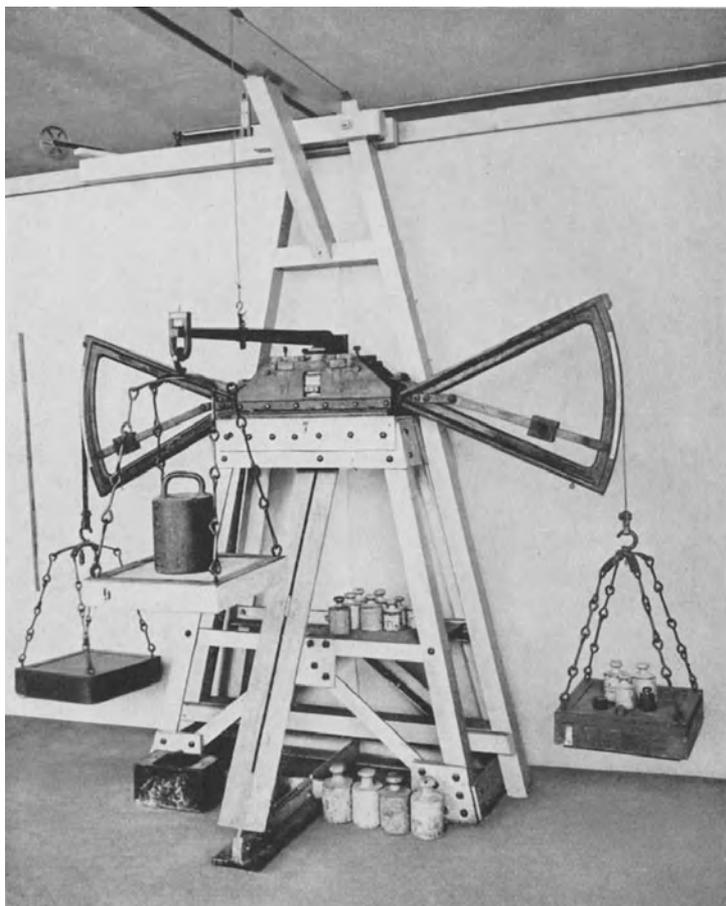


Abb. 37. Schubfestigkeitsprüfapparat System KREY (Ansicht).

stammen von MÜLLER-BRESLAU². Später baute NILS WESTERBERG³ einen Apparat. Des weiteren beschreibt STRECK⁴ eine andere Versuchseinrichtung zur Bestimmung des Gleitwiderstandes. Der Boden befindet sich hier in einem zylindrischen Gefäß und wird durch einen Kolben abgedeckt, der auf seiner Unterseite 10 mm

¹ REDLICH, K. A., K. v. TERZAGHI u. R. KAMPE: Ingenieurgeologie a. a. O., S. 330.

² MÜLLER-BRESLAU, H.: Erddruck auf Stützmauern. Stuttgart 1906.

³ WESTERBERG, N.: Jordtryck i kohesionära jordarter. Forsök och elementär teori av Kapten NILS WESTERBERG. Tekn. Tidskr. Stockholm 1921, H. 3 bis 5.

⁴ STRECK, A.: Die Festigkeitseigenschaften bindiger Böden. Dtsch. Tiefbauztg. 1928, Nr. 33.

hohe radiale Rippen trägt, die in den Boden eingreifen. Die Abscherung erfolgt durch Drehung des Kolbens, wobei die Rippen eine ihrer Höhe entsprechende Bodenschicht mitnehmen. I. STINY¹ bringt die Abbildung eines zweiseitig arbeitenden Gerätes zur Untersuchung der Schubfestigkeit von Böden. BACKOFEN² erläutert eine Apparatur, mit der er Schubfestigkeitsversuche an Böschungsrutschungen durchgeführt hat. Hinsichtlich der Untersuchungen des Bodens auf sein Verhalten zu Wasser und Luft sei auf Band 6 dieses Handbuchs verwiesen. Allgemein wäre noch hinzuzufügen, daß die hier aufgeführten Untersuchungsgänge immerhin recht zeitraubend sind. Zunächst gilt es aber, die physikalischen Eigenschaften der Böden weitgehend kennen zu lernen, um dann auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse evtl. auf einfacherem Wege zur Beurteilung von Böden zu kommen. Es seien hier noch die Arbeiten ATTERBERGS³ erwähnt, bindige Böden nach Fließgrenze und Ausrollgrenze zu klassifizieren. Des weiteren seien die Kegelfallversuche der Schweden⁴ zur Bestimmung von Festigkeitseigenschaften der Böden genannt.

Der Grundbau.

Unter Grundbau versteht man jene Bauarbeiten, die einem Bauwerk eine möglichst feste, gegen Grundwasser und Witterungseinflüsse gesicherte Unterlage geben sollen. Die Wahl der Gründungsart wird ausschlaggebend beeinflusst durch die Beschaffenheit des angetroffenen Baugrundes.

Im Bauwesen war es bisher üblich, die „zulässige Beanspruchung“ des Baugrundes durch senkrechte Lasten bei Flachgründungen durch Probelastungen zu bestimmen. Die zulässige Beanspruchung ist hierbei die Last pro Flächeneinheit, bei der nur unwesentliche Setzungserscheinungen auftreten. Für verschiedene Bodenarten werden diese Zahlen baupolizeilich festgesetzt. Die Größe und Gestalt der belasteten Fläche und die Gründungstiefe wurden bei diesen Festsetzungen nicht berücksichtigt, obwohl die Tragfähigkeit hierdurch beeinflusst wird.

Zwei Größen sind es, die bei Bestimmung der Tragfähigkeit des Bodens zu berücksichtigen sind:

1. Die Widerstandsfähigkeit des Bodens gegen seitliches Aufpressen. Die widerstehenden Kräfte sind die mit der Normalspannung zunehmende Reibung in der Erde und die Kohärenz des Bodens, die schon weiter oben näher besprochen worden ist. Unter anderem haben SCHWEDLER⁵, KURDJÜMOFF⁶ und ENGESSER⁷ unter der Annahme seitlichen Ausweichens des Bodens unter dem Bauwerk Formeln für die rechnerische Ermittlung dieser Widerstandsgrößen abgeleitet, die auch die Wirkung der Tiefenlage der Bauwerksohle erfassen. KREY⁸ gibt einen Untersuchungsgang, den Widerstand des Baugrundes gegen senkrechte Kräfte unter Zugrundelegung gerader oder kreisförmiger Gleitflächen zu ermitteln. Für diese Untersuchungen ist die Kenntnis des Reibungsbeiwertes

¹ STINY, I.: Zur Schubfestigkeit der Böden. Geol. u. Bauwesen 1929, H. 1.

² BACKOFEN, K.: Eine geotechnische Studie. Zbl. Bauverw. 1930, H. 18.

³ ATTERBERG, A.: Internat. Mitt. Bodenkde. 1911, 1912, 1913. — Vgl. auch V. POLLACK: Die Beweglichkeit bindiger und nichtbindiger Böden. Halle 1925.

⁴ Bericht der geotechnischen Kommission der staatlichen Eisenbahnen Schwedens. Stockholm 1922.

⁵ SCHWEDLER, I. W.: Abhandlung über eisernen Oberbau. Zbl. Bauverw. 1891, 90.

⁶ KURDJÜMOFF, V. J.: Zur Frage des Widerstandes der Gründungen auf natürlichem Boden. Zivilingenieur 1892, 293.

⁷ ENGESSER, FR.: Zur Theorie des Baugrundes. Zbl. Bauverw. 1893, 306.

⁸ KREY, H.: Erddruck, Erdwiderstand, a. a. O. S. 159.

und der Kohäsion des Bodens wichtig. Wie diese Werte ermittelt werden, ist bereits gezeigt worden¹.

2. Die Zusammendrückbarkeit des Bodens z. T. in Abhängigkeit von seiner Wasserdurchlässigkeit. Durch Belastung tritt eine Verdichtung des Bodens ein. Wassergesättigte Böden versuchen sich auf den „natürlichen“ Wassergehalt, der der neuen Auflast entspricht, einzustellen, werden also Wasser abgeben. Dies geschieht je nach der Durchlässigkeit des Bodens schneller oder langsamer. Bei mächtigen, dichten Bodenlagen können sich die Setzungserscheinungen entsprechend der ganz allmählichen Wasserabgabe über lange Zeiträume erstrecken.

Die Dichte der Lagerung bei gleicher Beschaffenheit des Sediments hängt von den geologischen Umständen ab, unter denen die Sedimentation erfolgte. v. TERZAGHI² erwähnt, daß Sande, die bei ablaufendem Hochwasser zum Absatz kamen, viel lockerer gelagert sind als solche, die langsam in einem Seebecken abgesetzt wurden, daß Tone aus Süßwasserbildungen meist dichter sind als marine Tone von ähnlicher Beschaffenheit, sofern sie seit ihrer Entstehung unter Wasser blieben. Die petrographische Identität der Bodenarten verbürgt daher keinesfalls technische Gleichwertigkeit. v. TERZAGHI hebt noch hervor, daß die Textur des Sandes „konservativ“ ist, d. h. wenn ein Sand locker zur Ablagerung kam, so bleibt sein Gefüge auch dann noch locker, wenn er vorübergehend oder dauernd unter hohem statischen, durch das Gewicht der aufgelagerten Massen verursachten Druck gestanden hat. Auch für die Textur mikroskopischer oder submikroskopischer Sande (Fließerden) will der Genannte das gleiche gelten lassen. Je plastischer eine Bodenart war, desto weniger konservativ ist ihre Textur.

Auf die Untersuchungsmethoden, die zur Feststellung von Zusammendrückbarkeit und Wasserdurchlässigkeit eines Bodens dienen, wird später eingegangen werden³.

Bei nachgiebigem, zusammenpreßbarem Boden schreitet man oft zu einer künstlichen Verdichtung des Baugrundes. Liegt die Fundamentsohle über dem Grundwasser, so wird man bei Bauten von geringerer Bedeutung in manchen Fällen schon durch Abrammen oder Abwalzen, durch Einstampfen von Steinen und Schotter eine genügende Verdichtung des Bodens erreichen können. Liegt der gute Baugrund in zwei bis drei Meter Tiefe unter Fundamentsohle, so hat man sich durch Anordnung von Pfeilerfundamenten, die bis zu jener Tiefe herabgeführt wurden, geholfen. An Stelle der Pfeilerfundamente behilft man sich in manchen Fällen auch mit Sandpfählen. Zu diesem Zweck wird ein Holzpfahl eingerammt, wieder herausgezogen und das Loch mit Sand (besser Beton) vollgestampft. In Niederungsgegenden mit tiefgreifendem Moorboden versucht man durch Anordnung von Sandpolstern eine günstigere Verteilung der Fundamentdrücke auf den Moorboden zu erreichen. Sofern es sich um locker gelagerten Sand oder Kies handelt, erhält man durch Einblasen von Zementpulver eine Verbesserung des Baugrundes, da sich der unter Wasser lagernde Kies oder Sand, dann in einen festen Steinkörper verwandelt. Erfahrungen mit einem neuen chemischen Verfestigungsverfahren beschreibt W. SICHARDT⁴; dort finden sich auch Literaturangaben über Bauten, bei denen das Verfestigungsverfahren bereits Anwendung gefunden hat. Die weitaus wichtigste Art künstlicher Fundierung ist die Pfahlrostgründung. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen einem festen Rost, dessen Pfähle bis in den festen

¹ Vgl. S. 150.

² REDLICH, K. A., K. v. TERZAGHI u. R. KAMPE: Ingenieurgeologie, a. a. O. S. 323.

³ Vgl. S. 182.

⁴ SICHARDT, W.: Erfahrungen mit der chemischen Bodenverfestigung und Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens. Bautechnik 1930, H. 12.

Baugrund reichen, also die Last des Bauwerks direkt auf die festen Schichten übertragen, und einem schwebenden Rost, dessen Pfähle ganz in nachgiebigen Bodenschichten stecken, der feste Baugrund also nicht zu erreichen ist, und wobei sich der Boden unterhalb der Pfahlspitzen noch setzen kann, auch wenn die Pfähle selbst nicht weiter in den Boden eindringen. Bei größeren Bauten kommen weiterhin Brunnen- und Röhrengründungen in Frage, die die nachgiebigen Schichten durchfahren und bis auf tragfähigen Baugrund abgesenkt werden.

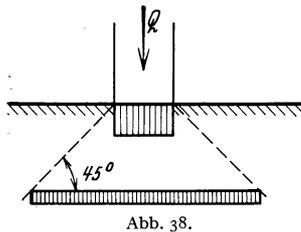


Abb. 38.

Die Bauwerkslast verteilt sich im Boden nach der Tiefe zu auf immer größere Flächen. Für praktische Rechnungen nahm man bisher an, daß die Grenzlinie der Druckverteilung unter 45° verläuft, und der Druck sich über die einzelnen waagerechten Flächen gleichmäßig verteilt (s. Abb. 38). Nun haben aber Versuche verschiedener Forscher erwiesen, daß die Druckverteilung im Baugrunde wesentlich anders verläuft. KÖGLER und SCHEIDIG¹ haben die bisher hierüber vor-

liegenden Versuchsergebnisse zusammengestellt und durch eigene neuere Versuche nachgeprüft und ergänzt. Diese Versuche sind aber durchweg nur mit Sandboden durchgeführt; ob die Druckverteilung in plastischen Böden ähnlichen Gesetzen gehorcht, muß zunächst dahingestellt bleiben. Die Versuche ergeben übereinstimmend, daß die Spannungen in der Mitte der Lastfläche wesentlich größer als in dem äußeren Bereiche sind. Durch Auftragen „Kurven gleichen lotrechten Druckes“ erhält man eine anschauliche Darstellung über die Druckverteilung im Baugrunde (die in den einzelnen Punkten der Schüttung gemessenen von der örtlichen Belastung herrührenden Drücke sind in Prozentzahlen von p_0 ausgedrückt, wobei p_0 der Quotient aus Gesamtlast und Lastfläche ist). Über

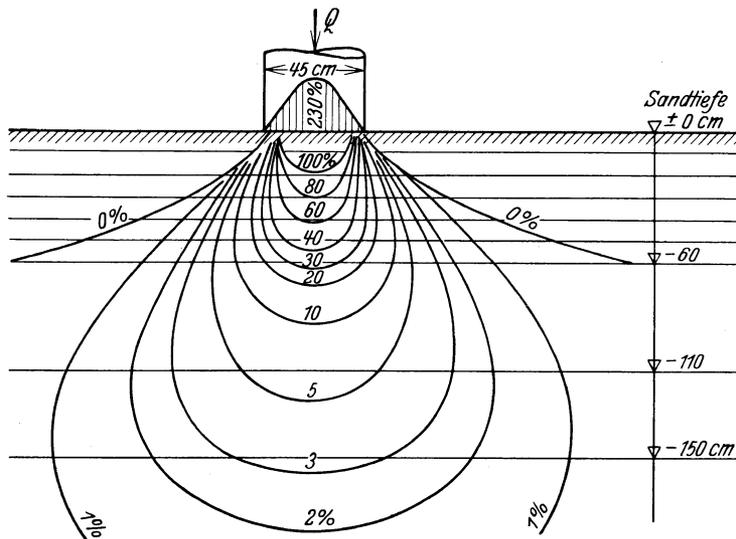


Abb. 39. Kurven gleichen lotrechten Druckes (Isobaren). (Nach KÖGLER und SCHEIDIG.)

Druckes“ erhält man eine anschauliche Darstellung über die Druckverteilung im Baugrunde (die in den einzelnen Punkten der Schüttung gemessenen von der örtlichen Belastung herrührenden Drücke sind in Prozentzahlen von p_0 ausgedrückt, wobei p_0 der Quotient aus Gesamtlast und Lastfläche ist). Über

¹ KÖGLER, F. u. A. SCHEIDIG: Druckverteilung im Baugrunde. Bautechnik 1927, H. 29 u. 31; 1928, H. 15 u. 17; 1929, H. 18 u. 52. — SCHEIDIG, A.: Die Berechnungsgrundlagen durchgehender Fundamente und die neuere Baugrundforschung. Bautechnik 1931, H. 19 u. 20. — Vgl. u. a. auch E. GERBER: Untersuchungen über Druckverteilung im örtlich belasteten Sand. Promotionsarb., Zürich 1927. — H. HUGI: Untersuchungen über Druckverteilung im örtlich belasteten Sand. Promotionsarb., Zürich 1929. — F. SCHLEICHER: Zur Theorie des Baugrundes. Bauingenieur 1926, H. 48.

den Geltungsbereich und über die weiteren Einzelheiten sei auf die herangezogene Literatur verwiesen.

Die Übertragung der Bauwerkslast durch Pfahlrost auf guten Baugrund führt zu Betrachtungen über das Verhalten des Bodens beim Einrammen der Pfähle. Tonböden setzen dem Einrammen der Pfähle großen Widerstand entgegen. v. TERZAGHI¹ hat dies damit erklärt, daß das Porenwasser infolge der Undurchlässigkeit des Materials nicht rasch genug entweichen kann. Die hierdurch entstehenden „hydrodynamischen Spannungen“ (vgl. Spalte 10 nachstehender Tabelle) stellen sich dem Eindringen des Pfahles entgegen, während andererseits das langsam entweichende Wasser an der Mantelfläche des Pfahles schmierend wirkt und die Mantelreibung heruntersetzt. Beim Rammen zeigen sich somit großer Spitzenwiderstand und geringe Mantelreibung („dynamischer Eindringungswiderstand“). Nach dem Rammen gleichen sich die hydrodynamischen Spannungen aus, der Spitzenwiderstand wird gering, das Wasser in der Mantelfuge wird aufgesaugt, und die Mantelreibung nimmt zu („statischer Eindringungswiderstand“). Es ist beim Rammprozeß ein bekannter Vorgang, daß die Pfähle im Tonboden nach längerer Rammpause nicht mehr so gut ziehen wie vor der Pause. Da der statische Eindringungswiderstand in der Hauptsache von der Mantelreibung herrührt, ist er der Eindringungstiefe proportional. Bei durchlässigen (Sand-) Böden sind Unterschiede wie die obigen beim Eintreiben des Pfahles und nach der Rammpause nicht festzustellen. „Dynamischer und statischer Eindringungswiderstand“ entsprechen hier einander.

In bezug auf die Bodenverhältnisse teilt v. TERZAGHI² die Pfahlgründungen in folgende Gruppen ein:

A. Schwebende Fundierungen auf tiefgründigen, weichen Schlamm- und Tonablagerungen.

B. Pfahlfundierungen auf tiefgründigen, locker gelagerten Sand- oder Schluffablagerungen.

C. Übertragung der Gebäudelast durch weichere Bodenschichten auf steifere.

D. Pfahlfundierungen auf durchlässigem Sediment, das in größerer Tiefe weiche, plastische Schlamm- oder Toneinlagerungen enthält.

An Hand von zahlreichen Beispielen aus der Praxis werden die charakteristischen Eigenschaften der Setzungsvorgänge bei den unter A bis D genannten Bodenverhältnissen erläutert.

BIERBAUMER hat auf Grund der Arbeiten v. TERZAGHIS und anderer Autoren zusammenfassend Vorschläge für die Beurteilung von Flach- und Pfahlgründungen aufgestellt und behandelt hierbei zwei Wege, nämlich einmal die Vorausberechnung des Belastungsgrenzwertes und des Setzungsbetrages aus den durch die Untersuchung von Bodenproben ermittelten physikalischen Konstanten und andererseits die Ermittlung dieser Größen aus den Ergebnissen von Probebelastungen. Auch das Studium von Baugeschichte und Verhalten von Bauwerken, die unter ähnlichen Verhältnissen zur Ausführung gelangten wie die zur Beurteilung stehenden, wird für wertvoll gehalten.

BIERBAUMER³ hat eine von v. TERZAGHI gegebene Einteilung der Böden für Flach- und Pfahlgründungen durch Bemerkungen über Bettungsziffer, Belastungsgrenzwert und Vorkommen der Bodengattungen ergänzt. Zur Vervollständigung der vorstehenden Angaben möge sie hier eingefügt werden.

¹ TERZAGHI, K. v.: Erdbaumechanik, S. 290.

² TERZAGHI, K. v.: Die Tragfähigkeit von Pfahlgründungen. Bautechnik 1930, H. 31 u. 34.

³ BIERBAUMER, A.: Vorschläge für die Beurteilung von Flach- und Pfahlgründungen. Z. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1929, H. 19, 20, 27, 28, 29, 30.

Einteilung der Böden für Flach- und Pfahlgründungen mit ergänzenden

Gruppe (Spannungszustand des Porenwassers)	Durchlässigkeit und Feuchtigkeitsgrad G	Klasse Material und relative Dichte bzw. Konsistenzform	Größenord- nung der Bettungs- ziffer	Zeitliche Zunahme der Set- zungen	Be- lastungs- grenz- wert	Eignung für Flach- gründungen	
1	2	3	4	5	6	7	
A. Ungespannte Böden. Hydraulischer Über- druck im Poren- wasser gleich oder nahezu gleich Null; das sind gekrümelte, rollige und flüssige Böden (Erde, Sand, Schotter, Schlamm mit nach der Tiefe zunehmender Kon- sistenz)	hochgradig oder minder durch- lässig $G = 0-0,5$, das ist trocken bis sehr feucht	I. Dicht gela- gerte künst- liche erdige Anschüttung $D = 0,5-1,0$	1-12	unabhängig von Form und Größe der Fundamentfläche, aber abhängig von der Tiefe	unbedeutend	proportional dem Durchmesser bzw. der Breite der Lastfläche mit der Tiefe zunehmend.	minder gut
	hochgradig durchlässig $G = 0-1,0$; das ist trocken bis gesättigt	II. Dicht gela- gerter Sand und Schotter $D = 0,5-1,0$	4-12				sehr gut bei einer Mächtigkeit von 3-4 m bzw. in heikleren Fällen von 5-6 m
		III. Locker ge- lagerte Sande und Schotter $D = 0,0-0,5$	1-4				minder gut
	minder durch- lässig, $G = 1$; das ist gesät- tigt (luftfrei)	IV. Gesättigter Feinsand (Schwimm- oder Triebssand)	—				wenn am seitlichen Ausweichen verhindert, nicht schlecht
	wenig durch- lässig; $G = 1$; das ist gesättigt (luftfrei)	V. Schlamm- ablagerung mit Wasser- bedeckung	kommt für Flach- gründun- gen nicht in Be- tracht				ungeeignet

Bemerkungen über Bettungsziffer, Belastungsgrenzwerte, Vorkommen usw.

Kennzeichen 8	Bemerkungen über das Vorkommen der Böden 9	Erklärungen zu den bodenphysikalischen Bezeichnungen 10
Stich- bzw. leichter Hackboden von meist wechselnder Zusammensetzung; hält meist ohne Bölung	I. In Wien und in anderen Städten, alte, mit Kehricht, Herdasche, Bauschutt und Abfällen aller Art verschüttete Festungsgräben und Gewinnungsstellen für Ziegel-lehm, Bausand u. dgl., selten so dicht, daß sie für Flachgründungen höherer Gebäude ohne weiteres geeignet wären. Fundierung solcher Gebäude mit Konus-betonpfählen oder durchgehenden Fundamentplatten	Zu Spalte 1. TERZAGHI nennt die Spannung des Porenwassers den hydrostatischen Unterdruck im Gegensatz zum hydrostatischen Überdruck, der im Porenwasser dann entsteht, wenn ein Tonwassergemenge durch äußere Kräfte gepreßt wird. Als hydrodynamische Spannungen werden die Spannungen bezeichnet, die im wasserdurch-tränkten, luftfreien Boden durch die bei Druckänderungen auftretenden Porenwasserströmungen hervorgerufen werden.
Hackboden, bei Schotter schwer, kein Druck	II. In Wien, im Wiener Becken und im Alpenvorlande die mächtigen und sehr dichten Ablagerungen des Jungtertiärs (Melker, Pötzleinsdorfer und Grunder Sande, Arsenal- und Laaerbergshotter) sowie die diluvialen Ablagerungen als Löß, Geschiebelehm und Geschiebemergel, auch diluviale und alluviale Schotter in manchen Flußtälern. Zur Fundierung von 4—5 Stock hohen Gebäuden, deren Mauern nach den Bestimmungen der Bauordnungen dimensioniert sind, ohne weiteres geeignet	Zu Spalte 2. Feuchtigkeitsgrad $G =$ Quotient aus dem von Wasser erfüllten Teil der Hohlräume und dem Gesamthalt der Hohlräume. Ist $\gamma =$ das spez. Gew. der Bodenkörner $\omega =$ Wassergehalt in Gewichtsprozent, $n =$ Porenvolumen, $\epsilon = \frac{n}{1-n}$ die Porenziffer, dann ist $G = \frac{\omega \cdot \gamma (1 - n)}{n} = \frac{\omega \cdot \gamma}{\epsilon}$.
fließt. Bölung un-vermeidlich	III. Die lockeren Diluvialsande von Berlin, die auch in tieferen Lagen in Hamburg und an der friesischen Küste, aber in immer lockerer Lagerung auffindbar sind. Fundierung auf Grundplatten oder Pfählen. Boden von Venedig. Pfahlbauten	Es ist für: feuchten Sand . . $G = 0,0 - 0,25$ sehr feuchten Sand $G = 0,25 - 0,50$ nassen Sand . . . $G = 0,50 - 0,75$ sehr nassen Sand . $G = 0,75 - 1,00$ gesättigten Sand . $G = 1,00$
großer Druck, Sand steigt in der Sohle auf	IV. An der friesischen Küste, an der Küste des Schwarzen Meeres (Odessa) usw. vielfach Anlaß zu Sandfällen bietend. Auch eingekapselt in den Ablagerungen des Tertiärs (Korżawka, Schlesien), des Diluviums und des Alluviums. Fundierung auf Pfählen zwischen Spundwänden oder durchgehenden Fundamentplatten	Zu Spalte 3. Relative Dichte der Sande und Schotter: Ist $n_0 =$ Porenvolumen des Sandes bei lockerster Lagerung (45—50 %), $n =$ Porenvolumen des Sandes auf der natürlichen Lagerstätte,
man versinkt	V. An vielen Seeküsten und in Hafentstädten (Hamburg und friesische Küste) als Schlick, dem Klay bzw. feinerer und schärferer Sand folgt. Fundierung auf hohen Pfahlrosten. In den Lagunen von Tunis, in dem Delta des Nils, des Mississippi usw.	$n_{\min} =$ Volumen des Sandes im naß eingestampften Zustande (33 bis 38 %), dann ist $D = \frac{(n_0 - n) (1 - n_{\min})}{(1 - n) (n_0 - n_{\min})} = \frac{\epsilon_0 - \epsilon}{\epsilon_0 - \epsilon_{\min}}$.

Fortsetzung der Tabelle

Gruppe (Spannungszustand des Porenwassers)	Durchlässigkeit und Feuchtigkeitsgrad G	Klasse Material und relative Dichte bzw. Konsistenzform	Größenord- nung der Bettungs- ziffer	Zeitliche Zunahme der Set- zungen	Be- lastungs- grenz- wert	Eignung für Flach- gründungen
1	2	3	4	5	6	7
B. Gleichmäßig gespannter Boden. (Hydrodynamische Spannungen im Porenwasser aus- geglichen; hydro- statischer Unter- druck). Homogene Tonböden	wenig durch- lässig, $G = 1$, das ist gesättigt (luftfrei)	VI. Sehr weiche oder weich- plastische Lehme und Tone	hängt von der Form und Größe der Fundamentfläche, nicht aber von der Tiefe der Fundamentsohle ab	sehr bedeutend in Bodenklasse VI, VIIa, VIII	unabhängig von der Größe der Last- fläche und der Tiefe der Fundament- sohle	schlecht
		VII. Steif- plastische oder halbfeste Lehme und Tone				a) steif- plastisch = minder gut b) halbfest = sehr gut bei einer Mächtigkeit von 3—4 bzw. 5—6 m
C. Ungleichmä- ßig gespannter Boden (Hydrodynamische Spannungen im Ausgleich begrif- fen), das sind weiche Tonböden und Aus- trocknungskruste	wenig durch- lässig, $G = 1$; das ist ge- sättigt (luftfrei)	VIII. Sehr weiche oder weichplastische Tone mit Austrocknungs- kruste			hängt von der Größe der Lastfläche und der Stärke der Aus- trocknungskruste ab	minder gut
D. Gemischte Böden	Schichten mit wechselnder Durchlässigkeit und wechselndem Sand- und Tongehalt $G = 0-1,0$	—	—	—	—	unter Was- ser meist schlecht, im Trockenen meist minder gut

Aus vorstehenden Angaben erhellt, daß es mancher Feststellungen bedarf, um einen Baugrund auf seine Tragfähigkeit sicher ansprechen zu können. Je ungleichmäßiger der Untergrund in seiner Schichtenzusammensetzung ist, um so schwieriger wird es sein, die zu erwartende Zusammendrückung des Baugrundes und damit Setzung des Bauwerkes zahlenmäßig zu erfassen. Neben der Art der Schichtung werden Einfall und Mächtigkeit der Schichten, Wassergehalt und Wasserdurchlässigkeit zu berücksichtigen sein. Auch Erschütterungen des Bodens durch Eisenbahn- und Straßenverkehr usw. sind in Rechnung zu ziehen. Die Größe der Senkungen ist für den Bestand eines Bauwerkes von geringerer Bedeutung als die Ungleichmäßigkeit der Setzungen im Bereich der Grundfläche. Welche Ausmaße derartige Senkungen annehmen können, ohne daß es zur Zerstörung der Bauwerke gekommen ist, möge an zwei berühmten Beispielen gezeigt werden; in beiden Fällen ist fraglos von Fehlgründungen zu sprechen.

Der Turm von Pisa (erbaut 1174) hat sich schon während der Ausführung bei einer Höhe von 44 m um 4,3 m aus der Achse geneigt. Über die Untergrundsverhältnisse hatte man sich wohl nicht genügend unterrichtet. Aus Lust am Selt-samen wurde das Bauwerk beibehalten und nach eingetretener Beruhigung der

von S. 168 u. 169.

Kennzeichen 8	Bemerkungen über das Vorkommen der Böden 9	Erklärungen zu den bodenphysikalischen Bezeichnungen 10
man hat das Gefühl, einzusinken. Festigkeit: 0,5—1,5 kg/cm ²	VI. An den Ufern des Goldenen Hornes, Schanghai. Fundierung auf Fundamentplatten	Es ist $0 < D < \frac{1}{3}$ locker gelagerter Sand. Sand fließt, hält sich nicht ohne Bölung. $\frac{1}{3} < D < \frac{2}{3}$ mittelmäßig gelagerter Sand. $\frac{2}{3} < D < 1$ dicht gelagerter Sand.
a) Festigkeit 1,5—6 kg/cm ² b) Festigkeit 6,0—25 kg/cm ² und mehr. Schwerer Hackboden	VII. a) Steifplastisch. London Klay. Fundamentverbreiterung. b) Halbfeste Lehme und Tone. Der pontische Tegel in Wien, auf dem die Pfeiler der Donaubrücken fundiert sind. Fundierung wie unter II	Schotter in dieser Lagerung ist schwerer Hackboden und hält sich in vertikaler Böschung mehrere Meter. Zu Spalte 4. Die Bettungsziffer: $c = \frac{\text{Druck je Flächeneinheit}}{\text{Setzung}} \text{ kg/cm}^3.$
oben wie VIIa, unten immer weicher	VIII. Boden von Triest. Fundamentverbreiterung	Zu Spalte 6. Belastungsgrenzwert ist jene Belastung, bei der die Setzungen mit weiter zunehmender Belastung auffallend rasch anwachsen (Zusammenbruch des Gleichgewichtes und Entstehung eines neuen Gleichgewichtszustandes bei veränderter Kornlagerung) (Vgl. Abb. 49, S. 180.)
	IX. Fluviale Alluvialböden (Pfahlgründungen)	

Bodensetzungen noch um ein weiteres Stockwerk von 10 m erhöht, das bis heute in vertikaler Richtung geblieben ist¹.

Der Königsberger Dom (Baubeginn wahrscheinlich 1333) steht auf einer aus Alluvionen gebildeten Insel des Pregelflusses. Die in der Abbildung eingetragenen Untergrundverhältnisse sind nach einer Bohrung auf dem Domplatz angegeben, die 1884 niedergebracht wurde und durch den Geologen JENTZSCH bearbeitet ist². Bei den Instandsetzungsarbeiten des Doms durch DETHLEFSEN³ im Jahre 1905 hat sich herausgestellt, daß das schwere Bauwerk ohne jeden Pfahlrost auf eine Torfschicht gesetzt worden ist. „Der Bau ist nie zur Ruhe gekommen auf seinen Fundamenten, und die nicht aufhörenden Klagen, die über Baumängel am Dom durch die Jahrhunderte gehen, haben hier ihren Hauptgrund.“ DETHLEFSEN

¹ Abbildung mit angenommenen Untergrundverhältnissen nach A. BIERBAUMER, a. a. O. (Sonderdruck), S. 8. — W. LÜBCKE: Die Geschichte der Architektur. Leipzig 1865.

² TIEDEMANN, B.: Der Baugrund des Königsberger Stadtgebiets in geologischer Erforschung. Dissert., Mitt. geol. paläon. Inst. Univ. Königsberg 1927.

³ DETHLEFSEN, F.: Die Domkirche in Königsberg i. Pr. nach ihrer jüngsten Wiederherstellung. Berlin 1912.

gibt an, daß das Gebäude im Laufe der Jahre so viel abgesunken ist, daß man fünfmal einen neuen Fußboden über den alten legen mußte. An dem untersten von ihnen konnte die älteste Schwelle des Westportals festgestellt werden: 1,67 m unter der Höhenlage der heutigen Schwelle. Um soviel ist der Westbau seit seinem Bestehen abgesunken. Die Straßenaufhöhung spricht kaum mit. Die einst hohen, stolzen Vorräume der Kathedrale haben jetzt ein fast gedrücktes Verhältnis.

Ein Faktor spielt im Grundbau in bezug auf Bodenverhältnisse eine gleich große Rolle wie im Erdbau; es ist das Wasser. Das Verhalten des Bodens zum Wasser ist bereits eingehend dargelegt worden¹; dort sind Erscheinungsformen und Fließgesetz des Grundwassers vollständig behandelt. Hier wäre lediglich noch die Wirkung des Grundwassers auf die Baugrube und auf den unter dem Grundwasserspiegel liegenden Teil eines Bauwerkes zu besprechen.

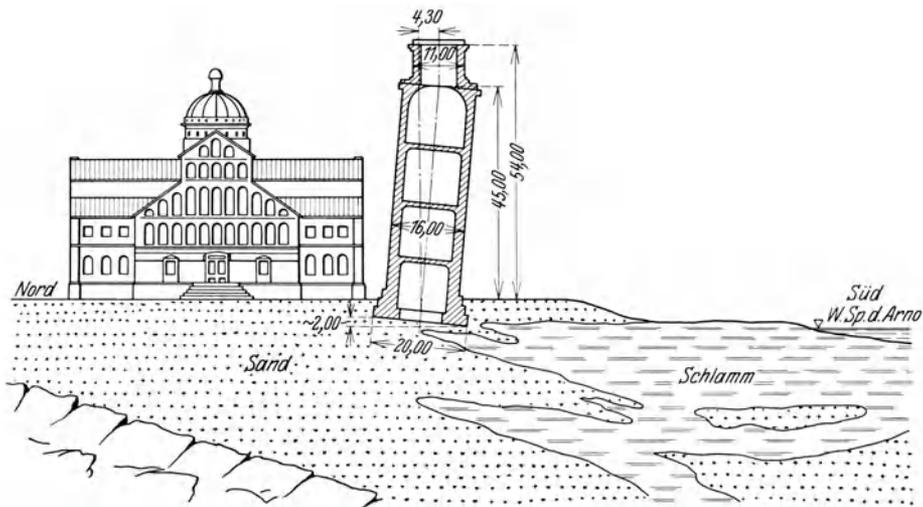


Abb. 40. Der schiefe Turm zu Pisa. (Nach BIERBAUMER, 1929.)

Müssen Baugruben unter den Grundwasserspiegel abgeteuft werden, so wird in den meisten Fällen das Wasser durch Auspumpen entfernt. Hat man es mit gleichmäßig durchlässigen Böden, wie grobem Sand, zu tun, so fließt das Wasser schnell aus, und je nach Zudrang des Wassers ist die Leistung der Pumpanlage zu bemessen. Weit schwieriger gestalten sich die Verhältnisse, wenn Feinsande angeschnitten werden, die bei ihrer geringen Durchlässigkeit bei Grundwasserüberdruck zu Schwimmsanden werden können. Es kommt hier oft zu großen technischen Schwierigkeiten. v. TERZAGHI² hat eine Reihe von „Schwimmsanden“ in bezug auf Korngröße usw. analysiert. Es sind ziemlich gleichförmige Sande mit wirksamen Korndurchmessern von 0,1—0,6 mm. Das Schwimmverhalten der Sande ist stets an den Zustand vollkommener Sättigung gebunden und verschwindet beim Entzug des Wassers. „Schwimmsande“ finden sich hauptsächlich in den diluvialen Moränenbildungen oder den alluvialen Auffüllungen der Urstromtäler eingelagert.

Wechseln sandigere Partien mit undurchlässigen Schichten, so können letztere zu Grundwasserstauern werden. Beim Niederbringen von Baugruben in

¹ Vgl. dieses Handbuch 6, 66 ff..

² TERZAGHI, K. v.: Ingenieurgeologie, a. a. O. S. 477.

solche Schichtenfolge kann es zu Quellaustritten über den undurchlässigen Schichten kommen. Wenn letztere stark zur Baugrube einfallen, können leicht Rutschungen ausgelöst werden. Befinden sich unter den undurchlässigen Schichten Grundwasserfühler, in denen das Grundwasser artesisch gespannt ist,

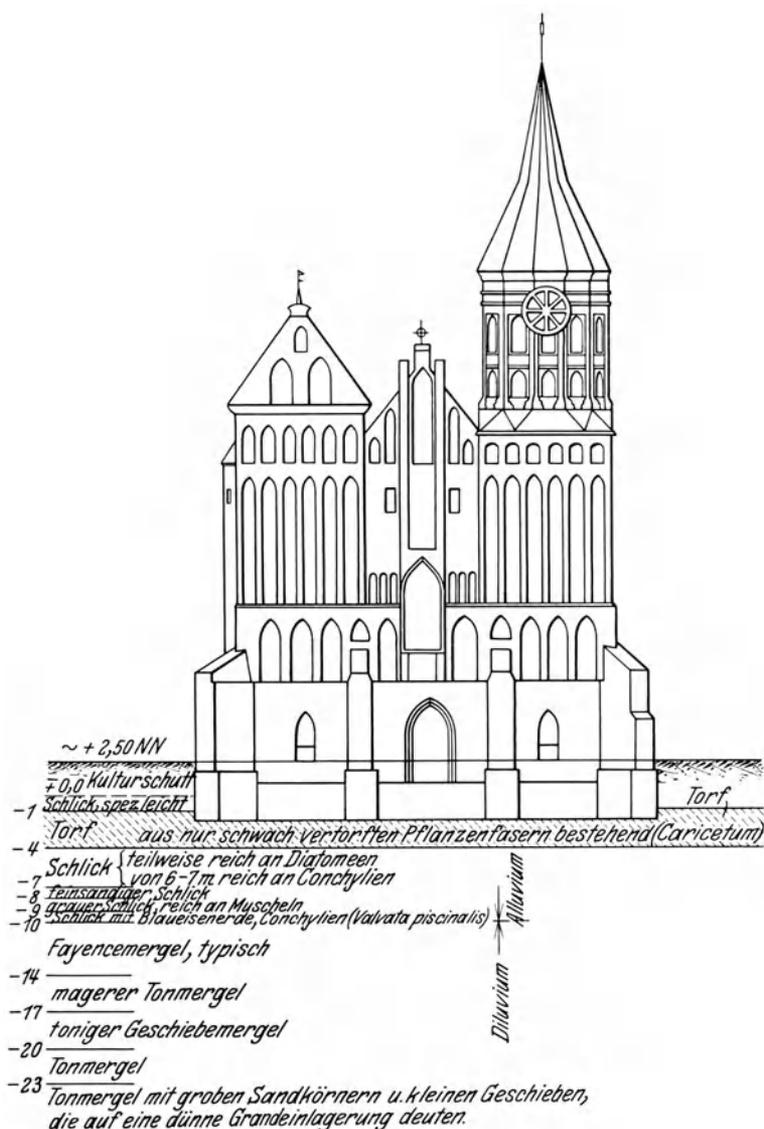


Abb. 41. Königsberger Dom. Westseite.

so können beim Abteufen der Baugrube leicht Grundaufbrüche eintreten. Die einzelnen Fälle mögen durch die folgenden Abbildungen veranschaulicht werden.

Der Auftrieb wirkt der Bauwerkslast entgegen und ist abhängig von der Höhe des Grundwasserspiegels über der Bauwerkssohle und von der Dichte des Bodens, von der es abhängt, ob der hydrostatische Druck voll, teilweise oder gar nicht zur Wirkung auf das Bauwerk kommt. Auch ist zu berücksichtigen, ob es sich um ruhendes Grundwasser handelt, oder ob durch Abströmen des Wassers

unter der Sohle eine Druckänderung eintritt. Bei Bauwerken mit stark einseitiger Belastung der Fundamentsohle können durch den Auftrieb die Kantendrücke vermehrt werden. Ferner ist bei der Dimensionierung der Sohlen von

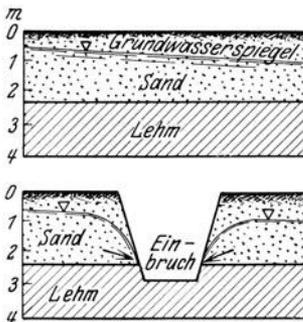


Abb. 42. Gefährdete Baugrube: Einbruch von der Seite her. Oberes Bild: Ursprünglicher Zustand; feiner wassererfüllter Sand über Lehm. Unteres Bild: Bei schnellem Ausschachten der Baugrube kommt der Sand ins Treiben infolge des übermäßigen Wasserdruckes. Gegenmaßnahmen: Langsames Einschnitten auf längerer Strecke, Einsetzen von Filterstoffen, z. B. Stroh in die Verschalung der Wände, bei dauernd zu erhaltenden Böschungen Dränung. (Nach KOEHNE, W.: Grundwasserkunde 1928, S. 254 u. 256.)

Untergrundbahntunneln, Schleusen usw. der Auftrieb genau zu berücksichtigen¹.

Bei der Gründung von Stauwerken ist die richtige Erkenntnis der Beanspruchungen des Bodens, die durch das hinter dem Stauwerk aufzuspeichernde Wasser zu erwarten sind, von großer Wichtigkeit. Der endgültigen Wahl der Baustelle werden sorgfältige geologische Vorerhebungen vorausgehen, die sich über die Talstrecken ausdehnen, die aus wasserwirtschaftlichen Gründen für die Anlage des Bauwerkes in Frage kommen und Auskunft geben über Festigkeit und Lagerung der Schichten, über Verwerfungen, über Art des Gesteins, seine Klüftigkeit, seine Durchlässigkeit, seine Löslichkeit, über etwaige Quellaustritte wie über die Grundwasserverhältnisse überhaupt². Bei Gründungen von Stauwerken auf Felsboden bietet die Ermittlung der „Schluckfähigkeit“ von Verwerfungsspalten und Klüften und ihre gegebenenfalls nötige Abdichtung Schwierigkeiten. Besonders das Kalkgebirge ist wegen seiner Klüftigkeit und leichten Löslichkeit ein schwer zu beurteilender und schwer zu behandelnder Baugrund. Bei

Gründung von Stauwerken in unverfestigten Talauffüllungen besteht dort, wo das Stauwerk nicht in genügend mächtige wasserundurchlässige Schichten eingebunden

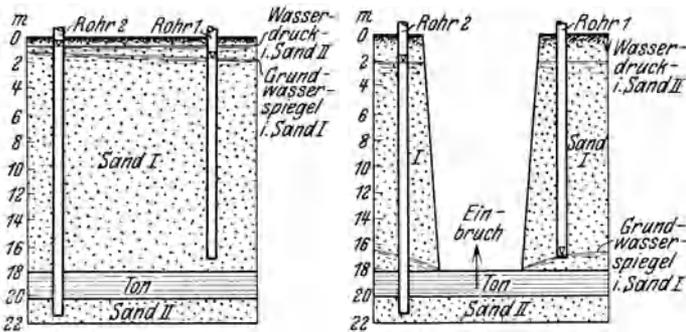


Abb. 43. Gefährdete Baugrube: Einbruch von unten. Links: Ursprünglicher Zustand; das Wasser, in Beobachtungsrohren, die bis in Sand II niedergebracht sind, steigt etwas über die Höhe des Grundwasserspiegels. Rechts: Der grobe Sand I ist beim Niederbringen der Baugrube ohne Schwierigkeiten entwässert worden. Plötzlich bricht infolge des gewaltigen Überdruckes in Sand II der Boden der Baugrube auf und Wasser und Sand dringen mit verheerender Gewalt empor. Gegenmaßnahmen: Niederbringen und Einsetzen von Filterbrunnen in Sand II, Auspumpen des Wassers daraus, bis der Wasserdruck im Rohr 2 genügend tief sinkt. (Nach W. KOEHNE: Grundwasserkunde 1928, S. 254 u. 256.)

werden kann, die Gefahr der Unterspülung (Grundbruch) und erheblicher Wasserverluste durch Sickerung. Durch den Strömungsdruck des Sickerwassers kann ein Aufbrechen der Sohle am Unterstromfuß des Stauwerkes eintreten. Auf Grund der Theorie FORCHHEIMERS³ über Grundwasserströmungen läßt sich die Sickerung unter einem Stauwehr usw. ermit-

¹ Vgl. L. BRENNER-LOHMEYER: Der Grundbau. Berlin 1927. — O. FRANZIUS: Der Grundbau, Handbibliothek für Bauingenieure. Berlin 1927. — Vgl. auch W. KOEHNE: Grundwasserkunde. Stuttgart 1928.

² LEPPLA, A.: Geologische Vorbedingungen der Staubecken. Zbl. Wasserbau u. Wasserwirtsch. 1908. — Die geologischen Voraussetzungen für die Errichtung von Talsperren in Deutschland usw. Dtsch. Wasserwirtsch. 1924.

³ FORCHHEIMER, PH.: Hydraulik 1923. — SCHOCKLITSCH, A.: Der Wasserbau I. 1930.

teln, wie dies als Beispiel die nachstehende Abbildung zeigt (Abb. 45). Die Stromlinien geben die Bahnen an, die die Wasserteilchen eines Grundwasserstromes verfolgen; die Stromlinien verlaufen stets senkrecht zu den Linien gleichen hydrostatischen Druckes (Potentiallinien). Wählt man die Abstände der Stromlinien so, daß zwischen je zwei benachbarten Stromlinien die gleichen Wassermengen durchfließen, so steht die Strömungsgeschwindigkeit und damit auch der in der Fließrichtung auf den Sand wirkende Druck im umgekehrten Verhältnis zu dem Abstand der Stromlinien. Entsprechend dem Verlauf der Stromlinien hat also der Strömungsdruck das Bestreben, das Material des Untergrundes am Unterstromfuß des Stauwerkes hoch zu treiben. Es ist dies die gefährliche Stelle.

Die Mechanik des Grundbruches ist u. a. durch v. TERZAGHI ausführlich behandelt worden¹. Seinen Arbeiten seien hier noch 3 Beispiele entnommen, die zeigen, wie weitgehend die Schichtung des Untergrundes die Größe der Grundbruchgefahr beeinflussen kann (Abb. 46). Im Falle *a* ist der Untergrund vollkommen gleichmäßig, die Stelle der größten Durchbruchgefahr liegt hart neben der Spundwand Unterstrom. Im Fall *b* ist im Untergrund eine waagrecht verlaufende Schicht größeren Materials eingelagert, die Grundbruchgefahr erstreckt sich über eine breitere Zone; im Fall *c* enthält der Untergrund eine Einlagerung größeren Materials, die talabwärts ansteigt, in diesem Fall liegt die Grundbruchgefahr

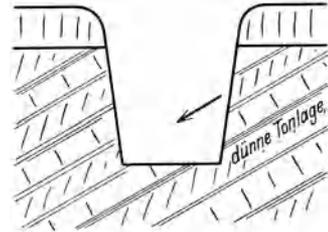


Abb. 44. Gefahr des Abrutschens der rechtsseitigen Wand auf einer dünnen Tonzwischenlage.

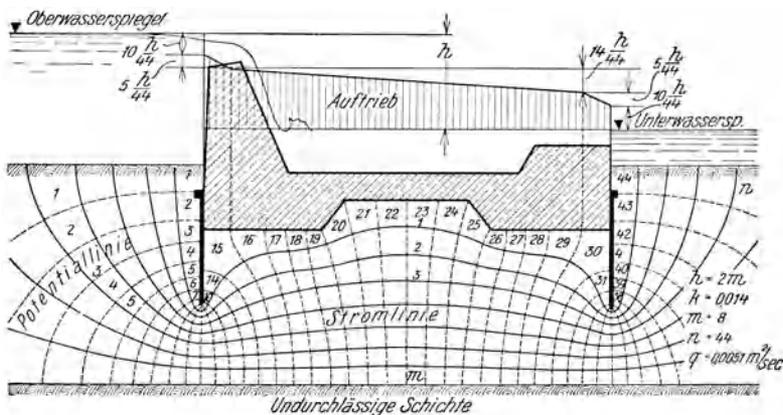


Abb. 45. Zeichnerische Ermittlung der Sickerung unter einem Stauwehr. (Aus SCHOCKLITSCH: Der Wasserbau I, S. 183.)

bei *A* in beträchtlicher Entfernung vom Stauwerk und bei weit geringerer Stauhöhe als in den beiden anderen Fällen.

Bezüglich der Standfestigkeit der Böschung bei Fundamentgruben sind die gleichen Erhebungen bezüglich des Schubwiderstandes der angetroffenen Böden anzustellen, wie dies im Abschnitt „Erdbau“ erläutert worden ist. Die Gleitsicherheit des Gründungskörpers ist nachzuprüfen. Zur Erläuterung dienen die nachstehenden Abbildungen 47 und 48.

¹ TERZAGHI, K. v.: Erdbaumechanik a. a. O., S. 369; Ingenieurgeologie a. a. O., S. 531. — Grundbruch an Stauwerken und seine Verhütung. Wasserkraft, München 1922, Dezember, S. 445. — Über den Einfluß untergeordneter geologischer Einzelheiten auf die Sicherheit von Dammbauten. Wasserwirtsch. 1930, April, S. 318.

Bodenuntersuchungen im Grundbau. Hier gilt das gleiche, was bezüglich Vorerhebungen über den geologischen Aufbau des für das Bauvorhaben in Frage stehenden Geländes und bezüglich Entnahme und Verpackung von Bodenproben im Abschnitt „Erdbau“ gesagt worden ist, insbesondere sei noch auf die Vorschriften des preußischen Ministeriums von 1920, die sich auf Erfahrungen, die die preußische Wasserbauverwaltung bei größeren Erd- und Gründungsarbeiten gesammelt hat, stützen, hingewiesen¹. Außer für die Baustelle sind die Bodenproben auch wissenschaftlich von hohem Wert, so daß es sich empfiehlt, dieselben aufzuheben. Außer bei den Landesanstalten sind auch in verschiedenen Städten Bohrprobensammlungen und Bohrregister eingerichtet worden, die wertvolle Unterlagen bei der Aufstellung von Baugrunderkarten gegeben haben². Im Anschluß an die vorgenannten Vorschriften sei auch hier

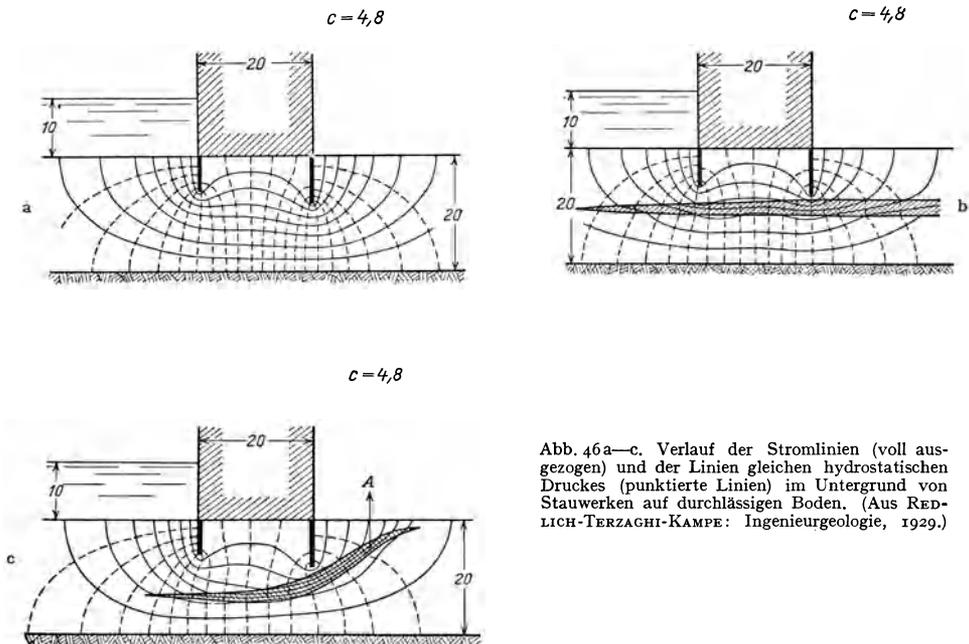


Abb. 46a—c. Verlauf der Stromlinien (voll ausgezogen) und der Linien gleichen hydrostatischen Druckes (punktirierte Linien) im Untergrund von Stauwerken auf durchlässigen Boden. (Aus REDLICH-TERZAGHI-KAMPE: Ingenieurgeologie, 1929.)

nochmals auf die „Vorschläge für die einheitliche Benennung der Bodenarten und für die Aufstellung der Schichtenverzeichnisse“ verwiesen, die von der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen herausgegeben sind.

Die Tiefe, bis zu der die Bodenuntersuchungen durchzuführen sind, ist nach der bisherigen Kenntnis der Setzungsvorgänge bei gedrängten Lastflächen gleich der Breite der verbauten Fläche anzusetzen, bei langgestreckten Lastflächen auf das $1\frac{1}{2}$ fache dieser Breite³.

Auf Grund dieser Bodenuntersuchungen sind durch Auftragen von Längs- und Querprofilen die Untergrundverhältnisse mit Eintragung der eingemessenen Grundwasserstände usw. bildlich darzustellen. Diese Darstellung gibt die Grundlage für den generellen Gründungsentwurf, aus dem dann wieder zu entnehmen ist, welche Bodenproben zur eingehenden Untersuchung im Laboratorium zu

¹ Zbl. Bauverw. 1920, 113.

² KOCH, E.: Die prädiluviale Auflagerungsfläche unter Hamburg und Umgegend. Hamburg 1924. — MOLDENHAUER, E.: Die Baugrunderkarte des Danziger Stadtgebietes. Schrift. naturf. Ges. Danzig 1926. — TIEDEMANN, B.: Der Baugrund des Königsberger Stadtgebietes in geologischer Erforschung. Dissert., Mitt. geol. paläont. Inst. Königsberg 1927.

³ TERZAGHI, K. V.: Die Tragfähigkeit von Pfahlgründungen. Bautechnik 1930, H. 31, 475.

bringen sind bzw. in welchem Umfange Probelastungen wünschenswert erscheinen.

Die zur Beurteilung der Tragfähigkeit eines homogenen Bodens erforder-

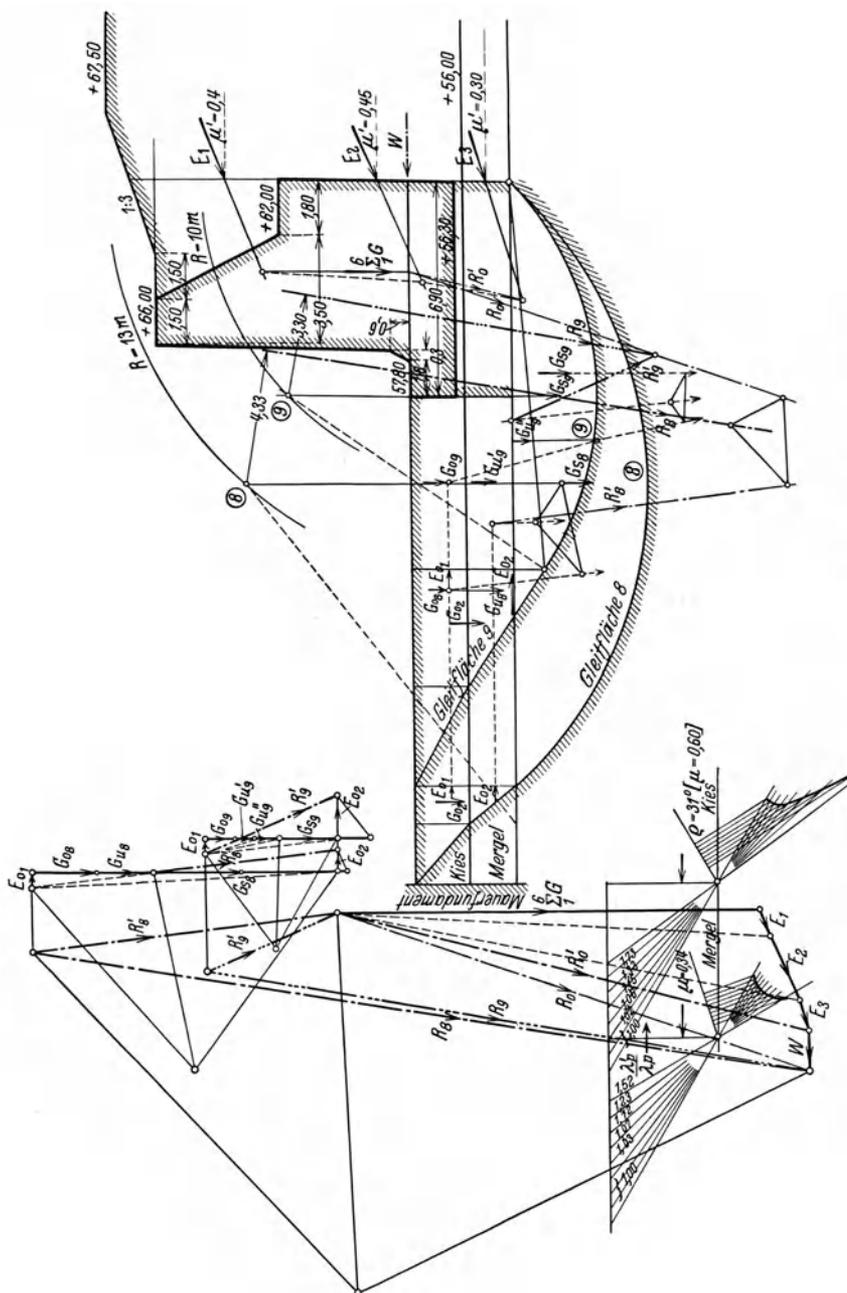


Abb. 47. Standsicherheitsnachweis für die Vorhabenmauer einer Schleuse.

lichen Daten sind in der nachstehenden tabellarischen Zusammenstellung aufgeführt¹.

¹ TERZAGHI, K. v.: Erdbaumechanik, S. 363. — BIERBAUMER, A.: Vorschläge für die Beurteilung von Flach- und Pfahlgründungen, a. a. O., S. 14.

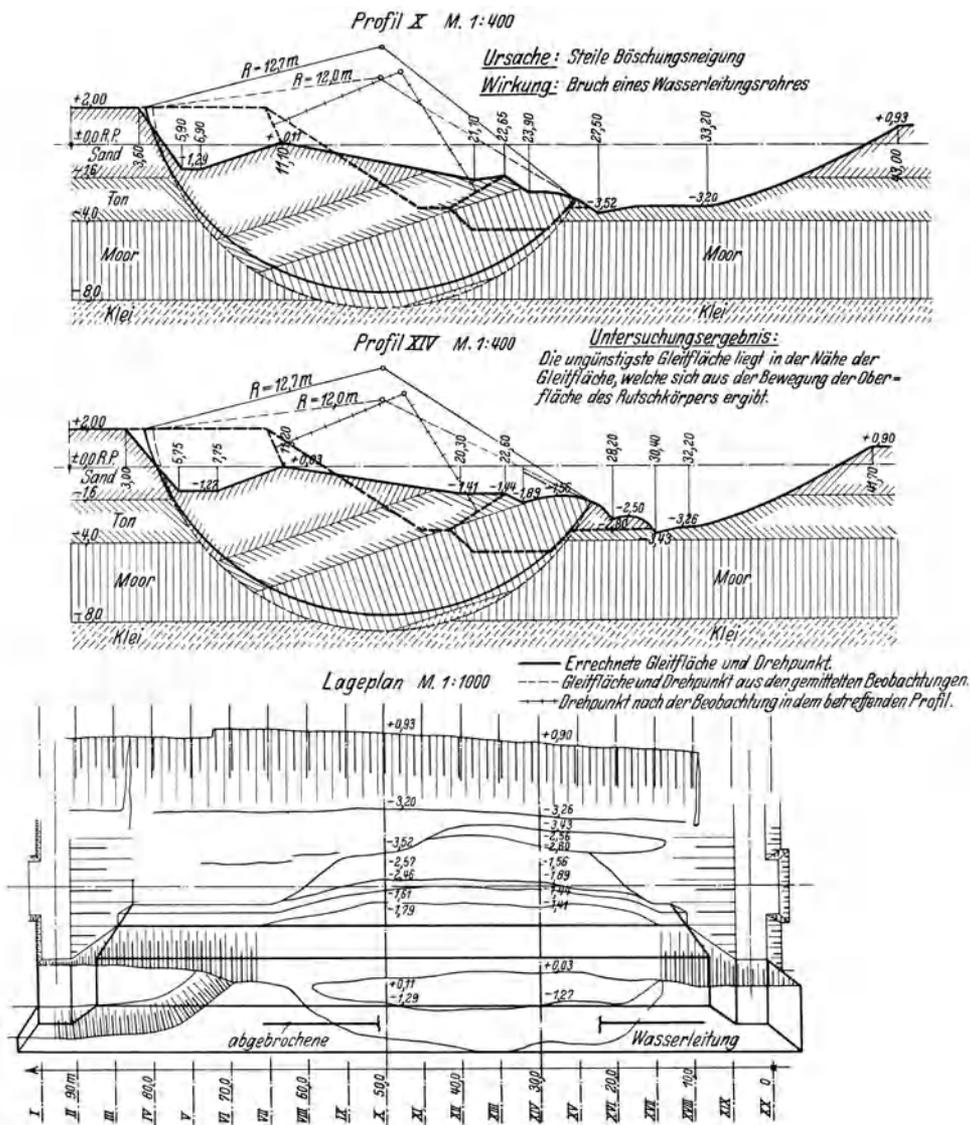


Abb. 48. Rutschung einer Baugrubenböschung.

Sand und Schotter (Bodenklasse II und III)	Wasserdurchtränkte Feinsande und Schluffe (Bodenklasse IV)	Homogener Lehm und Ton (Bodenklasse VI und VII)
1. Diagramm der Setzungen einer Lastfläche $F=0,2 \text{ m}^2$. Der Belastungsvorgang ist mindestens durch einen Zyklus zu unterbrechen.	1. Diagramme der Setzungen einer Lastfläche von $0,2 \text{ m}^2$, mindestens ein vollständiger Zyklus. Beobachtung der Zunahme der Setzungen während 24- bis 48stündiger Belastungspausen.	
2. Zusatzbelastungsversuche mit kleineren Flächen	2. Zusatzbelastungsversuche mit kleineren Flächen.	

Fortsetzung der Tabelle von S. 178.

Sand und Schotter (Bodenklasse II und III)	Wasserdurchtränkte Feinsande und Schluffe (Bodenklasse IV)	Homogener Lehm und Ton (Bodenklasse VI und VII)
3. Porenvolumen, relative Dichte und spezifisches Gewicht der Körner.	3. Porenvolumen, relative Dichte und spezifisches Gewicht der Körner.	3. Wassergehalt, Konsistenzgrenzen und spezifisches Gewicht der Trockensubstanz.
4. Verteilungskurve (Sieb-analyse).	4. Verteilungskurve (Sieb-analyse, Schlämmanalyse).	4. Verteilungskurve (Schlämmanalyse).
5. Höhenlage des Grundwasserspiegels.	5. Höhenlage des Grundwasserspiegels.	5. Relative Höhenlage des zunächst befindlichen freien Wasserspiegels.

Außerdem ist erwünscht:

6. Druckporenzifferdiagramm (vgl. Abb. 15 TERZAGHI, Erdbaumechanik).	6. Druckporenzifferdiagramm, Porenzifferdurchlässigkeitsdiagramm und Ergebnisse von Würfelversuchen (vgl. Abb. 14, Abb. 22 u. Abb. 11, TERZAGHI, Erdbaumechanik).
--	---

Setzt sich der Baugrund aus Schichten von verschiedener Beschaffenheit zusammen, dann sind im Schürfloch oder im Bohrloch durch Probelastung die Tragfähigkeiten für die wichtigsten Schichten festzustellen oder durch Untersuchungen der Bohrproben im Laboratorium die elastischen Eigenschaften usw. des Bodens zu erforschen. Selbstverständlich erstrecken sich die Probelastungen resp. Untersuchungen von Proben nur auf Böden, über deren Tragfähigkeit Zweifel bestehen; bei Fels, festgelagerten Sanden und Schottern, Löß, trockenen und dichten Geschiebelehmen erübrigen sie sich.

Über die zweckmäßigste Art der Ausführung von Probelastungen sind heute die Ansichten noch sehr geteilt. Hauptsächlich bestehen bezüglich der Auswahl der zweckmäßigen und erforderlichen Größe der Probelastflächen noch Zweifel. Bei zu kleinen Lastflächen ist die Tiefenwirkung zu gering, der Druck verteilt sich zu sehr nach allen Seiten und bei zu hoher Pressung besteht die Gefahr einer Gefügestörung. Große Probelastflächen gestalten die Versuche zu teuer und zu umständlich. Der Deutsche Ausschuß für Baugrundforschung hat Vorschläge und Richtlinien für Probelastungen aufgestellt. Er schlägt vor, in möglichst zahlreichen Fällen auf gutem und schlechtem Baugrunde Probelastungen mit Flächen verschiedener Größe auszuführen, und zwar von 1000, 5000 und 10000 cm², sodann auch am Bauwerk selbst vom Beginn seiner Herstellung ab bis zur Fertigstellung die Einsenkungen sorgfältig zu messen und jeweils die Last festzustellen, um dann an Hand dieses Beobachtungsmaterials weitere Richtlinien für die zweckmäßigste Ausführung der Versuche zu finden. Über diese Beobachtungen hinaus wären durch Einbau von Grundpegeln, wie sie TERZAGHI¹ beschreibt, die Setzungen von Gebäuden, die auf tiefgründigem Pfahlrost usw. stehen, auch nach der Fertigstellung des Baues weiter zu verfolgen.

¹ TERZAGHI, K. v.: Die Tragfähigkeit von Pfahlgründungen. Bautechn. 1930, H. 31 u. 34.

In der Literatur finden sich zahlreiche Vorschläge für Belastungsvorrichtungen. Es seien erwähnt die Belastungsvorrichtung nach LEHMANN¹, die Fundamentprüfer nach RUD. MAYER², die Belastungsvorrichtungen von THIEME³ und MAGENS⁴, die der Bauunternehmung Buchheim & Heister in Frankfurt am Main patentierte „Baugrundprüfmaschine“, die mit Plattengrößen von 1500, 500 und 250 cm² arbeitet und Bodenpressungen von 3,3, 10 und 20 kg je Quadratcentimeter bei den verschiedenen Plattengrößen erzielt⁵, sowie der Kegeldruck-Bodenprüfer Bauart STERN⁶. Der Bodenprüfer nach dem System Wolfsholz-Siemens-Bauunion⁷ gestattet, den Baugrund im Bohrloch in beliebiger Tiefe auf seine Tragfähigkeit zu prüfen. Im Prinzip ist diese Arbeitsweise schon früher von BRENNER⁸ vorgeschlagen worden. Bei all diesen Vorrichtungen ist die Prüfplatte reichlich klein; Versuche mit größerem Prüfgerät sind nebenher zu führen. Ihr Wert besteht darin, daß man leicht eine große Anzahl Versuche anstellen kann, also in der Lage ist, ein größeres Gelände abzutasten. Die Prüfplatte nach Wolfsholz hat einen Durchmesser von 29 cm (das sind 660 cm²), sie ist also auch

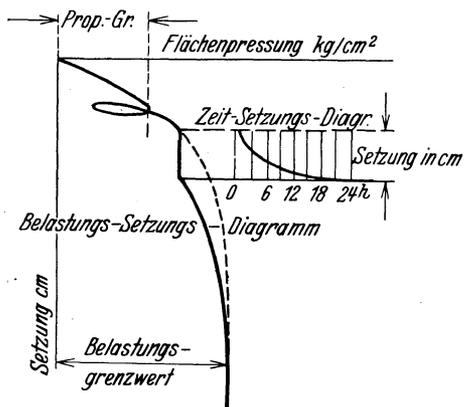


Abb. 49.

verhältnismäßig klein; sodann ist es schwer, die Sohle im Bohrloch vor der Prüfung so abzugleichen oder vor Nachsturz zu schützen, daß die Prüfplatte satt aufliegt. Immerhin wird man bei sorgfältiger Arbeit Ungleichmäßigkeiten im Untergrunde feststellen und gute Vergleichswerte erhalten können⁹. In anderer Form stellt v. TERZAGHI die Lagerungsdichte des Bodens fest. Er hat hierzu eine Druckwassersonde konstruiert. Ein Gestänge aus schwersten 4-cm-Eisenrohren, das unten mit einem konischen Metallschuh von 7 cm Durchmesser versehen ist, bewegt sich im Mantelrohr von 7,5 cm Durchmesser und wird mittels einer Öl-

druckpresse in den Boden getrieben, während oberhalb des Schuhs durch austretendes Druckwasser ein spannungsloser Raum im Boden geschaffen wird. Aus der Auftragung der aufgewendeten Drucke zu den Eindringungstiefen ergibt sich ein Bild, wie sich der Verdrängungswiderstand im Boden mit der Tiefe ändert¹⁰.

Durch die Probelastungen erhält man das Lastsetzungsdiagramm mit Belastungsgrenzwert und Proportionalitätsgrenze und das Zeitsetzungsdiagramm unter konstanter Last. Hierbei ist so zu verfahren, daß die allmählich aufzubringende Last so lange zu steigern ist, bis die Setzungen offensichtlich rascher

¹ LEHMANN, O.: Untersuchung der Tragfähigkeit des Baugrundes für Hochbauten. Dtsch. Bauztg. 1881, 403.

² ROLOFF, P.: Vorrichtungen zur Untersuchung des Baugrundes. Zbl. Bauverw. 1897, 427.

³ THIEME, J.: Probelastungen auf aufgeschüttetem Sandboden. Dtsch. Bauztg. 1915: Mitt. über Zement usw. S. 107.

⁴ S. Beschreibung: Zbl. Bauverw. 1904, 564.

⁵ Vgl. L. BRENNER: Der Grundbau, 4. Aufl. von E. LOHMEYER 1927, I, 33.

⁶ STERN, O.: Festigkeitsmechanische Prüfung des Baubodens. Schweizer Bauzeitung 1925, H. 16.

⁷ Zbl. Bauverw. 1927; Dtsch. Bauztg. 1929.

⁸ BRENNER, L.: Der Grundbau, 3. Aufl., S. 123, Anm. 1.

⁹ Vgl. auch F. KÖGLER: Über Baugrund-Probelastungen, alte Verfahren, neue Erkenntnisse. Bautechnik 1931, H. 24.

¹⁰ TERZAGHI, K. v.: Die Tragfähigkeit von Pfahlgründungen, a. a. O., S. 517.

zunehmen als die Belastung, bis also die Proportionalitätsgrenze erreicht ist. Dann folgt eine Entlastung unter Feststellung des Rückganges der Setzung bei $\frac{2}{3}$ und $\frac{1}{3}$ der aufgetragenen Belastung. Hierauf erneute Belastung bis abermals die Zunahme der Setzung verstärkt einsetzt, worauf eine Pause von 24 Stunden mit stündlicher Ablesung der Setzung folgt. Bei wassergesättigten Ton- oder Schlamm Böden ist die Pause auf 4, besser 8 Tage auszudehnen, bis die Zunahme der Setzungen, praktisch genommen, aufhört. Die gewonnenen Werte sind durch Parallelversuch zu erhärten. Bei Pfahlgründungen ist durch Belastung von Probepfählen ähnlich vorzugehen; es sei diesbezüglich auf die vorerwähnten Arbeiten von v. TERZAGHI, BIERBAUMER und BRENNER-LOHMEYER verwiesen. Ein Verfahren zur Erforschung der Tragfähigkeit des Baugrundes auf dynamischem Wege entwickelt HERTWIG¹.

In Städten sind auf Grund der Erfahrungen zahlreicher Bauten in baupolizeilichen Vorschriften die zulässigen Beanspruchungen für die einzelnen Bodenarten zahlenmäßig festgelegt. Selbst bei ähnlicher Bodenbildung sind die Werte nicht unmittelbar auf andere übertragbar. Die Unsicherheit im richtigen Ansprechen der Bodenarten und über ihr Verhalten führt dazu, zulässige Beanspruchungen, wenn sie allgemein Gültigkeit haben sollen, niedrig festzusetzen. Ein Auszug aus dem Entwurf zum Normblatt Din E 1054 des Normenausschusses der deutschen Industrie (Baustoffe für Hochbauten, Beanspruchung, Baugrund) vom 1. Oktober 1922² möge hier einige Zahlenwerte bringen.

„1. Zulässige Beanspruchungen:

- | | |
|---|------------------------|
| a) Auffüllungen, alte Schuttalagerungen u. dgl. | 0,5 kg/cm ² |
| b) Abgelagerte Sandschüttung | 1,0 kg/cm ² |
| c) Mäßig feuchter, fest eingebetteter Sand | 1,5 kg/cm ² |
| d) Fester, feinkörniger Sand, festgelagerter trockener Ton sowie Kies mit Schichten von geringem Sandgehalt | 3,0 kg/cm ² |
| e) Fest gelagerter, grober Sand, Kies, fester trockener Mergel. | 4,0 kg/cm ² |
| f) Fels darf nach Beseitigung der Verwitterungsschicht mit $\frac{2}{3}$ der für das betreffende Gestein festgesetzten Druckspannung beansprucht werden (siehe Din E 1053 I, Abs. 4). | |

Bei nicht achsrechter Lastwirkung dürfen die Kantenpressungen $\frac{3}{4}$ der vorstehend angegebenen Spannung nicht überschreiten.

„2. Bei tief liegender Gründungssohle (z. B. bei Pfeiler-, Brunnen- oder Kastengründungen darf die zulässige Beanspruchung um die Pressung erhöht werden, die durch die über der Bausohle lagernde Bodenmasse ausgeübt wurde.

„3. Eine höhere Beanspruchung als die unter 1 a—e festgesetzte ist nur auf Grund von Belastungsversuchen oder ausnahmsweise unter besonderer Begründung zulässig.

„Anmerkung: Als zulässige Bodenpressung kann im allgemeinen etwa die Hälfte der Bodenbeanspruchung, die bei einer belasteten Bodenfläche von 900 cm² nach dem Eintreten des Ruhezustandes eine Einsenkung von rund 1 cm hervorruft, angesehen werden, wobei ein seitliches Hochquellen des Bodens nicht eintreten darf. Das gilt nur bei einigermaßen gleichmäßiger Belastung. Bei stärker ungleichmäßiger Belastung müssen Zuschläge gemacht werden³.“

Ist es den Umständen nach nicht möglich, Probepressungen an Ort und Stelle durchzuführen, so werden durch Laboratoriumsversuche an Bodenproben, die möglichst im ungestörten Zustande einzuliefern sind, die Eigenschaften des

¹ HERTWIG, A.: Die dynamische Bodenuntersuchung. Bauingenieur 1931, H. 25 u. 26. — Vgl. auch P. MÜLLER: Ein Schwingungserreger und -messer zur dynamischen Baugrundforschung. Seine Theorie und Anwendung. Bauingenieur 1931, H. 3 u. 5.

² Veröff. Bauingenieur 1922, H. 19, Beibl. Die Baunormung, S. 4.

³ Hierzu vgl. die Ausführungen auf S. 166.

Baugrundes zu ermitteln versucht. Diese Untersuchungen erstrecken sich auf Feststellung des Schubwiderstandsbeiwertes des Bodens, um seinen Widerstand gegen seitliches Ausweichen kennen zu lernen, auf Zusammenpreßbarkeit, um auf die Setzungen schließen zu können und auf Wasserdurchlässigkeit, von der die Setzungen zeitlich abhängig sind. Über den Untersuchungsgang zur Feststellung des Schubwiderstandes des Bodens ist weiter oben eingehend berichtet.

Die Zusammenpreßbarkeit des Bodens wird im geschlossenen Gefäß, also bei verhinderter seitlicher Ausdehnung, vorgenommen. Man erhält auf diese Weise Vergleichswerte für die Zusammendrückbarkeit verschiedener Bodenarten. TERZAGHI¹ hat eine sehr handliche Apparatur für diese Versuche geschaffen. Das Versuchsergebnis ist einmal das Zusammensetzungsdiagramm, Druckporenzifferdiagramm, sodann läßt sich aus dem Verlauf der Verdichtungskurven (Beziehung zwischen Zeit und zugehöriger Zusammendrückung) die mittlere Durchlässigkeitsziffer ermitteln, die die Bodenprobe während des Verdichtungsversuches aufwies.

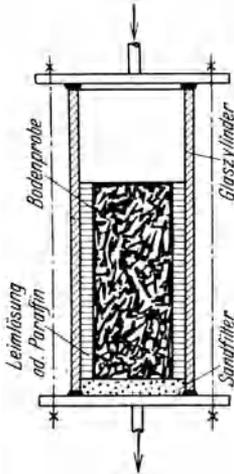


Abb. 50. Behälter zur Wasserdurchlässigkeitsbestimmung.

Eine andere Apparatur sei hier noch erwähnt, die I. EHRENBERG konstruiert hat. Diese Apparatur gestattet, die Zusammendrückbarkeit des Bodens und seine Wasserdurchlässigkeit zu messen und durch Zerdrücken der Probe auch den Schubwiderstand des Bodens zu ermitteln. Beschreibung und Versuchsergebnisse sollen demnächst veröffentlicht werden.

Die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Proben, die aus dem gewachsenen Boden mit aller Vorsicht ausgestochen sind, läßt sich durch Eingießen der Probe mit Paraffin oder gegerbter Leimlösung in einem Glaszylinder bewerkstelligen (vgl. Abb. 50). Die Probe wird unter bestimmten Wasserdruck gesetzt und der tägliche Durchgang gemessen.

Des weiteren ist auf die chemischen Einwirkungen des Bodens bei Betonbauten Bedacht zu nehmen. Es sind die in einigen besonders ungünstig zusammengesetzten Flachmooren, sowie in gewissen Mineralböden auftretenden Salze CaSO_4 , MgSO_4 , K_2SO_4 , Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, die durch das sog. Gipstreiben schädlich wirken. So bildet das Kalziumsulfat mit dem Kalziumaluminat des Zementes ein Sulfokalziumaluminat unter starker Volumenvermehrung ($3 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{CaSO}_4 \cdot 32 \text{H}_2\text{O}$). — MgCO_3 und MgSO_4 können das sog. Magnesiumtreiben hervorrufen (Zementbazillus). In Niederungsmooren, aber auch in anderen humosen Böden können die Austauschsäuren auf Zement einwirken. Des weiteren sind Kohlensäure und Humussäuren, wie sie in Hochmoorböden und bei saurem Grundwasser auftreten, betonfeindliche Stoffe².

Nach GESSNER³ wirken Sulfate im Boden auf Zement schädlich, wenn im HCl-Aufschluß mehr als 0,2 g SO_3 in 100 g Boden enthalten sind, Magnesiumsalze dürfen nicht in größerer Menge als 2% MgO im lufttrockenen Boden vorhanden sein, und bei Austauschsäuren besteht die Gefahr, daß Zementzerstörungen auftreten, wenn auf 100 g lufttrockenen Boden und 200 cm³ Normalnatrium-

¹ TERZAGHI, K. v.: Ingenieurgeologie, S. 324 ff.

² SCHUCHT, F.: Grundzüge der Bodenkunde, a. a. O., S. 154. — Vgl. insbesondere W. THÖRNER: Beitrag zur Aufklärung der Natur des für Pflanzenwuchs und Untergrundbauten schädlichen Schwefels der Moorböden. Z. angew. Chem. 29, 233 (1916).

³ GESSNER, H.: Die Ursachen der Betonzerstörungen in Mineralböden. Verh. 1. Internat. Kongr. Bodenkde. Washington 1927, H. 4.

acetatlösung mehr als $20 \text{ cm}^3 \frac{1}{10}$ Normalkalilauge zur Neutralisation verbraucht werden. In der Nähe von Kohlenlagerplätzen findet sich oft Schwefelsäure im Grundwasser, die aus der Zersetzung des Pyrits der Kohle herrührt. Nach KEILHACK¹ findet sich in der Nähe von Großstädten mit starker Industrie ein auffälliger Gehalt an Schwefelsäure im Grundwasser. Teils unmittelbar auf dem Fabrikgelände, teils auf dem Umwege über die Rieselfelder gelangen die Sulfate in den Boden und aus diesen in das Grundwasser hinein.

Die erste Voraussetzung zu schädlichen Wirkungen der im Boden enthaltenen betonfeindlichen Stoffe an Bauwerken ist Grundwasserzirkulation; so werden z. B. strenge Tone oft eine genügende Sicherheit gegen Angriffe bieten. Besonders gefährdet sind Bauwerke wie Ufermauern, Tunnel, Schleusen usw., die unter einseitigem Wasserdruck stehen, das Mauerwerk also leicht von dem betonfeindlichen Wasser durchsickert werden kann. GRÜN² gibt eine sehr übersichtliche Zusammenstellung über betonangreifende Stoffe und Lösungen, über Einwirkungsart und Abwehrmaßnahmen unter Hinweis auf die betreffende Literatur.

Die Untersuchung des Bau- und Grundwassers ist bei allen Betonbauten dringend anzuraten, wie dies auch amtlicherseits den Bauämtern zur Pflicht gemacht wird. Des weiteren sind verdächtige Böden, die mit Betonbauwerken in unmittelbare Berührung kommen oder in die Betonrohrleitungen verlegt werden, auf betonfeindliche Stoffe zu untersuchen, da bei Wasserzutritt Umsetzungen zu befürchten sind³. Für die Wasseruntersuchungen genügen Proben in zwei Einliterflaschen, die bis unter den gut schließenden Stopfen völlig gefüllt sein müssen, damit etwa enthaltene Kohlensäure nicht entweichen kann. Für Bodenuntersuchungen genügt eine Halbliterprobe, die erdfeucht im Einmacheglas, mit Gummistoff luftdicht abgebunden ist.

Spundwandisen, die gegen schädliche Einwirkungen des Bodens geschützt werden müssen, werden aus Material gewalzt, dem Kupfer zugesetzt ist.

Bergbau und Tunnelbau.

Im Bergbau und Tunnelbau sind es die gleichen Eigenschaften der Böden, wie sie im vorstehenden bei Erdbau und Grundbau besprochen worden sind, die den Bauingenieur vornehmlich interessieren, also Gewinnungsfestigkeit und Standfestigkeit. Auch die Wasserführung des Bodens spielt eine gleich wichtige Rolle.

Die Einteilung der Böden in bezug auf ihre Gewinnungsfestigkeit ist dieselbe, wie sie oben für den Erdbau gegeben worden ist. Felsige Bodenarten werden im Bergbau als „Gestein“, weiche als „Gebirge“ bezeichnet, jedoch sind auch beide Bezeichnungen sowohl für festen Fels wie für weiche Böden gebräuchlich. Das Lösen wird als „Gewinnen“ oder „Abbauen“ bezeichnet; „Häuer“ führen diese Arbeiten aus; das Werkzeug ist das „Gezähe“. Die gelösten Gesteinsmassen sind die „Berge“ oder das „Haufwerk“.

Die Gewinnungsfestigkeit eines Gesteins fällt durchaus nicht mit seinem petrographischen Charakter zusammen. Petrographisch gleiche Steine können von ganz verschiedener Gewinnungsfestigkeit sein, wie z. B. Schiefer- und Mergelsteine; sodann sind Klüftigkeit, Lagerungsverhältnisse und Verwitterung von

¹ KEILHACK, K.: Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. Berlin 1912, S. 372.

² GRÜN, R.: Chemische Widerstandsfähigkeit von Beton. Berlin 1928. — Lösungserscheinungen an Beton. Bauingenieur 1930, H. 26.

³ NEHRING, K.: Über Zerstörung von Zementdränröhren im Mineralboden. Z. angew. Chem. 39, 883ff. — KAYSER: Beschädigungen von Fundamentplatten im Moorboden. Arm. Beton 1916, 189. — KLEINLOGEL, A., O. GRAF u. F. HUNDESHAGEN: Einflüsse auf Beton. Berlin 1930. — GRAF, O.: Untersuchungen über den Schutz des Betons gegen angreifende Wässer. Zement 1930, H. 41 u. 44. — GRAF, O. u. H. GOEBEL: Schutz der Bauwerke. Berlin 1930.

großem Einfluß; auch das Verhalten des Gesteins im Wasser und in der Luft spielt eine Rolle. Die Gewinnung des Tons kann durch das Kleben des Tons am Werkzeug erschwert werden, wie dies bereits schon erwähnt worden ist¹. v. TERZAGHI² teilt mit, daß nach Versuchen der Versuchsanstalt Rothamsted die Adhäsion für die fetten dort untersuchten Tone zwei ausgesprochene Maxima aufwies (etwa bei 22% und 32% Wassergehalt), zwischen denen die Adhäsion beinahe bis auf die Hälfte herunterging, während man bei mageren Tonen nur ein Maximum bei etwa 18% vorfand.

Eine Einteilung des Gesteins auf Grund des zu seiner Gewinnung zu verwendenden „Gezähes“ und von Sprengmitteln gibt HOFFMANN³:

1. Stichgebirge (Schaufel und Spaten);
2. Haugebirge (Breithaue);
3. Pickgebirge (Spitzhacke);
4. Brechgebirge (Brechwerkzeuge);
5. Brech- und Schußgebirge (Brechwerkzeuge und Sprengmittel);
6. Schußgebirge (Sprengmittel).

Nach einer älteren Einteilung von Bergrat WERNER wird

1. Stichgebirge als „rollig“ bezeichnet;
2. Haugebirge } Hackgebirge als „mild“;
3. Pickgebirge }
4. Brechgebirge als „gebräch“;
5. Brech- und Schußgebirge als „fest“;
6. Schußgebirge als „höchst fest“.

Diese Bezeichnungen sind auch heute noch am gebräuchlichsten.

„Rollig“ sind Böden wie Sand, Kies-, Gerölle, die in steilen Wänden nicht stehen, sondern abrollen. Aufgeweichte Bodenarten, wie aufgeweichter Lehm, Mergel usw., dazu wasserreicher, feinkörniger Sand (Triebssand, Schwimmsand) werden als „schwimmendes Gebirge“ bezeichnet. „Mild“ sind Lehm, Ton, Mergel, lehmiger Kies usw., soweit sie mit Breit- oder Spitzhaue gewonnen werden können. „Gebräch“ sind alle dünngeschichteten Felsarten mit geringem Zusammenhänge, besonders Schiefer, feste Steinkohle, weicher Sandstein, alle verwitterten Felsarten, wie verwitterter Granit, verwitterter Porphyr usw. „Fest“ sind Gesteine, deren Gewinnung mit Gezäh schon zu schwierig wird, so daß die Anwendung von Sprengmitteln notwendig wird, die aber verhältnismäßig nur geringen Widerstand finden („leicht schießbare“). Hierher gehören die meisten Sandsteine, einige Kalkformationen, Dolomit usw. „Höchstfest“ oder „schwer schießbar“ sind u. a. Basalt, Gabbro, Quarzit, quarzreicher Granit, fester Porphyr, feste Grauwacke, Kieselschiefer³.

Auch die oben unter Abschnitt „Erdbau“ mitgeteilte Einteilung von v. RZIHA auf Grund der für Lösen eines Kubikzentimeters Gestein aufzuwendenden Arbeit sei hier noch erwähnt.

Diese Einteilungen dienen als Unterlagen für die Baukostenberechnungen und für Vertragsabschlüsse mit Unternehmern. Da es sich aber im Bergbau und Tunnelbau fast ausschließlich nur um Dinge und Verhältnisse handelt, welche nicht den eigentlichen Boden betreffen, sondern „das feste Gestein“, so scheiden sie mehr oder weniger ganz für die in einem Handbuch der Bodenlehre zu erörternden Fragen aus.

¹ Vgl. S. 143.

² Nach W. B. HAINES: Studies in the physikal properties of soils. J. agricult. Sci. 15, II (1925); siehe Ingenieurgeologie, S. 366.

³ Nach E. MACKENSEN: Tunnelbau. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften I, 5. Abt. 1902.

Baustoffkunde.

Die Baustoffkunde behandelt die Entstehung bzw. Zusammensetzung der Baustoffe aus organischen und anorganischen Bestandteilen sowie ihre Gewinnung und prüft ihre Eigenschaften in bezug auf die Art ihrer Verwendung.

Die Baustoffe werden nach FÖRSTER¹ eingeteilt in:

I. Hauptbaustoffe, welche vorwiegend zu den tragenden Konstruktionen Verwendung finden. Hierher gehören: die natürlichen und künstlichen Steine, das Holz, die Metalle — namentlich das Eisen.

II. Verbindungsbaustoffe zur Vereinigung getrennter Materialien: Mörtel-, Asphalt- und Kittarten.

III. Hilfsbaustoffe, meist im innern Ausbau verwendet: im besonderen das Glas, die Anstrich-, Dichtungs- und Belagstoffe.

Schon aus dieser kurzen Zusammenstellung ist ohne weiteres ersichtlich, eine wie weitgehende Bedeutung Boden und Bodenerzeugnisse in der Baustoffkunde und damit im gesamten Bauwesen erlangen. Neben Verwendung des Bodens im „gewachsenen“ Zustande als natürlicher Stein, liefert der Boden das Rohmaterial für die künstlichen Steine. Als Pflanzenstandort liefert er die Hölzer. Der Boden birgt die Erze, die der Erzeugung der Metalle dienen. Kalk-, Ton-, Kies-, Sandböden, Asphalt u. a. liefern die Ausgangsmaterialien für die Verbindungsbaustoffe und auch zur Herstellung der oben aufgeführten Hilfsbaustoffe kommen Boden und Bodenerzeugnisse in vieler Beziehung zur Verwendung. Auf die bodenkundlich wichtigsten Glieder obiger Baustoffreihe soll hier kurz eingegangen werden:

Die natürlichen Bausteine.

Im I. Band dieses Handbuches sind die gesteinsbildenden Mineralien und die Gesteine bzw. das Gesteinsmaterial eingehend behandelt. Es sollen daher an dieser Stelle nur einige technisch besonders wichtige Verhältnisse der Gesteine herangezogen und erörtert werden.

Die Aufschließung und Nutzbarmachung technisch wichtiger Gesteinsvorkommen ist oft in hohem Maße von der geologischen Lagerung und der geographischen Lage abhängig, da Gewinnungskosten und Transportkosten den Materialpreis bestimmen. Die Mächtigkeit der gewinnbaren Massen, ihr Ausstreichen zu Tage, die Stärke der Abraumschichten, Falten, Verwerfungen, Absonderungen usw. bedingen die Gewinnungsmethoden, wie andererseits die Lage der Vorkommen zu Eisenbahnen, Wasserstraßen usw. die Aufwendungen für Bau und Betrieb von Transportanlagen und die Frachtsätze bestimmen. Für die bautechnische Verwertbarkeit der Gesteine sind des weiteren von Wichtigkeit: Festigkeit, Wetterbeständigkeit, Feuerfestigkeit, Farbe, Politurfähigkeit, Porosität².

Die Prüfung der natürlichen Gesteine erstreckt sich — je nach Verwendungszweck — auf die Festigkeitseigenschaften und hier vornehmlich auf die Druckfestigkeit (nur bei Steinen für Hochbaukonstruktionen eventuell auch auf Zug-, Biege-, Knick- und Scherfestigkeit), sodann auf Wasseraufnahme, Porosität,

¹ FÖRSTER, M.: Lehrbuch der Baumaterialienkunde in 6 Heften. 1903/12. — Leitfaden der Baustoffkunde. 1922. — Baustoffe. Taschenbuch für Bauingenieure 1. 1928.

² GERHARDT, E.: Baustoffkunde. Leipzig 1912. — HIRSCHWALD, I.: Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung. 1912. — Leitsätze für die praktische Beurteilung, zweckmäßige Auswahl und Bearbeitung natürlicher Bausteine. 1915. — KEILHACK, K.: Lehrbuch der praktischen Geologie. 1921. — PROBST, E.: Der Baustoffführer. Leipzig 1931. — REDLICH, K. A., K. V. TERZAGHI u. R. KAMPE: Ingenieurgeologie. 1929. — RINNE, F.: Gesteinskunde, 8. u. 9. Aufl. 1921. — WILSER, J.: Grundriß der angewandten Geologie. 1921. — DIENEMANN, W. u. O. BURRE: Die nutzbaren Gesteine Deutschlands. Stuttgart 1928.

Frost- und Wetterbeständigkeit, Abnutzbarkeit, Härte und Zähigkeit. Des weiteren finden noch besondere Prüfungen statt auf Feuerbeständigkeit, von Schiefer auf Geeignetheit als Dachdeckungsmaterial, von Kies und Schotter als Bettungsmaterial für Eisenbahnen und Straßen, schließlich die Prüfung der als Rohmaterial zur Herstellung künstlicher Baustoffe in Frage kommenden Gesteine.

Für die Durchführung dieser Prüfungen sind besondere Richtlinien gegeben, die in der oben angegebenen Literatur eingehend behandelt sind.

So werden z. B. die Festigkeitsprüfungen an würfelförmigen bzw. prismatischen Probestücken mittels Maschinen durchgeführt. Gewöhnlich benutzt man für Druckfestigkeitsversuche glatte Würfel von 7 cm Kantenlänge (7,07 cm Kantenlänge entsprechen 50 m² Druckfläche), die vorsichtig (auf Schneidegatter) zubereitet werden müssen, da grobe Hammerschläge die Druckfestigkeit schon herabsetzen können. Der Versuch wird bis zum Zusammenbruch des Gesteins durchgeführt. Die Zerstörung zeigt sich oft durch das Abspringen plattenförmiger Stücke von den vier freien Würfelseiten. Die Bruchspannung wird an 8—15 Probestücken bestimmt. Zur Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit werden Gesteinswürfel bei 50° C getrocknet und dann in Wasser von +15 bis 20° C gelegt. Die Gewichtszunahme nach vollkommener Durchtränkung gibt ein Maß für die Wasseraufnahmefähigkeit, die zugleich auch ein Anhalt für die Porosität des Steines ist. Bei Prüfung auf Frostbeständigkeit werden Würfel in wassergesättigtem Zustande dem Frost ausgesetzt und danach die Druckfestigkeit und der Gewichtsverlust durch Abblätterung usw. bestimmt. Die Prüfung auf Dauerhaftigkeit erstreckt sich des weiteren auf die Feststellung des Vorhandenseins schädlicher Beimengungen, wie leicht löslicher Salze im Stein durch Auslaugen, sodann auf die Untersuchung auf kohlensauren Kalk, Schwefelkies und Marienglas im geschlossenen Dampftopf. Die Abnutzbarkeit der Gesteine wird mittels Abschleifmaschinen geprüft. Die Härte wird nach dem Ritzverfahren (MORSSche Härteskala) bestimmt. Zur Prüfung auf Zähigkeit des Gesteins werden Drehtrommeln verwendet und verschiedenes andere. Für die Prüfung von natürlichen Gesteinen als Straßenbaustoff sind desgleichen Leitsätze aufgestellt worden.

Die genannten mehr oder weniger rohen mechanischen Prüfungsarten treten mehr und mehr gegenüber den ausgezeichneten optischen Untersuchungsmethoden der modernen Petrographie zurück. Es handelt sich hier um Betrachtung von Gesteinsproben (Dünnschliffen) im durchfallenden Licht. Man erhält weitgehend Aufschluß über Art, Verband und Erhaltungszustand der das Gestein zusammensetzenden Mineralien und kann daraus Schlüsse auf die technisch wichtigen Eigenschaften des Materials ziehen¹.

Die künstlichen Steine.

Bei den Kunststeinen werden zwei Hauptgruppen unterschieden:

a) die Ziegel- und Tonwaren, bei denen die Verfestigung der bindigen Grundmasse durch einen Brennprozeß erfolgt;

b) die Kunststeine, die zu ihrer Herstellung aus Lockermaterial eines besonderen Bindemittels — wie Zement, Kalk, Gips, Magnesia usw. — bedürfen².

Bilden bei der ersten Gruppe Ton und Lehm die Ausgangsgrundmasse, so sind bei den Kunststeinen der zweiten Gruppe fast immer Sand, Kies, Steinsplitt

¹ ROSEBUSCH, H. u. E. WÜLFING: Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. Stuttgart 1924. — RINNE, F.: Einführung in die kristallographische Formlehre und elementare Anleitung zu kristallographisch-optischen sowie röntgenographischen Untersuchungen, 4. u. 5. Aufl. 1922.

² Nach M. FÖRSTER: Baumaterialienkunde, a. a. O., S. 119.

usw. die Füllstoffe, die durch ein Bindemittel verfestigt werden. Bodenkundlich interessiert es uns am meisten, die Eigenschaften der Ton- usw. Böden zu kennen, die bei ihrer Bewertung als Rohmaterial zur Herstellung von Kunststeinen zu beachten sind. Daher seien zunächst die Tone besprochen. Über Art und Entstehung der Tonlager ist an anderer Stelle dieses Handbuchs berichtet¹. Tone auf primärer Lagerstätte enthalten wenig Verunreinigungen, d. h. sie bestehen fast nur aus Kieselsäure und Tonerde, wie u. a. auch die Kaoline, die den wertvollen Rohstoff zur Herstellung des Porzellans geben. Weitaus die meisten Tonlager befinden sich aber auf sekundärer Lagerstätte, sie enthalten naturgemäß mehr Verunreinigungen (wie z. B. Quarzsand, Tier- und Pflanzenreste, Kalk, Schwefelkies, Eisenoxyd, Gips usw.). Entsprechend der Verschiedenheit der Muttergesteine, der Verschiedenheit der Verwitterungsprozesse, der Verschiedenheit der Umstände bei Umlagerung und Transport gibt es kaum Tonlager, die einander in ihrer Zusammensetzung absolut gleich sind.

Für die Zwecke des Bauwesens, für die Herstellung künstlicher Steine kommen hauptsächlich die Tonvorkommen in Frage, die sich auf sekundärer Lagerstätte finden. Man unterscheidet einmal feuerfeste und nicht feuerfeste Tone. Zu ersteren zählt man diejenigen Tone, deren Schmelzpunkte zwischen Segerkegeln 26—36 liegen, die letzteren haben ihren Schmelzpunkt unter Segerkegel 26 („Segerkegel sind abgestumpfte dreiseitige Pyramiden von 6 cm Höhe, die eine Reihe systematisch zusammengestellter an Schwerschmelzbarkeit zunehmender Silikate darstellen und zur Beobachtung des Fortschreitens der Hitze im Ofen dienen“).

Die feuerfesten Tone sind ziemlich rein und kommen auch bezüglich der Menge an Tonsubstanz den Kaolinen ziemlich nahe, sind jedoch wesentlich plastischer als diese und erhärten beim Trocknen zu einer dichten, harten, spröden Masse. Ihre Farbe ist weiß, rötlich oder grau. Sie enthalten wenig Eisenoxyd. Ihre Brennfarbe ist weiß, grau oder gelblich. Je geringer der Alkaligehalt in den Tonen ist, um so größer ist ihre Feuerfestigkeit.

Die feuerfesten Tone dienen hauptsächlich zur Herstellung von Schamottsteinen, die zur Ausmauerung von Brennöfen, Hochöfen usw. Verwendung finden und hier je nach Besonderheit der Anlagen in verschiedenen Qualitäten verlangt werden. Die Feuerfestigkeit wird durch pyrometrische Messungen geprüft, daneben wird auch die Aufnahmefähigkeit des Tons an Magerungsmitteln (s. später) bestimmt, die die allzu große Schwindung des Materials verhindern sollen, ohne die Festigkeit des Steins allzusehr herabzusetzen.

Bei den nicht feuerfesten „Tonen“ („Ton“ hier Sammelbegriff für alle Gesteine, die der Erzeugung von Töpfer- und Ziegeleiwaren dienen) werden unterschieden:

α) der Töpferton, graublau bis grünlichgrau, reich an Eisenverbindungen, enthält auch oft geringe Mengen Kalk. Er ist hoch plastisch, wird beim Brennen rot oder gelb und dient zur Erzeugung des Töpfergeschirrs, von Ofenkacheln und Dachpfannen.

β) Tonmergel sind Tone mit mehr oder weniger Kalkgehalt. Man unterscheidet: Mergelton mit 5—10% Kalk, Tonmergel mit 10—25% Kalk und Kalkmergel mit 25—75% Kalk. Durch Umwandlung des Kalkkarbonates unter dem Einfluß von Magnesiumsalzen entstehen dolomitische Mergel. — Zur Herstellung von Ziegelsteinen eignen sich nur die Mergel bis etwa 20% Kalkgehalt.

γ) Letten, sind meist durch organische Beimengungen aschgrau bis schwärzlich gefärbte Tonarten älterer Formationen.

¹ Vgl. Bd. 2, S. 191 u. f.

δ) Lehm ist ein durch feinstes Brauneisenerz gelb oder bräunlich gefärbter Ton mit fast immer reichlichem Gehalt an Sand und Staub (Abarten: Geschiebelehm und Höhlenlehm). Bildsamkeit und Feuerfestigkeit sind gering.

ε) Löß ist äußerst feiner Quarzstaub, mit Kalkteilchen durchsetzt und mit geringem tonigem Bindemittel. Bei Entkalkung geht er in Lößlehm über.

ζ) Wiesentone = Ablagerung jüngster Süßwasserbecken. Sie sind mit reichem Kalkgehalt versehen.

η) Schlick = Flußabsätze, sie genießen bedeutende Verbreitung in den Überschwemmungsgebieten größerer Ströme und stellen kalkfreie Alluvialtone vor (in den Mündungsgebieten wieder mehr oder weniger kalkhaltig).

Über die hauptsächlichste Verbreitung der Tonlager in den verschiedenen Formationen wäre folgendes anzugeben¹: Das für die Herstellung feuerfester Steine geeignete Material findet sich hauptsächlich in den Ablagerungen der Steinkohlen- und Braunkohlenformationen. Die wertvollen, in fester Form auftretenden Schiefertone der Steinkohlenformationen erlangen erst in fein zerriebenem Zustande ihre Formbarkeit. Für nicht feuerfestes Material haben Letten des Zechsteins, des Buntsandsteins, des Keupers vielerorts Veranlassung zur Anlage von Ziegeleien gegeben. Von Wichtigkeit sind weiter die Tonmassen im Lias, im Braunen Jura, in der Unteren Kreide. Außerordentlich groß ist der Tonreichtum der Tertiärformation. Im Diluvium sind es hauptsächlich Decktone und Beckentone, die zur Ausbeutung gelangen, daneben kommen auch die Lößlehme in Betracht. Im Alluvium sind es die Wiesentone und Schlicke, die vielerorts zu Ziegeleiprodukten verarbeitet werden.

In der keramischen Praxis wird nach einem Vorschlage von SEGER² die Farbe, die die Tone nach dem Brennprozeß zeigen, als Einteilungsmerkmal benutzt. Hiernach werden unterschieden:

1. Tonerdereiche und eisenarme Tone, die weiß oder in sehr hellen Farben brennen.

2. Tonerdereiche und mäßig eisenhaltige Tone. Die Brennfärbung ist blaßgelb und lederbraun.

3. Tonerdearme, eisenreiche, rot brennende Ziegelerden.

4. Tonerdearme, eisen- und kalkreiche, gelb brennende Ziegelerden und Tonmergel.

Zu 1 gehören die Porzellanerden und manche der plastischen Tone. Auch ein geringer Eisengehalt gibt noch einen durchaus weißen Scherben.

Zu 2. Dieselben brennen bei geringer Hitze weiß, zuweilen nach rosa, bei hoher Temperatur gelblich und braun, bei sehr hoher grünlichgrau; ein Rotbrennen tritt nie auf. Gehalt an Tonsubstanz 20—30 % und mehr nebst 1—5 % Eisenoxyd (Eisenoxyd zu Tonerde wie 1:5 bis 1:13,2). Sie dienen zur Herstellung feuerfester Produkte, zu besseren Verblendern, Terrakotten usw.

Zu 3. Beim Brennen zeigen sie zunächst ein mattes, dann ein kräftiges Rot und werden bei weiterer Erhitzung violett und blauschwarz. Eisenoxyd zu Tonerde sind im Verhältnis von 1:1,9 bis 1:2,9 vorhanden; sie stellen die wichtigste Gruppe der Ziegelerden dar.

Die zwischen 2 und 3 stehenden Tone, deren Tonerdegehalt also zwischen dem dreifachen und fünffachen des Eisenoxyds schwankt, geben beim Brennen Mischfarben und eignen sich also nicht zu Verblendsteinen und Terrakotten.

Zu 4. Die Tonmergel erhalten bei geringer Temperatur eine rote Färbung infolge ihres Eisengehaltes; die bei höherer Temperatur sich bildenden Kalk-

¹ Vgl. u. a. K. KEILHACK: Lehrbuch der praktischen Geologie. 1921.

² Vgl. M. FÖRSTER: Baumaterialienkunde, a. a. O. S. 257.

silikate bewirken jedoch eine Verfärbung in Hellrot, Weiß oder Gelblichweiß, bei der Sinterung wird die Färbung gelbgrün, bei der Schmelze grün und schwärzlich. LOESER¹ folgert aus einer Anzahl Analysen ein Mengenverhältnis von Eisenoxyd zu Tonerde = 1:1,6 bis 1:2,5 und von Eisenoxyd zu Kalk = 1:2,2 bis 1:3,5. Da der Eisengehalt dem der Gruppe 3 nahe steht, ist die zunächst bei Schwachbrand auftretende Rotfärbung erklärt. Zwischen Eisengehalt und Kalk genügt nach LOESER noch ein Verhältnis wie 1:1,5, um bei hoher und anhaltender Brennhitze eine Gelbfärbung der Steine zu erreichen, während bei geringerem Kblkgehalt und höherer Temperatur lediglich ein Matteredwerden der Rotfärbung zu beobachten ist².

Fette Tone, die beim Trocknen und Brennen rissig werden und sich infolge ungleichmäßiger Feuchtigkeitsabgabe verziehen, erhalten einen Zusatz an Magerungsmittel (unplastische Stoffe), um ein gleichmäßigeres und schnelleres Trocknen zu ermöglichen. Als Zusatz dienen hier hauptsächlich Quarzsand. Zusatz von Schamotteton als Magerungsmittel dient zur Erhöhung des Widerstandes der Steine gegen Schmelzen. Sägespäne, Kohlenklein, Torf usw. werden zugesetzt, um leichte und poröse Steine zu erzielen. Insbesondere müssen mageren Tonen zur Fabrikation gewisser Waren oft Flußmittel zugesetzt werden, um ein dichteres Brennen, das ist eine bessere Sinterung des Tones bei verhältnismäßig geringer Temperatur zu erzielen. Als Flußmittel finden Feldspat, Kalk, Magnesia, Gips, Baryt u. a. Verwendung,

Der Rohton enthält oft schädliche Beimengungen, die teils ein Verfärben der gebrannten Steine an der Oberfläche, teils salzartige Auswitterungen, teils ein allmähliches Abblättern der Steine usw. zur Folge haben. Es wären hauptsächlich zu nennen: Schwefelsaure wasserlösliche Salze, Schwefelkies, kohlen-saurer Kalk u. a. sowie Mineraltrümmer in größeren Beimengungen und organische Stoffe. Durch besondere Zusätze bei der Aufbereitung des Tons oder besondere Vorkehrungen beim Brande, versucht man den schädigenden Einflüssen dieser Stoffe zu begegnen.

Die Untersuchung von Tonvorkommen auf ihre Geeignetheit für bestimmte Fabrikationszweige hat sich außer auf örtliche Aufnahmen hinsichtlich der Mächtigkeit des Lagers usw. auf folgende Ermittlungen bei jeder der angetroffenen Tonarten zu erstrecken:

- a) Gehalt an körnigen festen Beimengungen.
- b) Schädlichkeit derselben.
- c) Gehalt an löslichen Salzen.
- d) Gehalt an kohlen-saurem Kalk.
- e) Verhalten beim Schlämmen und Sumpfen.
- f) Verhalten beim Aufbereiten und Formen.
- g) Verhalten der Formlinge beim Trocknen und beim Brennen bei verschiedenen hohen Brenngraden.
- h) Größe der Trocken- und Brennschwindung.
- i) Beurteilung der Trockenformlinge und der gebrannten Ziegel, hinsichtlich Reinfarbigkeit, Veränderung der Gestalt, Auftreten von Rissen usw.
- k) Festigkeit der Formlinge und Ziegel.
- l) Wasseraufnahmefähigkeit.
- m) Standhaftigkeit beim Brennen.
- n) Schmelzpunkt und Feuerfestigkeit.

¹ LOESER, C.: Die Rohmaterialien der keramischen Industrie. Halle 1901.

² Nach M. FÖRSTER: Baumaterialienkunde. a. a. O., S. 257.

Hinsichtlich der Besonderheiten der einzelnen Untersuchungsgänge sei auf die oben herangezogene Literatur verwiesen¹. Sie decken sich in manchem mit den Untersuchungen, die bei der Bodenanalyse zur Anwendung kommen.

Die zweite Hauptgruppe der Kunststeine, die zu ihrer Herstellung aus Lockermaterial eines besonderen Bindemittels bedürfen, läßt sich nach FÖRSTER² folgendermaßen einteilen:

1. Kunstsand- und Kunstkalkstein mit kalkigem oder siliziumhaltigem Bindemittel.
2. Kunststeine, aus Abfällen natürlicher Steine hergestellt, jedoch ohne Verwendung zementartiger Bindemittel.
3. Kalksandsteine, der ersten Gruppe nahestehend.
4. Zementkunststeine.
5. Gipskunststeine.
6. Schwemmsteine (rheinische und Kunststoffsteine).
7. Schlackenziegel und Schlackensteine.
8. Magnesia-zement-Kunststeine.
9. Korksteine.
10. Asphaltsteine.
11. Glassteine.
12. Asbeststeine.
13. Torfsteine.
14. Verschiedene besondere, den obigen Gruppen nicht beizuzählende Kunststeine.

Aus der Fülle dieser Fabrikate seien zu kurzer Besprechung die Kalksandsteine als die bautechnisch weitestwichtigen Kunststeine herausgegriffen, um dann auf die Verbindungsbaustoffe selbst einzugehen, die ja auch in der Kunststeinindustrie die wichtigste Rolle spielen. Bei einer Anzahl der vorstehend aufgeführten Kunststeinfabrikate sagt schon der Name, welche Bindemittel und Grundstoffe zur Anwendung kommen.

Der Kalksandstein: ein Gemisch von Kalkhydrat und Sand, erhärtet unter Dampfdruck zu einem außerordentlich harten Stein (es findet hierbei Aufschließung der Kieselsäure des Sandes und Bildung von kieselsaurem Kalk statt). Eine Mischung von 7—10% Kalkhydrat mit 93—90% Sand ist als die günstigste Mischung festgestellt worden. Der Dampfdruck beträgt in der Regel 6—9 Atm. (seltener Niederdruckverfahren bei 1 Atm.). Der hierzu benutzte Sand soll möglichst reiner Quarzsand sein. Als günstig für die Aufschließung von möglichst viel Kieselsäure wird ein Gemisch von etwa $\frac{1}{3}$ feinkörnigem mit $\frac{2}{3}$ grobkörnigem Sande (< 1—2 mm) angegeben. Nach FÖRSTER ist ein Tongehalt oder Tonzusatz bis zu 2 $\frac{1}{2}$ % in bezug auf die Festigkeitseigenschaften der Steine unschädlich, er wirkt insofern günstig auf die Fabrikation des Steines ein, als er das Formen dieser erleichtert und die Reibungswiderstände in den Preßformen verringert. Kalkhaltige Sande (abgesehen von geringen Beimengungen) sind nicht verwendbar. Der für Mischung und Pressung günstigste Wassergehalt des Sandes wird mit 8—11% angegeben. Je nach dem Fabrikationsverfahren mit Nieder- oder Hochdampfdruck wird Mager- oder Grobkalk (enthält größere Mengen von Ton oder Kieselsäure) oder Weiß- oder Fettkalk (enthält weniger als 10% Beimengungen) verwendet. Dolomitkalk löst sich langsam ab und geben weniger feste Steine, die zudem auch wasseraufnahmefähiger sind.

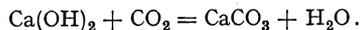
¹ Vgl. auch M. STÖRMER: Untersuchungsmethoden der in der Tonindustrie gebrauchten Materialien. Freiberg 1902.

² FÖRSTER, M.: Baumaterialienkunde. a. a. O., S. 119.

Die Verbindungsbaustoffe sind einmal die verschiedenen Mörtelarten, dann der Asphalt. Die Mörtel verbinden die einzelnen Bausteine untereinander zum einheitlichen Mauerwerk. Sie vermitteln ein sattes Aufliegen der nicht immer ebenen Steine und eine gleichmäßige Übertragung und Verteilung der auftretenden Druckkräfte. Neben diesem Mauermörtel kommt auch noch Putzmörtel zur Anwendung zum inneren oder äußeren Verputz der Mauern. Je nach diesen Verwendungszwecken ist die Zubereitung teilweise verschieden.

Zur Mörtelbereitung gehören die Bindemittel, die je nach Verwendungszweck auszuwählen sind, und die Zuschläge in Form von Kies, Sand, Wasser, die fast allen Mörteln gemeinsam sind. Es sind zu unterscheiden: Luftmörtel und Wassermörtel, je nachdem der Mörtel entsprechend der Art seines Bindemittels an der Luft erhärtet oder unter Wasser; für einzelne Zwecke werden auch gemischte Mörtel verwandt.

Von den Luftmörteln wäre in erster Linie der Luftkalkmörtel zu nennen, der ein Gemisch aus gebranntem und danach gelöschttem Kalk, Sand und Wasser ist. Die Kalksteine, wie sie in der Natur vorkommen, bestehen nicht aus reinem Kalziumkarbonat, sondern führen eine Reihe Beimengungen, wie u. a. Magnesiumkarbonat, Tonerde, Kieselerde, Eisenoxyd, Bitumen, Wasser usw. Bei Kalksteinen, die zur Herstellung von gebranntem Kalk Verwendung finden sollen, darf der Tongehalt 10% nicht überschreiten, da sie alsdann beim Brennen zusammensintern und sich nachher nicht mehr mit Wasser löschen lassen. Derartige Gesteine mit größerem Tongehalt werden als Mergel bezeichnet und geben den Übergang zu den hydraulischen Kalken oder Zementen (s. später). Man spricht von Kalkmergel oder Tonmergel, je nach Überwiegen des betreffenden Bestandteiles. Wichtig ist auch der Gehalt der Kalksteine an Magnesiumkarbonat. Sind es mehr als 10%, so wird der daraus gebrannte Kalk schon erheblich mager und läßt sich schließlich bei noch höherem Gehalt nach dem Brennen nicht mehr löschen (dolomitischer Kalkstein). Durch Brennen (1200—1300°) geht der in der Natur vorkommende Kalkstein (CaCO_3) unter Entwicklung von Kohlendioxyd (CO_2) in gebrannten Kalk, CaO , (Ätzkalk) über. Zur Mörtelherstellung wird der stückige Ätzkalk mit wenig Wasser gelöscht (Ca(OH)_2), dann durch weiteren Wasserzusatz zu einem steifen Brei angerührt und eine Zeitlang zur Vervollständigung des Löschens stehengelassen, sodann mit Sand vermengt. Von der Reinheit des Kalkes hängt es ab, wie viel Sand zuzusetzen ist. Bei „fettem“, d. h. aus annähernd reinem Kalkstein gebranntem Kalk, mischt man 1 RT. Kalkteig (zu dessen Herstellung ungefähr 0,4 RT. Kalk erforderlich sind) mit 3 RT. Sand. Bei „magerem“ aus ton- und kieselhaltigen Kalksteinen gebranntem Kalk ist nur ein geringer Sandzusatz gestattet. Nach Verarbeitung des fertigen Mörtels in bekannter Weise bei Aufführung des Mauerwerks, bindet er zunächst ab (d. h. er verfestigt sich durch Austrocknen und vielleicht auch durch teilweise Dehydratisierung), um dann durch Aufnahme von Kohlendioxyd aus der Luft allmählich zu erhärten. Der gelöschte Kalk geht wieder in kohlensuren Kalk über:



An dieser Reaktion ist der Sand unbeteiligt. Er dient einmal als Streckungsmittel, sodann erleichtert er den Zutritt der Luft zum Kalk.

Ein weiteres für Luftmörtelbereitung in der Natur sich findendes Gestein ist der Gips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$). Der Naturstein (Rohgips) wird durch Brennen entwässert. Je nach der zum Austreiben des Hydratwassers angewendeten Temperatur entstehen Produkte von ganz verschiedenen Eigenschaften, einmal der bei 120—130° C gebrannte „Stuckgips“, er erhärtet mit Wasser angemacht in ungefähr einer halben Stunde zu einem mäßig harten, nicht wetterbeständigen,

bläulichweißen Gipsstein, sodann der bis zu etwa 950° C nahe der Sintergrenze gebrannte, mit Wasser angemacht, langsam aber gut erhärtende, wetterfeste Estrichgips (rötlichweiß). Der Stuckgips findet wegen seiner ungenügenden Wetterfestigkeit nur im inneren Ausbau zur Herstellung von Stuckornamenten und Putz Verwendung. Zur Mörtelbereitung für tragendes Mauerwerk dient vornehmlich der Estrichgips.

Von mehr lokaler Bedeutung ist der Magnesiamörtel, eine Mischung von gebrannter Magnesia mit Chlormagnesium, die sich durch ihr gutes Bindevermögen und gute Härte auszeichnet. Man kann bis zu 20 Teilen Sand hinzusetzen, ohne die Härte wesentlich herabzusetzen. Der Lehmörtel kommt nur für untergeordnete ländliche Bauten in Frage und auch hier nur für Wände, die gegen Regen geschützt sind, vornehmlich nur für Innenwände, des weiteren für Herstellung von Estrich. Geeignet sind nicht allzu magere Lehmsorten, denen gegen starke Rißbildung beim Trocknen Stroh, Heidekraut, Hede u. a. zugemengt wird.

Dann folgen die Wassermörtel. Bei den Wassermörteln oder „hydraulischen Mörteln“ besteht das Bindemittel (der Zement) aus einem Gemisch von reaktionsfähigen Silikaten und Kalk. Der Kalk ist entweder an die Kieselsäure gebunden oder freier Ätzkalk. Die Erhärtung beruht auf einer unter Aufnahme von Wasser verlaufenden Reaktion zwischen der Kieselsäure und dem Kalk, ohne das Zutritt von Luft erforderlich wird. Die Silikate werden stets durch Brennen des Rohmaterials in den reaktionsfähigen Zustand übergeführt. Die Bindemittel, die bei der Bereitung von Wassermörtel Verwendung finden, pflegt man in drei Gruppen zu ordnen, und zwar in:

1. die hydraulischen Zuschläge (Puzzolanen): Verschiedene vulkanische Tuffe (einst lose Auswürfe der Vulkane, die durch Überlagerung, durch Gebirgsdruck oder durch Absätze aus wandernden wässerigen Lösungen verkittet sind) werden gemahlen und ergeben — mit fettem Kalk angemacht — hydraulischen Mörtel. Die Tuffe sind kalkarm, besitzen aber reichlich Kieselsäure in reaktionsfähiger Form, und zwar infolge der vulkanischen Entstehung der Tuffe; mit fettem Kalk in Wasser angemacht, erhärten sie unter Wasser durch Bildung von kieselsaurem und kohlensaurem Kalk (Vorkommen u. a.: Trachyttuffsteine — Traß — der Eifel. Puzzolanerde, erdiger Tuff am Südwestabhang des Apennin von Rom bis Neapel, hauptsächlich bei Puzzuoli. Die italienische Puzzolanerde besteht aus etwa 45% Kieselsäure, 15% Tonerde, 12% Eisenoxyd, 9% Kalk, 5% Magnesia. Santorinerde auf den griechischen Inseln Santorino, Theresia und Asprosini ist durch einen höheren Kieselsäuregehalt ausgezeichnet und eignet sich demzufolge besonders für Bauten im Meerwasser. Die Bimssteinsande des Neuwieder Beckens geben, mit Kalkbrei angerührt, das Material für die leichten, porösen, luftdurchlässigen, sehr geschätzten Schwemmsteine.)

2. Hydraulische Kalke und Romanzemente werden aus Mergelarten hergestellt. Die Zusammensetzung dieser Böden ist sehr verschieden, die hauptsächlichsten Bestandteile sind kohlenaurer Kalk, Tonerde, Kieselsäure, kohlen-saure Magnesia, Eisenoxyd, Alkalien. Nach dem Tonerdegehalt des Mergels unterscheidet man: Mergelkalke (20% Ton), Kalkmergel (20 bis 25% Ton) und Tonmergel (25 bis 80% Ton). Dolomitmergel haben 25 bis 30% kohlen-saure Magnesia. Bei reichlichem Sandgehalt und bei Bitumengehalt spricht man von Sandmergel und bituminösem Mergel. Je nach dieser verschiedenen Zusammen-setzung der Mergel ist auch die Dauer und Höhe der Erhitzung beim Brennen verschieden. Tonarme Mergel verlangen längeren Brand mit geringerer Tempera-tur, während Mergel mit reichlichem Tongehalt kurze, scharfe Hitze benötigen. Das Material eines Kalksteinbruchs ist in sich in den einzelnen Horizonten ver-

schieden und bedarf es daher zur Erzielung eines gleichmäßigen Erzeugnisses ständiger Kontrolle durch die chemische Analyse. Die Mischungsverhältnisse sind je nach Güte des Materials und des Verwendungszwecks verschieden. Infolge ihrer Festigkeit und Wetterbeständigkeit finden die hydraulischen Mörtel im Hochbau besonders als Außenputz Verwendung. Als Mischungsverhältnis werden hier bei guten Sorten angegeben: 1 RT. Kalk mit 2 RT. Sand für Mauerwerk im nassen Boden; 1 T Kalk mit 7—9 T Sand für aufgehendes Mauerwerk; 1 T. Kalk mit 5—6 T. Sand für Außen- und Innenputz. Das eigentliche Anwendungsgebiet ist aber der Wasserbau (da die hydraulischen Mörtel unter Wasser ebenso schnell abbinden wie an der Luft), und zwar namentlich an Stellen, wo es in erster Linie auf ein Abdichten gegenüber dem Wasserdruck und weniger auf hohe Festigkeit ankommt. Soll der Mörtel wasserdicht sein, so verwendet man so viel Zement, wie das Porenvolumen des Sandes beträgt: 40—45% Zement auf 55—60% Sand.

Von den zahlreichen Sorten sind die bekanntesten:

„Romanzement“ (wegen seiner Verwandtschaft mit dem Puzzolanzement, „römischer Zement“ genannt) aus dem Septarienton an den Ufern der Themse bei London, er besitzt rotbraune Farbe.

Kufsteiner Romanzement aus den Brüchen von Kufstein-Reichenhall, Perlmoos, Staudach u. a. Die Farbe ist wie vorher.

Bielefelder Romanzement, aus Wiesenmergel gebrannt, in Westdeutschland viel gebraucht, seine Farbe ist hellbraun.

Portaer Romanzement aus der Mindener Gegend (Porta Westfalica) von hellgelber, sandsteinähnlicher Farbe, bindet sehr schnell (in 10—15 Minuten) ab; er wird zu wasserdichtem Putz und zur Herstellung von Zementgußwaren viel verwandt.

Rüdersdorfer hydraulischer Kalk aus den bei Berlin gelegenen gleichnamigen Kalkbergen. Er ist von hellgrauer Farbe.

Förderstedter hydraulischer Kalk aus dolomitischen Mergeln der Magdeburger Gegend hergestellt. Er ist gelblich gefärbt.

Steudnitzer hydraulischer Kalk, aus einem Muschelkalkstein bei Jena. Seine Farbe ist grau bis gelblich, u. a. m.

Bei den Romanzementen usw. unterscheidet man Raschbinder (Erhärtung beginnt schon nach wenigen Minuten). Halblangsambinder (über 15 Minuten) und Langsambinder (3—4 Stunden).

3. Portlandzement ist ein künstliches Gemisch von Ton und Kalk bestimmter Zusammensetzung. Er wird hergestellt, um sich unabhängig von den Zufälligkeiten in der Zusammensetzung der natürlichen Rohstoffe zu machen.

Die „Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement (Dezember 1909)“ geben folgende Begriffserklärung: „Portlandzement ist ein hydraulisches Bindemittel mit nicht weniger als 1,7 Gewichtsteilen Kalk (CaO) auf 1 Gewichtsteil lösliche Kieselsäure (SiO₂) + Tonerde (Al₂O₃) + Eisenoxyd (Fe₂O₃), hergestellt durch feine Zerkleinerung und innige Mischung der Rohstoffe, Brennen bis mindestens zur Sinterung und Feinmahlen. Dem Portlandzement dürfen nicht mehr als 3% Zusätze zu besonderen Zwecken zugegeben sein. Der Magnesiagehalt darf höchstens 5%, der Gehalt an Schwefelsäure-Anhydrid nicht mehr als 2¹/₂% im geblühten Portlandzement betragen.“

Bei Auswahl der Rohstoffe zur Herstellung des Portlandzements verdienen Kalksteine mit Tongehalt, also Kalkmergel, den Vorzug, da alsdann meist nur noch ein geringer Tonzusatz erforderlich wird. Unerwünscht ist ein starker Gehalt an SiO₂ und Magnesia. Der zu verwendende Ton muß die Kieselsäure möglichst in leicht aufschließbarem Zustande führen, also nicht in Form beigemengten

Sandes. Mäßiger Gehalt an Eisenoxyd und Alkalien ist insofern erwünscht, als er das Sintern des Zementklinkers erleichtert.

Eisenportlandzement und Hochofenzement sind Erzeugnisse der Eisenindustrie: Eisenportlandzement besteht aus 70% Portlandzement und 30% gekörnter Hochofenschlacke. Er zeigt besonders guten Widerstand dem Meerwasser und anderen angreifenden Wässern gegenüber. Hochofenzement besteht vorwiegend aus basischer Hochofenschlacke mit einem Mindestgehalt von 15% Gewichtsteilen Portlandzement. Er ist ebenfalls widerstandsfähig gegen angreifende Wässer usw. Erzzement ist eine besondere Art von Portlandzement, bei dem Tonerde durch Eisen- und Manganoxyd ersetzt ist. Er wird vielfach im Seebau und Bergbau verwendet und ist widerstandsfähig gegen Säuren und Laugen. Tonerdezement wird aus dem tonerdereichen Bauxit und Kalk, die bei sehr hoher Temperatur im elektrischen Ofen geschmolzen werden, gewonnen, die hierauf granuliert und fein gemahlen werden. Er besitzt einen wesentlich niedrigeren Kalkgehalt und reicheren Tongehalt wie die anderen Zemente und ist besonders widerstandsfähig gegen angreifende Wässer.

LUCAS¹ gibt Durchschnittsanalysen für die aufgeführten Zementsorten wie folgt an:

In %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Portlandzement	23	7	3	64	2
Eisenportlandzement	25	9	2	57	2,5
Hochofenzement	29	11	2	53	2,5
Erzzement	23	2	8	62	2
Tonerdezement	10	40	10	40	—

Außer den genannten Sorten gibt es noch eine große Zahl Sonderzemente, die durch Zusätze bituminöser Stoffe wasserabweisend wirken und den Beton wasserundurchlässig machen sollen. Der Kraterzement, ein Naturerzeugnis aus den Eifelkratern, ist besonders feuerbeständig usw.

Portlandzemente usw. werden mit Sand zu Mörtel gemischt und dienen auch, ebenso wie andere Bindemittel, in Mischung mit Steinschlag, Kies und Sand als selbständiges Baumaterial: Beton. Die Betonbauweisen spielen heute im gesamten Bauwesen eine wichtige Rolle. Je nach Art des verwendeten Bindemittels unterscheidet man Zementbeton, Kalkbeton, Traßbeton, Gipsbeton, Asphaltbeton usw., nach Art des Schotters Kiesbeton, Schlackenbeton, Ziegeltbeton usw. und nach Art der Verarbeitung Stampf-, Schütt- und Gußbeton.

Zuschläge für die Mörtel- und Betonbearbeitung. Der Sand, der zur Mörtelbereitung verwendet wird, soll grobkörnig und scharfkantig sein. Humose oder lehmige Beimengungen können die dichte Verbindung der Mineralkörner mit dem Bindemittel und damit die Erhärtung des Mörtels stören. Solch unreiner Sand kann durch Waschen verbessert werden, bei groben Beimengungen auch durch Sieben. Nach den „Bestimmungen für die Ausführung von Bauten aus Beton“ ist zu verstehen:

unter Sand: Gruben-, Fluß, See-, Brech- oder Quetschsand, Schlackensand (gekörnte Hochofenschlacke geeigneter Zusammensetzung), Bimssand u. dgl. bis zu höchstens 5 mm Korngröße;

unter Kies: natürliche Kiesgruppen, Kiessteine, Kiesel, Bimskies² von 5 mm Korngröße aufwärts bis etwa 70 mm größte Abmessung;

unter Kiessand: das natürliche Gemenge von Sand und Kies;

¹ Vgl. O. GRAF u. H. GOEBEL: Schutz der Bauwerke. Berlin 1930.

² Bimssand und Bimskies eignen sich nur zur Herstellung leichter, poriger, gering beanspruchter Bauteile. Das gleiche gilt für Schlackensand, der schaumig ausgefallen ist.

unter Steingruß oder -splitt: zerkleinertes Gestein zwischen etwa 5 und etwa 25 mm Korngröße;

unter Steinschlag (Schotter): mit der Hand oder mit der Maschine zerkleinertes Gestein zwischen etwa 25 und etwa 70 mm größter Abmessung.

Sand, Kies, Steingruß oder -splitt, Steinschlag (Schotter) und zerkleinerte Hochofenschlacke sollen möglichst gemischtkörnig zusammengesetzt sein; sie dürfen keine schädlichen Beimengungen enthalten. In Zweifelsfällen ist der Einfluß von Beimengungen durch Versuche festzustellen. Zweckmäßig wird das Korn der Zuschläge so gehalten, daß die Hohlräume des Gemisches möglichst gering werden. Über die günstigste Kornzusammensetzung des Sandes (Kieses) zur Mörtel- und Betonbereitung sind eine große Reihe von Untersuchungen durchgeführt. Je geringer der Undichtigkeitsgrad des Sandes im Mörtel bzw. Beton ist, um so kleiner ist der Bindemittelverbrauch. Die nachstehenden Siebkurven zeigen die günstigste Kornzusammensetzung von Sand und Kies zur Mörtel- und Betonbereitung, wie sie nach eingehenden Untersuchungen von FULLER, GRAF und HERMANN aufgestellt wurden¹. Die als Zuschlag verwendeten Baustoffe sollen in der Regel mindestens die gleiche Festigkeit wie der erhärtete Mörtel des Betons besitzen. Die Steine sollen wetterbeständig sein. Für Bauteile, die laut polizeilicher Vorschrift feuerbeständig sein müssen, dürfen nur solche Zuschlagstoffe verwendet werden, die im Beton dem Feuer widerstehen.

Des weiteren wäre hier von Verbindungsbaustoffen noch der Asphalt zu erwähnen, der eine sehr vielseitige Verwendung in der Technik findet, jedoch als eine Substanz, die mit dem Boden nichts zu tun hat, hier nicht weiter in Frage kommt. Etwas anders liegt es dagegen mit dem Gußasphalt, insofern als bei seiner Zubereitung Sand Verwendung findet. Der Gußasphalt wird zur Fußwegbefestigung, zur Abdichtung von Bauteilen gegen Feuchtigkeit und Wasserandrang gebraucht. Die Asphaltmastix (eine Masse aus Asphaltsteinmehl, Bitumen- und Ölzusatz) wird mit 6% Goudron bei 160° geschmolzen, mit 40—50% trockenem Sand versetzt und auf die feste Unterlage aufgegossen. Weitere Verwendung findet er in Form von Asphaltbeton für Maschinenfundamente, sowie zur Herstellung von Kunststeinen usw. Im modernen Straßenbau findet Asphalt weitgehende Verwendung. Auch bei der Fabrikation von das Wasser abhaltenden Schutzplatten, wie Asphaltfilzplatten von Isolier- und Klebmassen, bei Dachschutzanstrichen usw. ist Asphalt ein wichtiger Grundstoff.

Von den Hilfsbaustoffen sei hier als wichtigstes das Glas angeführt, dessen grundlegende Bestandteile rund 70—75% Kieselsäure, 10—16% Kalk und 10—15% Kali oder Natron sind. Als Beimengungen kommen in Betracht 1—2% Tonerde, 0,1—1% Magnesia und 1—10% Bleioxyd. Kristallgläser und Gläser für optische Zwecke besitzen bei einem Kieselsäuregehalt von 35—50% einen Bleioxydgehalt von 35—50%. Die Kieselsäure wird für gewöhnlich in Form von Sand zugesetzt, jedoch kommen auch Feuerstein, Kieselgur, feingemahlener

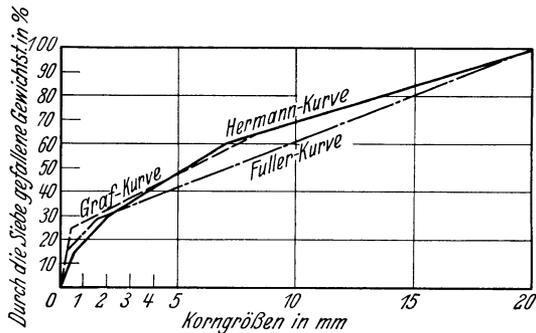


Abb. 51. Günstigste Kornzusammensetzung von Kies und Sand zur Mörtel- und Betonbereitung nach FULLER-GRAF-HERMANN.

¹ GRAF, O.: Der Aufbau des Mörtels und des Betons. Berlin 1930. — TRÜMPERER, E.: Sand und Kies. Berlin 1930.

Quarzfels zu Verwendung. Für geringwertige Gläser, z. B. dunkel gefärbte Flaschen, genügt jeder kieselsäurereiche Sand. Hochwertige weiße Gläser dagegen verlangen einen Sand, der weitgehend eisenfrei ist, da geringe Beimengungen eisenhaltiger Mineralien die Glasmasse färben. Solche reinen Quarzsande finden sich z. B. in Deutschland häufig in den Fluß- und Seeablagerungen der Braunkohlenformationen. Der Kalk dient dazu, die Masse härter und wetterbeständiger zu machen; er wird in Form von kohlen saurem Kalk — Kalkspat, Kreide, Marmor, Kalkstein — zugegeben. An Alkalien werden, um die Glasmasse leichtflüssiger zu machen, Pottasche, Soda, Glaubersalz oder Kochsalz verabfolgt. Bleioxyd wird in Form von Mennige zur Verbesserung der Durchsichtigkeit und Lichtbrechung beigegeben. Milchglas erhält man durch Zusatz von Zinnoxid. Zur Färbung von Gläsern werden gewöhnlich Metalloxyde verwandt.

Die Verwendung des Glases zu Bauzwecken ist eine vielseitige. Als geblasenes Rohglas kommt es in verschiedenen Stärken als Fensterglas in den Handel. Gegossenes Glas gibt die Scheiben von größeren Ausmaßen und bedeutenderer Stärke. Zur Herstellung von bunten Fenstern usw. dienen ebenfalls gegossene Gläser, wie Antik-, Cathedral- und Opaleszenzglas, Drahtglas trägt eine Einlage von Drahtgewebe zur Erhöhung der Bruchfestigkeit; es wird vielfach für Oberlicht verwandt. Des weiteren wären die Glasbausteine zu erwähnen, die in Ziegelformat als Dachpfannen, als Fußboden- und Wandbekleidungsplatten in den Handel kommen. Prismensteine dienen zur Erhellung schlecht beleuchteter Räume mit Hilfe ihres Lichtbrechungsvermögens u. v. a.

Mit den vorstehenden Aufzählungen sind die bautechnischen Gebiete, bei denen der Boden als Baugrund oder als Baustoff eine wichtige Rolle spielt, keineswegs erschöpft; sie genügen aber, um zu zeigen, welche weitgreifende Bedeutung dem Boden im Bauwesen zufällt, und damit darzutun, daß die „Lehre vom Boden“ ein wichtiges Wissensgebiet auch für den Ingenieur bedeutet, das bei den in Frage stehenden einzelnen Disziplinen der Ingenieurwissenschaften mehr als bisher in den Vordergrund gestellt werden sollte.

5. Die Bedeutung des Bodens für Technik und Gewerbe.

Von F. GIESECKE, Göttingen.

Im allgemeinen ist man geneigt, die Ausnutzung des Bodens nur vom Standpunkte des Land- oder Forstwirts zu betrachten, doch die Verwendung des Bodens ist bedeutend vielseitiger¹. Als Baugrund und als Baustoff² sowie in der Technik, im Gewerbe und in der Hauswirtschaft werden Boden oder Bodenbestandteile direkt oder nach der Verarbeitung verwendet. Es würde im folgenden zu weit führen, im Rahmen dieses Handbuches die einzelnen Ausnutzungsmöglichkeiten eingehend zu besprechen. Es ist vielmehr beabsichtigt, durch diesen Beitrag die universelle Bedeutung des Bodens darzustellen bzw. eine Vervollständigung der bisher von anderer Seite gemachten Ausführungen in bezug auf die Verwertung des Bodens zu geben.

Bei dieser Darstellung wird es nicht immer möglich sein, die Bodenbildungen getrennt von Gestein und Mineral zu behandeln, wie auch Ausführungen über die Fabrikation einzelner Erzeugnisse im einzelnen hier nicht gegeben werden können.

Von den wichtigeren, für die Technik verwertbaren bodenbildenden Salzen seien die Nitrate erwähnt. Salpetersaure Salze spielen nicht nur für die Düngung eine

¹ Vgl. H. PUCHNER: Bodenkunde für Landwirte, 2. Aufl., S. 631. Stuttgart 1926.

² Vgl. diesen Band des Handbuches, S. 81 f., 138 f.

Rolle, sondern auch besonders für die Herstellung von Schießpulver und Sprengkörpern, wie überhaupt die Nitrate in der chemischen Industrie und in der Technik von großer Bedeutung sind. Die natürlichen Vorkommen — abgesehen vom Chilesalpeter — haben in der Neuzeit infolge der synthetischen Nitratstickstoffgewinnung wesentlich an Wert verloren. Wenngleich salpeterführende Bodenarten, flächenmäßig betrachtet, ziemlich verbreitet sind (Ostindien, Kleinasien, Ägypten usw.¹), so finden sich doch aufbereitungswürdige Bodenarten nur selten. Die Gewinnung des Rohsalpeters aus dem Boden wird in den genannten Ländern meist durch primitive Auslaugung herbeigeführt, während die Herstellung des Reinsalpeters gewisse Schwierigkeiten, besonders in Hinblick auf die Verwendung zur Schwarzpulverherstellung, mit sich bringt². In einigen Ländern werden aber auch heute noch die natürlich vorkommenden Bodennitrate, hauptsächlich Kaliumsalpeter, hierzu verwertet. Das Schwarzpulver wird sowohl als Treib- wie als Sprengmittel angewandt³. Neben Kalisalpeter, der meistens als Bodensalz oder Ausblüfung vorkommt, wird auch Natriumnitrat in der Sprengstoffindustrie benutzt. Sprengsalpeter enthält z. B. in erster Linie Natronsalpeter⁴. Auch die Dynamitarten mit wirksamen Saugstoffen enthalten neben dem Nitroglyzerin salpetersaure Alkalisalze oder auch Ammoniumnitrat⁵, während im NOBELSchen⁶ Dynamit (Gurdynamit) nur 75% Nitroglyzerin und 25% Kieselgur, aber keine salpetersauren Salze enthalten waren. Zur Herstellung von Feuerwerkskörpern bedient man sich sowohl der Nitrate als auch des Schwarzpulvers⁷. Auch die Zündmassen der Streichhölzer enthalten gewisse Stoffe des Bodens, und zwar kann einerseits Salpeter als Sauerstoff abgebende Substanz in ihnen enthalten sein, andererseits werden aber Ton, Kreide, Kalk, Eisenoxyd, Gips und ähnliches zur Erhöhung

¹ Vgl. O. THIELE: Salpeterwirtschaft und Salpeterpolitik. Z. Staatswiss. 1905, Erg.-Heft 15, 7—9. (Hier werden die Beobachtungen von LE GOUX DE FLAIX: Über Ostindien 2, 390 (1810) und von CRELL: Crells Ann. 1, [1793]: Über bedeutende Lager von salpeterhaltigen Erden in Ostindien bzw. Ungarn zitiert.) — F. MOIGNO: Über die Salpeterlager in Südamerika. Chem. News 20, 107 (1872). — SACC: Über ein Salpeterlager. C. r. 49, 84 (1884). — A. MÜNTZ u. V. MARCANO: Sur la formation des terres nitrées dans les régions tropicales. Ebenda 101, 65 (1885). — ZARACHRISTI: Berg- und Hüttenm. Ztg. 1896, 391. — H. THOMS: Ein chilesalpeterähnliches Produkt aus Südwestafrika. J. Landw. 45, 263 (1897). — W. JURISCH: Salpeter und sein Ersatz. Leipzig 1908 (mit zahlreichen Literaturangaben). — G. LÜTTGEN: Salpeter. Chem. Techn. Neuzeit 1, 311, 319, 321. Stuttgart 1910. — TH. GEUTHER: Alkali- und Erdalkalinirate. Ebenda 2. Aufl., 3, 158f. (1927). — F. GIESECKE: Bodenkundliche Beobachtungen in Anatolien usw. Chem. Erde 4, 556 (1930). — Bezüglich des Chilesalpeters sei noch auf folgende Literatur verwiesen: L. DARAPSKY: Die Salpeterlager von Tarapacá. Chem. Ztg. 11, 752 (1887). — Das Departement Taltal (Chile). Berlin 1900. — C. OCHSENIUS: Einige Angaben über die Natronsalpeterlager landeinwärts von Taltal. Z. dtsh. geol. Ges. 1888, 153. — M. WEITZ: Vorkommen und Gewinnung des Chilesalpeters. Berlin-Charlottenburg 1900. — Der Chilesalpeter als Düngemittel. Berlin 1905. — R. PENROSE: Die Salpeterlager von Chile. J. Geol. 18, 1 (1910). — M. WEITZ: Vorkommen, Gewinnung und Verbrauch des Chilesalpeters. Ernährg. Pflanz. 6, 13 (1910). — E. J. HARDING: Entstehung des Chilesalpeters. Eng. Min. J. Press. 121, 885 (1926). — E. WILKE-DÖRFURT: Zur Entstehung des Chilesalpeters. Z. anorg. Chem. 168, 203 (1927). — TH. GEUTHER: a. a. O., S. 161f. — W. WETZEL: Die Salzbildungen der chilenischen Wüste. Chem. Erde 3, 375 (1928) (vgl. auf S. 435, 436 dieser Veröffentlichung die Literaturnachweise). — E. CUEVAS: La Industria Salitrera y el salitre como abono. Berlin 1930.

² Vgl. O. THIELE: a. a. O., S. 32.

³ Vgl. z. B. R. ESCALES: Explosivstoffe. Chemische Technologie der Neuzeit 1, 553—555. 1910. — H. OST: Lehrbuch der Technologie, 10. Aufl., S. 213—216. Leipzig 1919. — H. KAST: Sprengstoffe. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 1, 763f. 1925.

⁴ Vgl. R. ESCALES: a. a. O., S. 554. — H. OST: a. a. O., S. 216. — H. KAST: a. a. O., S. 764.

⁵ ESCALES, R.: a. a. O., S. 558, 559. — H. OST: a. a. O., S. 220.

⁶ SCHÜCK, H. u. R. SOHLMANN: Nobel, S. 101. Leipzig 1928.

⁷ Vgl. H. KAST: a. a. O., S. 800, 801.

der Reibung zu der Zündmasse hinzugegeben¹. Der Vollständigkeit halber sei noch darauf verwiesen, daß das Kaliumnitrat bei der Glasfabrikation als Läuterungsmittel dient². Auf andere mögliche Verwendungsarten der salpetersauren Salze, die in der Industrie und Technik ja, allgemein betrachtet, eine große Rolle spielen, kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Von anderen Salzen, die im Boden vorkommen und ebenfalls eine technische, industrielle, gewerbliche oder sonstige Bedeutung haben, seien Natriumchlorid, Natriumsulfat, Borax und Gips hier nur erwähnt. Lediglich auf die Ausbeutung natürlicher Sodavorkommen³ muß hingewiesen werden, da es trotz der großen Mengen künstlicher Soda nicht an Versuchen fehlt, die natürlichen Vorkommen zur industriellen Nutzbarmachung heranzuziehen⁴. Neben vielen anderen technischen Verwendungsmöglichkeiten der Soda sei auf ihre Bedeutung bei der Glasfabrikation hingewiesen. Über das Glas in seiner Beziehung zum Boden und zu einzelnen Bodenbestandteilen ist in diesem Handbuche⁵ schon kurz berichtet, so daß hier ein weiteres Eingehen nicht notwendig ist. Bezüglich der Rohstoffe sei nur gesagt, daß die zu verwendenden Sande möglichst eisenfrei sein sollen. L. SPRINGER⁶ gibt folgende Daten hierüber an: „Für Kristall- und optisches Glas darf der Eisengehalt höchstens 0,02 % betragen, für Spiegelglas 0,2 %, für gewöhnliches Weißglas 0,5 %, für Fensterglas 1 %. Für grünes und braunes Glas ist zwecks Färbung ein höherer Eisengehalt erwünscht.“ Von den Glasfärbemitteln seien von den vielen im Gebrauch befindlichen neben dem Eisenoxyd und Eisenhydroxyd die seltenen Erden⁷ genannt. Der erwähnte Salpeter wird in Form des Kaliumnitrats als Läuterungsmittel bei der Glasfabrikation verwandt, unter denen mechanisch oder chemisch wirksame Mittel zu verstehen sind, die „das Glas beim Schmelzen in eine klare, blasen- und steinfreie, homogene Masse“ überführen⁸. Im Zusammenhange mit dem Glas sei noch ein Hinweis auf natürliche glasartige Stoffe, die Tektite⁹, gegeben, deren Entstehung nach der mehr oder weniger angegriffenen Erklärung¹⁰ von EATON¹¹ auf die „Verwitterung

¹ ICHENHÄUSER, E.: Zündwaren. Chemische Technologie der Neuzeit 1, 434—437. 1910. — BUJARD, E.: Feuerzeuge und Zündwaren. Ebenda 2. Aufl., 1, 497. 1925.

² SPRINGER, L.: Glas. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 729. Stuttgart 1927.

³ Vgl. z. B. D. PENNOCK: Z. angew. Chem. 1903, 592. — V. S. BRYANTS: Ebenda 1904, 213. — O. DAMMER, TH. GEUTHER u. O. KAUSCH: Natriumkarbonat. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 55. 1927. — Über Sodaböden vgl. dieses Handbuch 3, 314f. — K. K. GEDROIZ: Alkaliböden, ihre Entstehung, Beschaffenheit und Verbesserung. Nossovka 1927 (russ.).

⁴ Vgl. TH. GEUTHER: Soda. Chemische Technologie der Neuzeit 1, 235, 236. 1910. — O. DAMMER, TH. GEUTHER u. O. KAUSCH: Ebenda 2. Aufl., 3, 75. 1927.

⁵ Vgl. S. 195, 196; ferner H. OST: a. a. O., S. 268f. — R. DIETZ: Glas. Chemische Technologie der Neuzeit 1, 803—826. Stuttgart 1910. — H. BECKER: Kieselsäureglas, Quarzglas. Ebenda S. 827—833. — E. ZSCHIMMER: Glasindustrie. Jena 1912. — K. ENDELL: Kieselsäureglas. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 410f. Stuttgart 1927. — Künstliche Schmucksteine. Ebenda S. 571f. — L. SPRINGER: Glas. Ebenda S. 723. — R. DRALLE: Glasfabrikation. München 1931. — Über die einzelnen Theorien der Glasbildung berichtet in zusammenhängender Form R. E. LIESEGANG: Kolloidchemie des Glases. Kolloidchemische Technik, 2. Aufl., S. 702—744. Dresden u. Leipzig 1931 (mit zahlreichen Literaturangaben).

⁶ SPRINGER, L.: a. a. O., S. 726.

⁷ SPRINGER, L.: a. a. O., S. 728.

⁸ SPRINGER, L.: a. a. O., S. 729.

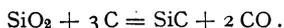
⁹ Vgl. J. KOENIGSBERGER: Die Gestalt der Erde und ihre physikalischen Eigenschaften. In W. SALOMON-CALVI: Grundzüge der Geologie 1, 7. Stuttgart 1924. — W. SALOMON: Ebenda, S. 49.

¹⁰ LIESEGANG, R. E.: a. a. O., S. 702; zitiert in diesem Zusammenhange H. MICHEL: Fortschr. Min., Krist., Petrograph. 7, 314 (1922), J. N. W. EATON, F. E. SUSS u. HATSHECK.

¹¹ EATON, J. N. W.: Verh. Kon. Akad. Wetsch. Amsterdam 1921, Teil 22, Nr. 2.

von granitischem oder ähnlichem magmatischem Gestein“ und die dadurch gebildete Kieselsäuregallerte, „die außer dem Eisen, Kalk, Magnesium, Aluminium und Alkalien enthielt,“ zurückzuführen ist. „Diese haben beim Eintrocknen das Glas gebildet“¹. Je nach Verwendungszweck sind sowohl die Rohstoffe als auch damit natürlich die Eigenschaften des Glases verschieden². Die Verwendungsmöglichkeit der Gläser ist nicht nur sehr verschieden, sondern das Glas kann auch als Rohstoff für andere Produkte angesehen werden. So z. B. zur Herstellung der künstlichen Schmucksteine³, zur Anfertigung der Schleifpapiere⁴ u. a. m.

Ein ebenfalls in erster Linie aus Kieselsäure hergestelltes Produkt stellt das von seinem Entdecker E. G. ACHESON als Karborundum bezeichnete Siliziumkarbid dar, das aus etwa 3 Teilen Kieselsäure in Gestalt von Sand und Quarz mit 2 Teilen Kohle nach folgender Gleichung entsteht⁵:



Karborundum hat eine große technische Bedeutung, denn es wird wegen seiner außerordentlichen Härte „zu Schleifsteinen und Schmirgelscheiben verwandt, indem man es mit Kaolin und Feldspat als Bindemittel mischt, unter hohem Druck in Formen preßt und in Porzellanöfen brennt“⁶. Weitere Verwendung findet das Produkt in der Marmorindustrie zum Schneiden, ferner zur Zerkleinerung des Ganzzeugs in der Papierfabrikation und zur Herstellung von Vorschaltwiderständen in der Elektrotechnik sowie als feuerfestes Futter für gewisse Öfen⁷. Außerdem wird Karborundum zur Siliziumdarstellung⁸ durch Behandlung mit Quarzsand im Karborundumofen verwendet und als Ersatz für den Diamanten. In diesem Zusammenhange mit Karborundum sei erwähnt, daß auch der Sand (möglichst rein) „wegen seiner Härte als Putz- und Schleifmittel“ ausgenutzt wird⁹.

Die Verwendung des Sandes ist überhaupt sehr vielseitig¹⁰, so wird er in der Bautechnik¹¹, in der Keramik¹², als Glassand¹³, als Formsand¹⁴, für Sandstrahl-

¹ Zitiert nach R. E. LIESEGANG: a. a. O., S. 702.

² SPRINGER, L.: a. a. O., S. 731 (Tabelle über Zusammensetzung und Eigenschaften der Gläser nach R. WEBER).

³ Vgl. z. B. K. ENDELL: Künstliche Schmucksteine. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 571 f. 1927. — L. SPRINGER: a. a. O., S. 777.

⁴ SEMBACH, E.: Die künstlichen Schleifmittel. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 634, 637. 1927.

⁵ ARNDT, K.: Karborundum. Chemische Technologie der Neuzeit 1, 396 f. 1910.

⁶ ARNDT, K.: a. a. O., S. 399. — Ferner vgl. E. SEMBACH: a. a. O., S. 634, 636.

⁷ ARNDT, K.: a. a. O., S. 399.

⁸ ARNDT, K.: a. a. O., S. 400, 411.

⁹ PETERS, FR.: Siliziumverbindungen. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 409. (1927. — SEMBACH, E.: a. a. O., S. 632.

¹⁰ Vgl. O. DAMMER: Die nutzbaren Mineralien, 2. Aufl., 1, 153 f. — W. DIENEMANN u. O. BURRE: Die nutzbaren Gesteine Deutschlands, S. 275—281. Stuttgart 1928. — H. PUCHNER: a. a. O., S. 632 f. Vgl. diesen Band des Handbuches, S. 138 f.

¹¹ Vgl. diesen Band dieses Handbuches, S. 186 f. — Ferner E. BERDEL, K. ENDELL, PH. EYER u. L. SPRINGER: Baustoffe und verwandte Erzeugnisse. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 582 f. 1927. — O. DAMMER: Handbuch der chemischen Technologie 1. Stuttgart 1895.

¹² Vgl. diesen Band dieses Handbuches, S. 200 f. — W. DIENEMANN u. O. BURRE: a. a. O., S. 279, 280. — H. PUCHNER: a. a. O., S. 671 f. — E. BERDEL: Tonwaren. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 638 f.

¹³ Vgl. diesen Beitrag, S. 195, 198. — H. PUCHNER: a. a. O., S. 670. — W. DIENEMANN u. O. BURRE: a. a. O., S. 278, 279.

¹⁴ Vgl. W. DIENEMANN u. O. BURRE: a. a. O., S. 277, 278. — H. PUCHNER: a. a. O., S. 663—665.

gebläse¹, zur Herstellung von Ultramarin², als Zusatz zu Putz- und Scheuermitteln³ und vielem anderen mehr benutzt.

Zu erwähnen ist auch noch die künstliche Herstellung der Permutite⁴, die durch Schmelzen von Tonerdesilikaten, unter Umständen durch Zusatz von Alkalikarbonaten und Kieselsäure, unter Heranziehung der diesbezüglichen Bodenmaterialien hergestellt werden. Die Permutite spielen infolge des Austauschvermögens nicht nur in der reinen bodenkundlichen Forschung⁵, sondern auch in der Technik eine bedeutsame Rolle, und zwar einmal in Hinsicht auf die Enthärtung des Wassers⁶, zum anderen in der Zuckerindustrie zur Klärung der Säfte und zur Entziehung des Kaliums⁷, sowie auch zur Enteisung und zum Entmanganen des Wassers⁸. Ihre hauptsächlichste Verwendung finden die Tone in der Bautechnik und in der Keramik. Die Herstellung der Tonwaren, das ist die Töpferei oder Keramik, hat den Ton bzw. den Kaolin als Ausgangsprodukt, wobei jedoch betont sei, daß auch nichtplastische Rohstoffe, wie z. B. Sand, Kalk, Mergel u. ä. eine gewisse Bedeutung haben. Diese letzteren werden hierbei als „Magerungsmittel“ zugesetzt, um der Schwindung und Versinterung entgegenzuwirken⁹. Gleich Glas handelt es sich bei den Tonwaren um geglähte „Silikate mit hohem Kieselsäuregehalte, sie unterscheiden sich aber vom Glase wesentlich dadurch, daß unter den Basen die Tonerde vorherrscht und Kalk und Alkalien zurücktreten; dadurch wird das völlige Schmelzen beim Brennen vermieden¹⁰.“

Die Zusammensetzung der Rohstoffe der Keramik ist von außerordentlicher Wichtigkeit, besonders in Hinsicht auf färbende Bestandteile. Während der Kaolin von weißem Aussehen ist, besitzen die Tone färbende Stoffe, von denen in erster Linie das Eisen und in zurücktretendem Maße Mangan, Titan u. a. in Frage kommen. Infolge der Bedeutung der Färbung für die Güte der Fertigfabrikate hat es nicht an Untersuchungen gefehlt, den Gehalt der Rohstoffe an färbenden Agentien und seinen Einfluß auf die Färbung der Fertigprodukte festzustellen¹¹. Diese Untersuchungen ließen erkennen, daß nicht allein die Zusammensetzung der Rohstoffe die Färbung bedingen, sondern daß auch noch andere Faktoren¹², wie Feuergase, Grad der Versinterung, Brenntemperatur u. a., eine Rolle für die Farbtonung der Endprodukte spielen. BERDEL¹³ berichtet über den Zusammenhang zwischen Brennfarbe und Verwendungsmöglichkeit der Kaoline und Tone in der Keramik wie folgt: „Reinste weiße Brennfärben geben nur die besten Kaoline, sie dienen zur Porzellan- und Steingutfabrikation. Ziemlich weiß brennen die plastischen Tone. Sie werden für Steingut, auch für Stein-

¹ Vgl. W. DIENEMANN u. O. BURRE: a. a. O., S. 281.

² Vgl. diesen Beitrag, S. 205.

³ Vgl. H. PUCHNER: a. a. O., S. 665—667.

⁴ GANSEN (GANS), R.: Jber. preuß. geol. Landesanst. 26, 179 (1905); 27, 63 (1906); Chem. Industr. 32, 197 (1909). — GEUTHER, TH.: Chemische Technologie der Neuzeit 1, 482, 483. 1910. — KOLB, A.: Permutite. Ebenda, 2. Aufl., 3, 436f. 1927.

⁵ Vgl. dieses Handbuch 7, 58, 107.

⁶ Vgl. H. OST: a. a. O., S. 48. — A. KOLB: a. a. O., S. 438f. — I. GINZBURG: Die Verwendung mit Permutit behandelter Wässer zum Genuße. Inaug.-Dissert., Königsberg 1913. — H. STOOFF: Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 1, 69 (Abb.). 1925.

⁷ GEUTHER, TH.: a. a. O., S. 483.

⁸ STOOFF, H.: Wasser. a. a. O., S. 59, 60, 68. — KOLB, A.: a. a. O.: S. 439.

⁹ BERDEL, E.: Tonwaren. a. a. O., S. 644, 645, 706.

¹⁰ OST, H.: a. a. O., S. 299.

¹¹ Vgl. u. a. H. SEGER: Einige Untersuchungen über die Färbung von Ziegeln, a. a. O., S. 85. — Über den Einfluß der Feuergase auf die Tone und die damit verbundenen Färbungserscheinungen. Tonindustrie-Ztg. 1876, S. 21.

¹² SEGER, H. A.: Über die Färbungen der Ziegel. Tonindustrie-Ztg. 1890, 327; 1891, 273.

¹³ BERDEL, E.: a. a. O., S. 643.

zeug sowie für feuerfeste Ware benutzt. Farbige brennende Tone sind geeignet für Töpfergeschirr, Ziegel, Majolika.“ Bezüglich der Farbtonung, die die Tone beim Brennen annehmen, gibt SEGER¹ folgende Einteilung, wobei betont sei, daß aus der Farbe der ungebrannten Tone meist nicht auf die Brennfarbe derselben geschlossen werden kann².

1. Tonerreiche und eisenarme Tone. Dieselben brennen sich weiß oder mit einer kaum merklichen Färbung.
2. Tonerreiche und mäßig eisenhaltige Tone. Ihre Färbung geht durch Bläßgelb bis zu Lederbraun.
3. Tonerdearme und eisenreiche Tone: Die rot brennenden Ziegelerden.
4. Tonerdearme, eisen- und kalkreiche Tone: Die gelb brennenden Ziegelerden oder Tonmergel.

Die praktische Einteilung der keramischen Tone erfolgt nach BERDEL wie folgt³:

1. Kaolin.
2. Ton

{	Hochprozentige: feuerfeste Tone.
	Reinfarbige: Steinguttone.
	Dicht brennende: Steinzeugtone.
	Eisenreiche, rot brennende, nicht feuerfeste: Ziegel- und Töpfertone.
3. Schiefertone und Tonschiefer: meist sehr rein und feuerfest.
4. Mergeltone und Mergel: Brennfarbe nie reinweiß, geringe Feuerfestigkeit.
5. Löß: in der Keramik nur für Ziegelsteine geeignet.
6. Lehm: nur für Ziegelsteinherstellung geeignet.

Entsprechend diesen Einteilungen ist auch die Verwendungsmöglichkeit der Rohstoffe neben einer allgemeinen Vielseitigkeit doch begrenzt. Um einen Überblick über die Möglichkeit der Verwertung zu geben, sei noch die von CRAMER und HECHT⁴ aufgestellte und von BERDEL⁵ zitierte Einteilung der Tonwaren wiedergegeben⁶:

I. Tongut. Scherben porös, nicht durchscheinend.

A. Baustoffe.

1. Naturfarbener Scherben: Ziegel, Dachziegel, Dränröhren, Bauterrakotten.
2. Weißer bis heller Scherben: feuerfeste Steine und Werkstücke, Dinassteine.

B. Geschirre.

1. Naturfarbener Scherben:
 - a) glasurefrei oder mit durchsichtiger Glasur: Töpferware (Irdenware), Blumentöpfe, Tonkacheln;
 - b) mit weiß deckender Glasur: Majolika oder Fayence.
2. Weißer bis heller Scherben: Steingut, Tonpfeifen, Sanitätsgeschirr.

II. Tonzeug. Scherben dicht.

A. Baustoffe.

1. Naturfarbener Scherben: Klinker, Fußbodenplatten, Klinkerterrakotten, Steinzeugröhren.
2. Weißer bis heller Scherben: säurefeste Steine, Füllungen, Isolatoren, Porzellanfuttersteine.

B. Geschirre.

1. Naturfarbener Scherben: Steinzeug, Feuertonware.
2. Weißer und transparenter Scherben: Porzellan.
3. Porzellanähnlich: Magnesia- und Steatitware.

¹ SEGER, H. A.: Einige Untersuchungen über die Färbung von Ziegeln. Notizbl. dtsch. Ver. Fabrik. Ziegel usw. 1874, 238.

² BERDEL, E.: a. a. O., S. 641.

³ BERDEL, E.: a. a. O., S. 639, 640. — Vgl. H. OST: a. a. O., S. 301.

⁴ CRAMER, E. u. H. HECHT: Handbuch der gesamten Tonwarenindustrien von B. KERL, 3. Aufl., S. 498. Braunschweig 1907.

⁵ BERDEL, E.: a. a. O., S. 664.

⁶ Vgl. ferner bezüglich Einteilung der Tonwaren: PUKALL: Grundzüge der Keramik. Coburg 1922. — H. KOHL: a. a. O., S. 660, 674.

Die Baumaterialien sind in diesem Handbuche schon besprochen worden¹, so daß im folgenden lediglich auf die anderen Produkte der Tonwarenindustrie eingegangen wird, wobei betont sei, daß es sich nur um eine Einsicht in die Prinzipien² der Herstellung handeln kann, um die dem Rahmen dieses Handbuches entsprechende Vollständigkeit zu gewährleisten. Es wurde schon betont, daß die chemische Zusammensetzung³, die Korngröße⁴ und die Reinheit der Rohstoffe von Bedeutung für die keramischen Vorgänge sind. Ferner sind Bildsamkeit, Gießfähigkeit, Trockenschwindung und das Verhalten der Rohstoffe gegenüber dem Brennen für den Keramiker zu beachtende Momente, die hier nicht des näheren erörtert werden sollen⁵. Bezüglich der Untersuchungsmethoden zur Erkennung der besagten Eigenschaften muß auf die Fachliteratur verwiesen werden⁶, jedoch sei auf eine der wichtigsten Bestimmungen, nämlich der der Temperatur, hingewiesen. Zum Brennen der Tonwaren darf weder ein bestimmtes Minimum der Temperatur unterschritten noch ein gewisses Maximum derselben überschritten werden⁷. Es können bei Nichtinnehaltung der Temperatur die verschiedensten Schädigungen auftreten, z. B. Farbänderungen, Veränderung der Dichtigkeit, Schmelz usw. Die heute in der Keramik gebräuchlichste Art der Temperaturmessung geschieht mit Hilfe von SEGER-Kegeln⁸, die selbst ein Produkt der Tonwarenindustrie sind. SEGER⁹ gibt die für die Herstellung der Kegel erforderlichen Maßnahmen an, wie er auch die Grundlagen der Mischungsverhältnisse — er benutzt Feldspat, Quarz, Kalziumkarbonat, Kaolin zur Herstellung der Kegel — eingehend erläutert. Wenngleich die Erweichungspunkte dieser SEGER-Kegel nicht ganz sicher feststehen, so leisten sie für vergleichende Messungen ausgezeichnete Dienste¹⁰. Es sind heute standardisierte SEGER-Kegel im Gebrauch, mit denen Temperaturgrade von 600—2000⁰ gemessen werden können. Der Kegel 42 (2000⁰) besteht aus reiner Tonerde, durch weiteren Zusatz von Kaolin fallen die Erweichungspunkte. Nr. 35 (1770⁰) besteht aus reinem Kaolin. Durch Zusätze von Kieselsäure, Feldspat, Marmor, Magnesit und anderen wird der Erweichungspunkt weiterhin herabgesetzt¹¹. Die SEGER-Kegel selbst sind

¹ Vgl. diesen Band dieses Handbuches, S. 185 f. — Ferner siehe E. BERDEL, K. ENDELL, PH. EYER, G. HAEGERMANN, E. SEMBACH u. L. SPRINGER: Baustoffe und verwandte Erzeugnisse. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 582—808. 1927.

² Allgemeine sowie spezielle Fragen über die Keramik sind neben den schon erwähnten Quellen zusammengestellt bei E. B. BAUER: Keramik. Technische Fortschrittsberichte 1. Dresden 1923. — F. SINGER: Das Steinzeug. Braunschweig 1929. — A. J. VICKERS: Die Kolloidchemie als Hilfsmittel zur Erkenntnis der Tone. Trans. ceram. Soc. Engl. 2—3, 91—100, 124—147 (1929). — H. KOHL: Kolloidchemie in der Keramik. In R. E. LIESEGANG: Kolloidchemische Technik, 2. Aufl., S. 636 f. Dresden u. Leipzig 1931.

³ Vgl. diesen Beitrag, S. 201.

⁴ Vgl. diesen Band, S. 189. — Ferner folgende Literatur über die Teilchengröße der Tone: K. SPANGENBERG: Zur Erkenntnis des Tongießens. Inaug.-Dissert., Darmstadt 1916. — P. EHRENBERG: Bodenkolloide, S. 102. Dresden u. Leipzig 1918. — E. UNGERER: Ber. dtsh. Keram.-Ges. 3, 43 (1922). — E. W. SCRIPTURE u. E. SCHRAMM: J. amer. Soc. 14, 4, 175 (1926). — G. KEPPELER: Die Tone im Lichte der Kolloidchemie. Ber. dtsh. Keram.-Ges. 10, 133.

⁵ Vgl. E. CRAMER u. H. HECHT: Handbuch der gesamten Tonwarenindustrie von B. KERL, 3. Aufl. Braunschweig 1907. — H. KOHL: a. a. O., S. 346. — E. BERDEL: a. a. O., S. 638 f.

⁶ Neben den schon zitierten zusammenfassenden Werken von E. CRAMER u. H. HECHT sowie E. BERDEL sei noch verwiesen auf H. BOLLENBACH u. E. KIEFER: Laboratoriumsbuch für die Tonindustrie, 2. Aufl. Halle 1929.

⁷ Vgl. H. A. SEGER: Pyrometer und Messung hoher Temperaturen. SEGER-Kegel. Tonindustrie-Ztg. 1885, 121; 1886, 135, 229.

⁸ Vgl. H. HECHT u. E. CRAMER: a. a. O., S. 178 f. — E. SEMBACH: a. a. O., S. 697.

⁹ SEGER, H. A.: Tonindustrie-Ztg. 1885, 121; 1886, 135, 229.

¹⁰ Vgl. H. OST: a. a. O., S. 305.

¹¹ Vgl. H. OST: a. a. O., S. 305.

also aus Silikatgemischen und Flußmitteln¹ bestehende dreiseitige Pyramiden.

Die eigentliche Herstellung der Tonwaren ist an folgende Maßnahmen gebunden²: a) Aufbereitung der keramischen Massen, b) Formgebung, c) Trocknen, d) Brennen. Hierzu kommen noch die Glasuren und das Färben. Bezüglich der technischen Durchführung dieser Maßnahmen muß wiederum auf die Fachliteratur verwiesen werden³. Um eine Vorstellung über die Zusammensetzung einiger keramischer Erzeugnisse zu geben, sei die folgende tabellarische Zusammenstellung der rationellen Zusammensetzung angeführt⁴.

	Feldspat-	Kalkfeldspat-	Kalk-	Steinzeug	Weich-		Hart-
					Porzellan		
	Steingut			ca	allgemein	SEGER	
Tonsubstanz	52	52	52	35—65	25—40	25	40—60
Quarz	40	40	38	30—55	45—30	45	10—30
Feldspat	8	3	—	—	60—30	30	20—30
Kalkspat oder Kreide . .	—	5	10	—	—	—	—
Feldspat oder halbzersetztes Gestein	—	—	—	2—20	—	—	—

Im Zusammenhange hiermit seien die Steatiterzeugnisse⁵ erwähnt, die als Isoliermittel große Bedeutung gewonnen haben, da sie neben der guten Isolierwirkung auch hohe Festigkeit aufweisen und dem Porzellan in dieser Beziehung vorgezogen werden. Sie haben besonders in der elektrotechnischen Industrie zur Herstellung einer großen Reihe von Gegenständen (Zündkerzen, Schaltergriffe, Stecker usw.) Eingang gefunden. Als Rohstoffe dienen die bei der Bearbeitung des natürlichen Specksteins erhaltenen Abfälle sowie hochplastischer Ton und Feldspat. Nach der nassen Aufbereitung mit nachfolgender Entwässerung durch Pressen werden die geformten Gegenstände gebrannt. Ehe auf andere Produkte der Tonindustrie eingegangen wird, sei noch der Unterschied zwischen Weichporzellan und Hartporzellan gekennzeichnet⁶. Wie schon aus der oben angeführten Tabelle hervorgeht, enthält das leicht schmelzbare Weichporzellan wenig Tonsubstanz, wohingegen das Hartporzellan einen bedeutenden Tongehalt aufweist. Nach BERDEL⁶ charakterisiert sich der Unterschied nicht nur in der Brenntemperatur, sondern liegt „auch in der durch den Unterschied der Brenntemperatur bedingten Verschiedenheit der Struktur. Im Hartporzellan hat sich⁷ ein neues Silikat gebildet, der Sillimanit ($Al(AIO)SiO_4$), der in Form verfilzter Kriställchen die aus Feldspat und gelöstem Quarz bestehende glasige Grundmasse durchsetzt. Unter der Brenntemperatur (SEGER-Kegel 11—12) entsteht er nicht“. Sillimaniterzeugnisse dienen neben anderen infolge ihrer Dichtig-

¹ SEMBACH, E.: Die feuerfesten Erzeugnisse. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 697.

² Vgl. u. a. H. KOHL: Kolloidchemie in der Keramik. In R. E. LIESEGANG: Kolloidchemische Technik, 2. Aufl., 660f. Dresden u. Leipzig 1931. — E. BERDEL: a. a. O., S. 646. — E. SEMBACH: a. a. O., S. 697.

³ Außer den schon angegebenen Literaturquellen sei hingewiesen auf E. B. BAUER: Keramik. Dresden u. Leipzig 1923. — W. STEGER: Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie. Dresden und Leipzig 1927. — G. JAKÓ: Keramische Materialienkunde. Dresden u. Leipzig 1928.

⁴ Nach H. KOHL: a. a. O., S. 679, 681, 683. — E. BERDEL: a. a. O., S. 685.

⁵ SEMBACH, E.: Erzeugnisse aus Speckstein und Steatit. a. a. O., S. 694—696.

⁶ BERDEL, E.: a. a. O., S. 685.

⁷ ZOELLNER: Zur Frage der chemischen und physikalischen Natur des Porzellans. Inaug.-Dissert., Berlin 1908.

keit auch zur Herstellung von Vegetationsgefäßen¹. Bei den einfachen Steingutgefäßen ist infolge der Porosität die Gefahr des Auswitterns der Nährsalze² und somit ein Verlust an Nährstoffen³ verbunden, womit gleichzeitig eine Ungenauigkeit der Versuchsergebnisse einhergeht⁴.

Die Industrie zur Herstellung feuerfester Erzeugnisse⁵ ist an das Vorhandensein feuerfester Tone gebunden. Man bezeichnet Stoffe, die bei etwa 1580° schmelzen, als feuerfest, diejenigen die erst bei ca. 1730° schmelzen als hochfeuerfest. Die gewöhnlichen Lehme oder Tone kommen für diese Zwecke nicht in Frage, da in ihnen die als Flußmittel wirkenden Verunreinigungen, wie z. B. Eisen- und Kalziumverbindungen, enthalten sind.

Zur Anfertigung der Glasuren der Produkte der Tonwarenindustrie dienen häufig, besonders bei der Herstellung der Töpferwaren, bodenbildende Komponenten, wie Eisenoxyd, Kalk, Sand, Magnesia u. a.⁶. BERDEL⁷ gibt z. B. an, daß die Braunglasur des Bunzlauer Geschirrs nach PUKALL aus eisenhaltigem Lehm und Kalk hergestellt wird, während die Glasur des Porzellans meistens „aus einem Gemisch von Feldspat, Kalk, Quarz und Kaolin⁸“ besteht.

Im Anschluß an die Glas- und Tonwarenfabrikation sei auf das Email verwiesen⁹. EYER¹⁰ gibt folgende Definition des Emails: „Unter Email versteht man einen farblosen, getrübten oder gefärbten Glasfluß, der auf Metall oder einen sonstigen hitzebeständigen Stoff aufgeschmolzen ist, zur Ausschmückung, zur Verhinderung von Oxydationen oder zur Erzielung sonstiger Eigenschaften.“ Zur Herstellung bedient man sich der verschiedensten Substanzen, wie unter andern auch von Ton, Quarz, Feldspat, Salpeter. Diese Ausgangsstoffe werden eingestellt in Emailbildner, von denen Ton, Kieselsäure, Aluminiumoxyd, Kalziumoxyd, Magnesiumoxyd erwähnt seien, sowie in Flußmittel und Oxydationsmittel, zu denen z. B. Kalisalpeter gehört. Über die Technik des Emailierens vergleiche die Ausführungen EYERS¹¹.

Die Verwendung der Silikate beschränkt sich aber nicht nur auf die bisher besprochenen Fabrikationszweige, sondern es werden zum Bleichen oder besser gesagt zum Entfärben der Fette und Öle häufig natürliche oder künstliche Silikate verwendet¹². Diese „Bleicherden“ sind Aluminiumsilikate mit 50—60% SiO₂. Für diesen Verwendungszweck geeignete Silikate kommen ziemlich verbreitet in der Natur vor. Nach F. PETERS¹³ eignet sich ein in Amerika gewonnener und als Bentonit bezeichneter kolloidaler Ton ebenfalls zum Klären von Ölen und Fetten sowie zum Reinigen von Petroleumprodukten. In diesem Zusammenhange muß auf die Walkerde¹⁴ verwiesen werden, die sich als ein Gemenge von Tonerdesilikaten mit Magnesiasilikaten (nebst Kalk- und Eisenoxyd) erweist¹⁵. Infolge

¹ UNGERER, E.: Brauchbare Vegetationsgefäße. Z. Pflanzenernährg. usw. A 3, 180 (1924).

² Vgl. TH. PFEIFFER u. E. BLANCK: Beitrag zur Frage über die Wirkung des Mangans usw. Landw. Versuchsstat. 83, 258 (1914).

³ EHRENBERG, P., F. BAHR u. O. NOLTE: Versuche über die Wasserhaltung in Vegetationsgefäßen. J. Landw. 63, 204 (1915).

⁴ Vgl. dieses Handbuch 8, 557.

⁵ SEMBACH, E.: a. a. O., S. 696—722.

⁶ Vgl. H. KOHL: a. a. O., S. 671, 672. — E. BERDEL: a. a. O., S. 654, 655.

⁷ BERDEL, E. a. a. O., S. 668.

⁸ BERDEL, E.: a. a. O., S. 686.

⁹ Vgl. PH. EYER: Email und Emailieren. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 800—808. 1927.

¹⁰ Ebenda, S. 800.

¹¹ Ebenda, S. 805, 806.

¹² Vgl. FR. PETERS: Wasserhaltige Kieselsäure. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 426. Stuttgart 1927.

¹³ Ebenda, S. 426.

¹⁴ Vgl. z. B. E. J. FISCHER: Chemische Technologie der Neuzeit 3, 33, 34. — W. DIENEMANN in W. DIENEMANN u. O. BURRE: Die nutzbaren Gesteine Deutschlands 1, 36, 37. Stuttgart 1928. — H. PUCHNER: a. a. O., S. 27, 667.

¹⁵ Vgl. H. PUCHNER: a. a. O., S. 27.

ihrer kolloiden Natur besitzt sie große Absorptionsfähigkeit und wird deshalb zum Entfetten von Geweben und Fellen sowie zur Beseitigung von Fettflecken, zum Reinigen und Entfernen von Ölen und Fetten und auch zur Darstellung für Tapetendruckfarben¹ genommen. Ganz abgesehen von der Herstellung von Tonerde und Tonerdeverbindungen aus Kaolin bzw. Ton, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, haben diese Verbindungen eine gewisse Bedeutung für die Erzeugung von Putz- und Poliermitteln², so diente z. B. während des Weltkrieges Ton als Ersatz für Seife³. Überhaupt werden gewisse Bodenbestandteile zu der Fabrikation der sog. Kunstkerseifen benutzt, das sind „glatte mehr oder weniger gefüllte Kaliseifen, in denen das Korn durch Kreide, gebrannten Kalk, Ton und andere Stoffe erzeugt⁴ wird“, wobei der Vollständigkeit halber auch noch auf die Kalkseifen (für Schmiermittel), Aluminiumseifen (zum Wasserdichtmachen von Zeug), Manganseifen (für Firnis und Sikkative) u. a. verwiesen sei⁵. Um 30—60% Seifenmaterial zu sparen, setzt R. GANSEN⁶ den Seifen basenaustauschende, wasserhaltige Silikate (Permutite) zu.

Tone dienen neben anderen chemischen Verbindungen auch zur Herstellung des Ultramarins⁷. Der Ton soll möglichst rein, am besten Kaolin sein, möglichst wenig Eisen enthalten und keine dichte Beschaffenheit haben⁸. Auch Quarz kann unter Umständen zu der künstlichen Darstellung des Ultramarins benötigt werden, im allgemeinen wird man sich nach R. HOFFMANN⁹ heute der Infusorienerde bedienen. Auf die technische Durchführung der künstlichen Gewinnung sei hier nicht des näheren eingegangen¹⁰, es sei nur darauf hingewiesen, daß die Fabrikation eine ganz empirische ist¹¹, die im Prinzip auf das Glühen von Ton mit Natriumsulfat und Holzkohle oder Pech hinausläuft. Die fabrikatorischen Verfahren und die Mischungsverhältnisse sind ganz verschieden¹², so daß es neben den dem natürlichen Lazurit gut entsprechenden schwefelhaltigen Tonerde-Natrium-Silikaten noch eine Reihe anderer gibt. Es gibt daher auch die verschiedenst gefärbten künstlichen Produkte, wie blaues, weißes, grünes, rotes und gelbes Ultramarin¹³.

Die Verwendungsmöglichkeit der genannten Bodenbestandteile zur Herstellung dieser wichtigen Mineralfarben ist, wie schon hervorgehoben, von gewissen Bedingungen abhängig. Ultramarin wird in der Malerei, Graphik sowie zur Papierfärbung, als Waschblau u. a. m. benutzt¹⁴. Im Zusammenhang mit

¹ Zitiert nach E. J. FISCHER: a. a. O., S. 35.

² DIENEMANN, W.: a. a. O., S. 37. — PUCHNER, H.: a. a. O., S. 667.

³ FRIEDRICH, H., O. DAMMER, FR. PETERS u. K. ARNDT: Aluminiumverbindungen. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 539. Stuttgart 1927.

⁴ DAVIDSOHN, J. u. W. SCHRAUTH: Die Seifen. In O. DAMMER: Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., herausgeg. von FR. PETERS u. HERM. GROSSMANN 4, 99. Stuttgart 1931. — BENZ, E.: Seifen. Ebenda, 1. Aufl., 3, 543. 1911.

⁵ BENZ, E.: Ebenda, S. 545.

⁶ Zitiert nach A. KOLB: Permutite. a. a. O., S. 438.

⁷ Vgl. REINH. HOFFMANN: Ultramarin. Braunschweig 1902. — G. ZERR u. R. RÜBENCAMP: Handbuch der Farbenfabrikation. Berlin 1910. — E. BÖRNSTEIN: Farbstoffe. Chemische Technologie der Neuzeit 2, 1032f. Stuttgart 1911. — L. BOCK: Die Fabrikation der Ultramarinfarben. 1918.

⁸ HOFFMANN, REINH.: a. a. O., S. 13, 14.

⁹ Ebenda S. 14.

¹⁰ Vgl. z. B. R. RÜBENCAMP: Körperfarben. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 886, 889. Stuttgart 1927.

¹¹ OST, H.: Lehrbuch der chemischen Technologie, 10. Aufl., S. 204. Leipzig 1919.

¹² OST, H.: a. a. O., S. 204.

¹³ HOFFMANN, REINH.: a. a. O., S. 71 ff. — Vgl. hierzu auch L. BOCK: Konstitution des Ultramarins. Braunschweig 1924.

¹⁴ Vgl. R. RÜBENCAMP: a. a. O., S. 889.

Ultramarin seien die natürlichen Erdfarben¹ besprochen, welche in der Technik zur Herstellung von Farbstoffen ausgenutzt werden. Unter den weißen² Erdfarben sind besonders die Kalziumverbindungen hervorzuheben, von denen Kalziumkarbonat und Gips in erster Linie zu nennen sind. Auch von den weiß gefärbten Silikaten werden eine Reihe in der Farbtechnik verwendet, so z. B. Magnesiumsilikate und Aluminiumsilikat, und zwar ersteres in der Form von Speckstein oder Talk (Steatit) und letzteres als Pfeifenton, Porzellanerde und Kaolin.

Als gelbe Erdfarben³ haben Ocker, gelbe Erden, Terra di Siena Eingang in die Farbtechnik gefunden. Ocker tritt in Farbtonungen auf von Reingelb in Abstufungen bis zum Braunrot. Die Farbe stammt in erster Linie von Eisenhydroxyden. Ocker sind im wesentlichen als gefärbte Tone anzusehen, deren Farbtonung durch den Gehalt durch Kalk und Mangan beeinflusst wird. Die Ockerarten werden sehr häufig mit anderen Mineralfarben gemischt, um zu den verschiedensten Farbtonungen zu kommen. Die Ocker werden z. T. auch als gebrannter Ocker verwertet. Durch das Brennen oder Kalzinieren wird die Farbe durch Zerstörung der organischen Substanz und Entwässerung der Eisenhydroxyde zwar geändert, doch gelangt durch diese Maßnahme das erhaltene Produkt zu einer besseren Deckfähigkeit. Auch künstlich hergestellte Ocker sind bekannt. Terra di Siena oder auch italienische Erde, Sienaerde, Umbra oder Terra ombre genannt, ist ein ziemlich reines Ferrihydroxyd, das verhältnismäßig wenig Ton beigemischt enthält. Der Zusammensetzung nach gehört diese besonders im Harz und in Oberitalien gefundene Farberde zu den Ockern. Ihre Anwendungsmöglichkeit ist ziemlich groß, denn nicht nur in der Malerei, sondern auch in den graphischen Gewerben wird sie benutzt. Rote bis braune Farbtöne⁴ geben eisenreiche Bodenarten, die als Umbra, Rötel oder roter Bolus in der Farbtechnik viel gebraucht werden, und zwar in erster Linie als Wasserfarbe und zur Herstellung von Rotstiften oder roter Schreibkreide. Ferner können als rote Farbstoffe die Glühprodukte von Raseneisenstein (Wiesenerz, Sumpferz, See-Erz) sowie Brauneisenstein u. a. als Wasser- und Ölfarbe benutzt werden. Ferner seien die roten Farberden der Fränkischen Alb⁵ erwähnt, die sich wie folgt zusammensetzen: „11,80% Eisenoxyd, 24,09% Tonerde, 57,79% Kieselsäure, Spuren von Kalk und Magnesia, 0,79% Kali, 0,65% Natron, 4,88% Wasser und Organisches.“ Nach RÜBENCAMP⁶ ist Umbra „gegenwärtig keine präzise oder zweifelsfreie Bezeichnung mehr. Ursprünglich verstand man darunter eine ockerartige Farberde, die eine aus verwitterten manganhaltigen Eisenerzen entstandene Mulme darstellte, in rohem und geschlämmten Zustande hellrötlich bis grünlichbraun, nach dem Brennen lebhaft rotbraun bis dunkelbraun erscheint und von ziemlich kräftiger Deckfähigkeit ist.“

Unter den grünen Farberden, die z. B. als grüne Erde, böhmische oder Veronesererde und unter anderen Namen im Handel sind, versteht man solche, „die sich in mehr oder minder grünlichgrauen Nuancen als Ferrosilikate finden. Eine ausgesprochen rein grüne Färbung zeigen diese Erden selten.“⁶ Unter grünem Ocker ist ein Kunstprodukt zu verstehen, das durch Behandlung des oben erwähnten gelben Ockers mit Salzsäure und gelbem Blutlaugensalz entsteht. Von den anderen Farberden sei nur noch Vivianit⁷, blaue Erde oder Blauerde (phos-

¹ Vgl. E. BÖRNSTEIN: a. a. O., 2, 1013, 1014. 1911. — R. RÜBENCAMP: a. a. O., S. 852 bis 858.

² RÜBENCAMP, R.: a. a. O., S. 853, 854. ³ Vgl. R. RÜBENCAMP: a. a. O., S. 855.

⁴ Vgl. E. BÖRNSTEIN: a. a. O., S. 1014. — R. RÜBENCAMP: a. a. O., S. 855—857.

⁵ GÜMBEL, W. v.: Geologie von Bayern 2, 869. Kassel 1894; zitiert von H. PUCHNER: a. a. O., S. 668.

⁶ RÜBENCAMP, R.: a. a. O., S. 856.

⁷ BÖRNSTEIN, E.: a. a. O., 2, 1014. 1911.

phorsaurer Eisen) erwähnt, das aber als Färbmittel infolge der Herstellung besserer künstlicher Farben heute kaum noch Verwendung findet. Für die Aufbereitung der natürlichen Farben kommen in erster Linie Zerkleinerung, Sieben, Schlämmen und eventuell Erhitzen in Frage. Bei der letzten Aufbereitungsart werden aber Farbänderungen durch Verlust an organischer Substanz und Hydratwasser eintreten. Nicht nur als Anstrichfarbe, sondern als Färbmittel für die verschiedensten Produkte kommen die Erdfarben in Frage, so z. B. für die Erzeugnisse der Kautschukindustrie. Diese Industrie benutzt überhaupt eine Reihe von Bodenbestandteilen, so werden dem Rohkautschuk Ton, Aluminiumoxyd, Kreide, Gips, Silikate, Magnesia u. a. zur weiteren Verarbeitung zugesetzt¹. Auch zur Hartgummifabrikation² werden Kaolin, Magnesia u. a. als Zusatzmittel in bedeutenden Mengen verbraucht. Ferner enthalten gewisse Kaseinpräparate, wie Galalith, Milchsteine u. ä. Kaolin, Kreide u. a. Produkte als Füllmittel³.

Neben diesen genannten Verwendungsmöglichkeiten der Böden bzw. einzelner Bodenbestandteile, kommt der Boden als Lagerstätte hochwertiger Beimengungen⁴ für die Technik und viele Gewerbe als eine Art Ausgangsprodukt in Frage. PUCHNER⁵ weist in diesem Zusammenhange auf die Gewinnung von Gold⁶, Platin⁷ und Diamanten⁸ hin. Der genannte Autor beschreibt auch kurz die Gewinnung dieser Edelmetalle, die in erster Linie auf mechanischen Vorgängen beruht. Außerdem weist PUCHNER⁹ in bezug auf bodenkundliche Zusammenhänge auf die Ausbeutung der Monazitsande¹⁰ auf Thorium¹¹ und Cer¹² und auf die Bedeutung dieser beiden Erdmetalle für die Gasglühlichtindustrie¹³ hin.

6. Die Bedeutung des Bodens in der Hygiene.

Von G. NACHTIGALL, Hamburg.

Unmittelbare ursächliche Zusammenhänge zwischen Bodenbeschaffenheit und menschlichen Krankheiten¹⁴.

Solange es menschliche Niederlassungen gibt, hat man wohl schon die ja auch naheliegende Anschauung vertreten, daß die Beschaffenheit des Bodens, auf dem die Menschen wohnen und arbeiten, für ihr körperliches Wohlbefinden

¹ DITTMAR, R.: Kautschuk. Chemische Technologie der Neuzeit 3, 657. 1910.

² DITTMAR, R.: a. a. O., S. 659.

³ RUSCHE, FR.: Milch. Chemische Technologie der Neuzeit 3, 735. 1910.

⁴ Vgl. H. PUCHNER: a. a. O., S. 678f.

⁵ PUCHNER, H.: a. a. O., S. 678—682.

⁶ Vgl. R. SCHÄFER: Gold. Chemische Technologie der Neuzeit, 2, 666f. 1911.

⁷ Vgl. B. WÄSER u. R. KÜHNEL: Platin und Platinmetalle. Chemische Technologie der Neuzeit, 2, 731f. 1911.

⁸ Vgl. H. PUCHNER: a. a. O., S. 679.

⁹ PUCHNER, H.: Bodenkunde, a. a. O., S. 681.

¹⁰ SPETER, M.: Thorium. In O. DAMMER: a. a. O., 1, 507. 1910; gibt zwei Analysen von Monazitsanden an.

¹¹ Vgl. M. SPETER: Thorium. In O. DAMMER: a. a. O., 1, 505f. 1910. — O. KAUSCH: Thoriumverbindungen. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 3, 568. 1927.

¹² Bezüglich der Gewinnung des Cers vgl. M. SPETER: Die seltenen Erden. In O. DAMMER: a. a. O., 1, 498. 1910. — Ders., Die seltenen Erden. a. a. O., S. 487, gibt die schematische Übersicht über die Entdeckungsgeschichte der seltenen Erden von R. J. MEYER wieder.

¹³ Vgl. M. SPETER: Gasglühlicht-Industrie, a. a. O., S. 523f. — Ferner H. OST: a. a. O., S. 343f. — E. BÖRNSTEIN: Beleuchtung und Lichtmessung. In O. DAMMER: a. a. O., 2, 245. 1911. — W. BERTELSMANN u. ERICH SCHMIDT: Flammenbeleuchtung und Lichtmessung. Chemische Technologie der Neuzeit, 2. Aufl., 1, 512, 533, 537. 1925.

¹⁴ Bei der Bearbeitung dieses Abschnittes wurde Verfasser von Dr. W. GREIFF (Hyg.-bakter. Abt. d. Hygien. Staatsinst. Hamburg) unterstützt.

keineswegs gleichgültig ist. Man unterschied von alters her zwischen gesunden und ungesunden Gegenden und Bodenarten, und häufig wurden ganze Siedlungen verlassen, wenn diese zu ungesund, den Fiebern zu sehr ausgesetzt waren¹. Man wußte nicht, ob die Erreger der Seuchen, die wie die Pest, die Cholera und der Typhus über die Städte herfielen und in kürzester Frist immer wieder einen großen Teil der Bevölkerung dahinrafften, aus dem Boden kämen, sich durch die Luft verbreiteten, den Nahrungsmitteln anhafteten oder von Tieren oder Menschen auf die Menschen übertragen würden. „Pestilentiae tres modi sunt aut ex terra, aut ex aqua, aut ex aëre“ hieß es z. B. zu Beginn des Mittelalters², wo man mit dem Ausdruck Pest und Pestilenz noch alle möglichen Massenerkrankungen zu belegen pflegte.

Eine große Rolle spielte früher das sog. Miasma, „das der menschlichen Natur feindselig ist“, „als etwas Putrides, Fauliges“, das, in den Körper gelangt, dort wiederum Fäulnisvorgänge (nämlich Infektionskrankheiten) erzeuge³. Diese krankheitserregende Luftfäulnis sollte durch die verschiedensten Fäulnisprozesse an der Erdoberfläche und im Boden sowie durch Dünste aus dem Erdinnern verursacht werden. Man machte die Bodenbeschaffenheit auch für die Moral der Menschen verantwortlich: „An solchen Oertern“ (Vesuv und Ätna), „wo die Luft viel Schwefel und heiße Ausdünstungen enthalte, sey das Volk allzeit sehr gottlos und lasterhaft⁴.“ An Stelle des ebenfalls als ungesund geltenden Grundwassers empfahlen die Ärzte den Genuß des (vielfach durch Unrat verunreinigten) Oberflächenwassers, weil dieses durch Berührung mit der Luft von den fauligen, giftigen Gasen befreit werde⁵. Mit dieser Theorie der nur aus toter Materie entstehenden Miasmen verband man aber auch schon im Altertum die Erkenntnis von der Kontagiosität mancher Krankheiten⁶. Das Kontagium vivum entwickelt sich vom kranken Menschen aus. Wo eine solche Infektion nicht nachweisbar war, blieb die Annahme der Verbreitung durch miasmatische Lüfte.

Pettenkofers lokalistische Bodenlehre.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts fand diese Annahme eine recht wirkungsvolle Förderung durch den Begründer der neueren exakten Hygiene MAX VON PETTENKOFER (1818—1901), und zwar durch dessen sog. „lokalistische Bodenlehre“, nach welcher in der Assanierung des Bodens der Hauptangriffspunkt für alle Seuchenverhütung (Cholera und Typhus) zu finden ist. Er stellte die Theorie der örtlich-zeitlichen Bedingtheit der Seuchenentstehung auf, die rund 200 Jahre vor ihm von THOMAS SYDENHAM⁷ (1624—1689)

¹ Die geschichtliche Entwicklung der Anschauungen über die Zusammenhänge zwischen Bodenbeschaffenheit und Seuchenentstehung schildern u. a.: J. FODOR: Boden und Wasser und ihre Beziehungen zu den epidemischen Krankheiten, S. 1—16. Braunschweig 1882. — R. ABEL: Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Lehre von der Infektion, Immunität und Prophylaxe. In W. KOLLE, R. KRAUS u. P. UHLENHUTH: Handbuch der pathogenen Mikroorganismen I, 1—31. 1929. — K. KISSKALT: Geschichte der epidemiologischen Forschungen. In E. FRIEDBERGER u. R. PFEIFFER: Lehrbuch der Mikrobiologie I, 1—13. 1919. — Siehe auch dieses Handbuch I, 67, 68.

² SEVILLA, ISIDOR VON, nach M. MÜLLER: Die Herkunft der Lehre Sydenhams von den tellurischen Ursachen der epidemischen Konstitution. Arch. Hyg. u. Bakter. 104, 369 (1930).

³ ABEL, R.: a. a. O., S. 2.

⁴ FRANK, J. P.: System einer vollständigen medizinischen Polizey 3, 777. Wien 1787.

⁵ DUNBAR, W. P.: Zum gegenwärtigen Stande der Oberflächenwasserversorgung. Gesdh.ing. 35, 185 (1912).

⁶ ABEL, R.: a. a. O., S. 4 u. 5.

⁷ Näheres über TH. SYDENHAMS Lehre von der epidemischen Konstitution, die in erster Linie durch eine aus dem Boden stammende Schädlichkeit bedingt werden sollte, bringt u. a. M. MÜLLER: a. a. O., S. 370f. — Vgl. auch W. HAMER: Epidémie ancienne et nouvelle. Paris 1931. Zbl. Hyg. 25, 312 (1931).

inauguriert worden war. Nach PETTENKOFER können sich Epidemien, wie Typhus und Cholera, nur auf einem für Luft und Wasser leicht durchgängigen, unreinen Boden und bei einer bestimmten, verhältnismäßig geringen Bodenfeuchtigkeit entwickeln. Der verunreinigte Boden übt seinen krank machenden Einfluß durch gasförmige Emanationen aus, welche sich aus chemischen Prozessen in einem siechhaften Boden entwickeln, bei sinkendem Grundwasserstande aufzusteigen vermögen und in ihrer Einwirkung auf den menschlichen Organismus die eigentliche Krankheitsursache darstellen. Diese Lehre fand naturgemäß heftigen Widerspruch, nachdem es dem Altmeister der Bakteriologie ROBERT KOCH (1843—1910) hauptsächlich mit Hilfe seiner festen Bakteriennährböden gelungen war, als Erreger vieler ansteckender Krankheiten spezifische Mikroorganismen aufzufinden, deren Reinkulturen die betreffenden Krankheiten erzeugen können, ohne daß dabei eine Mitwirkung des Bodens erforderlich ist¹. Hinzu kommt, daß die schulgemäß nach der KOCHSchen Lehre der Bakterienbekämpfung angewandten Maßnahmen sich alsbald als außerordentlich segensreich erwiesen haben und heute noch erweisen. Die PETTENKOFERSche Lehre hat seitdem keine praktische Bedeutung mehr², sie wird von den heutigen Vertretern der hygienischen und epidemiologischen Wissenschaft abgelehnt, und zwar auch³ in der späteren Modifikation PETTENKOFERS, mit welcher in erster Linie FR. WOLTER in seinen zahlreichen Veröffentlichungen⁴ neben manchen beachtenswerten Gedanken versucht, die PETTENKOFERSche und die KOCHSche Auffassung zu einem einheitlichen Gebäude zu vereinigen. Nach WOLTER führt die dem Boden entstehende gasförmige Typhusursache „primär auf dem Wege der Atmungsorgane zu einer Bodengasintoxikation des Blutes, darauf erfolgt sekundär die Entwicklung der pathogenen Typhusbazillen aus anderen Mikroorganismen (Bact. Coli) in unserem Organismus, sobald die Gewebe desselben, welche nach R. KOCH den eigentlichen Nährboden dieser obligaten (nicht saprophyten!) Organismen darstellen, unter dem Einfluß der primären Krankheitsursache krankhaft verändert

¹ Eine Gegenüberstellung der wichtigsten Lehrsätze KOCHS und PETTENKOFERS findet man u. a. in der Schrift von E. EMMERICH: MAX PETTENKOFERS Bodenlehre der Cholera asiatica. Einleitung S. XV. München 1910.

² Vgl. unter vielen anderen: A. GÄRTNER: Hygiene des Bodens. In TH. WEYLS Handbuch der Hygiene II, S. 293 u. 370. Leipzig 1919.

³ In den letzten Jahren z. B. von C. PRAUSNITZ: Die Grundlagen der epidemiologischen Forschung. Dtsch. med. Wschr. 51, 1807 (1925). — H. STRAUB: Sind Typhusepidemien ein „elementares Naturereignis“? Ebenda 52, 1887 (1926). — M. KNORR: Explosiv- und Tardiv-epidemien. Münch. med. Wschr. 74, 1945 (1927). — Typhus und Trinkwasser. Eine epidemiologische Studie über die Pforzheimer Typhusepidemie 1919. Arch. Hyg. u. Bakter. 102, 10 (1929). — F. NEUFELD: Fortschritte und Rückschritte der epidemiologischen Forschung. Dtsch. med. Wschr. 53, 687 (1927). — E. GOTSCHLICH: Allgemeine Morphologie und Biologie der pathogenen Mikroorganismen. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen I, 311—314 (1929). — Vgl. auch R. MOHRMANN: Die Hannoverische Typhusepidemie im Jahre 1926. Veröff. Med. verw. 24, 393—444 (1927). — M. HAHN u. H. REICHENBACH: Die Typhusepidemie in Hannover 1926. Ebenda 27, 363—529 (1928). — H. BRUNS: Typhusepidemien und Trinkwasserleitungen. Gas- u. Wasserfach 70, 533 u. 1013 (1927). — Was berechtigt uns bei Ausbruch einer Typhusepidemie einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Trinkwasser und Epidemie anzunehmen? Jb. Vom Wasser 3, 43f. (1929). — C. PRAUSNITZ: Bemerkungen zu der Arbeit von FR. WOLTER: „Die Entstehungsursache der Pforzheimer Typhusepidemie von 1919.“ Med. Welt 5, 1692 (1931). — H. REDEZKY: Die verschiedenen Theorien über Entstehung, Verlauf und Erlöschen der Seuchen. WEICH-HARDTS Erg. Hyg. 12, 466—472 (1931).

⁴ Hauptsächlich in den bei Lehmann in München erscheinenden Bänden der PETTENKOFER-Gedenkschrift (Bd. I, 1906; Bd. 10 u. 11, 1930); weiter z. B. FR. WOLTER: Zur Frage der Trinkwasserepidemien. Arch. Hyg. u. Bakter. 101, 5f. (1929). — Zur Frage der Trinkwasserepidemien in ihrer Bedeutung für die Hygiene unserer modernen Großstädte. Wasser u. Gas 21, 293f. (1930); 21, 641f. (1931).

sind¹.“ Aber ein exakter Beweis für eine so weitgehende Umwandlung von Mikroorganismen ist noch niemals erbracht worden². Da ohne die Mitwirkung der spezifischen Erreger Epidemien nicht entstehen, ist es nur folgerichtig, wenn man die Krankheitserreger überall da zu vernichten sucht, wo man ihrer habhaft werden kann, in erster Linie an dem sie ausscheidenden kranken (und was schwieriger ist, klinisch gesunden) Menschen, und wenn man sie von den Nahrungsmitteln, dem Wasser und dem Boden fernzuhalten sucht, da man die anderen zum größten Teil noch unbekanntem Einflüsse nicht beherrscht, die außer den pathogenen Keimen bei dem Zustandekommen von Epidemien von Bedeutung sind³. Hinsichtlich dieser sonstigen Einflüsse⁴ ist es vielleicht⁵ nicht ausgeschlossen, daß neben den erprobten Lehren der mikrobiologischen Schule „manche der von PETTENKOFER und seinen Anhängern vertretenen Anschauungen, vielleicht in einer etwas gewandelten Form, noch einmal wieder mehr zur Geltung kommen werden⁶.“ „Denn die Gesetze der Epidemien, die Gründe für ihr Kommen und Gehen, ihr Anschwellen und Nachlassen, ihr schweres und leichteres Auftreten“ sagt ABEL⁷, „übersehen wir auch heute noch längst nicht klar.“ Auch KISSKALT ist der Meinung, „daß durch die Einführung der experimentellen Erforschung der Krankheitsfälle die frühere Methode des Vorgehens bei der Seuchenforschung in einem Grade zurückgedrängt wurde, der zweifellos zu weit ging⁸.“ Auf jeden Fall ist es ein bleibendes Verdienst PETTENKOFERS, daß er und die Anhänger seiner Bodentheorie immer wieder auf die Gefahren der Verseuchung und der mangelhaften Sanierung des Bodens hingewiesen und dadurch auch schon lange vor der bakteriologischen Ära viel zur Sanierung der Städte und zum Rückgang der Seuchen beigetragen haben⁹, insofern als eine möglichst ausgiebige und wirksame Kanalisation mittelbar die Kontaktmöglichkeit und damit die Verbreitung epidemischer Erkrankungen einzuschränken vermag¹⁰.

¹ WOLTER, FR.: a. a. O., S. 13. — Die Nebelkatastrophe im Maastal südlich von Lüttich. Klin. Wschr. 10, 787 (1931).

² Der Bodengashypothese experimentell nähergetreten sind J. SCHUBERT: Experimentalversuche zur Epidemiologie. Münch. med. Wschr. 75, 773 (1928). — W. WEICHHARDT: Über Reizwirkung von Kanalgasen und Bodenluft. Arch. Hyg. u. Bakter. 105, 88 (1930).

³ Vgl. u. a. K. v. VAGEDES: Zur Frage der Trinkwasserepidemien in ihrer Bedeutung für die Hygiene unserer modernen Großstädte. Wasser u. Gas 21, 390 (1931). — FR. WOLTER: Zur Frage der Trinkwasserepidemien in ihrer Bedeutung für die Hygiene unserer modernen Großstädte. Ebenda 21, 293 (1930); 21, 641 (1931). — Das Auftreten einer gehäuften Erkrankung an Abdominaltyphus auf der Elbinsel Veddel usw. Münch. med. Wschr. 78, 1332 (1931).

⁴ Vgl. z. B. B. DE RUDDER: Wetter und Jahreszeit als Krankheitsfaktoren, S. 122. Berlin 1931. — Ferner E. MARTINI: Verbreitung von Krankheiten durch Insekten. Erg. Hyg. 7, 463 (1925). — Über Provokationsepidemien. Cbl. Bakter. I, Orig. 110, Beiheft, 245 (1929). — H. REDEZKY: a. a. O., S. 480f. — K. KISSKALT: Der erste Einbruch der Cholera in Deutschland vor 100 Jahren (1831). Münch. med. Wschr. 78, 2015 (1931). — Vgl. auch die sich auf Fußnote² S. 224 beziehenden Ausführungen.

⁵ Aber unter Ablehnung der eigentlichen lokalistischen Lehre, das sei ausdrücklich betont. — Vgl. auch E. SCHILCHER: Epidemien, Bodenbeschaffenheit und Klima. Münch. med. Wschr. 72, 1888 (1925).

⁶ SPITTA, O.: Grundriß der Hygiene, S. 470. Berlin 1920.

⁷ ABEL, R.: a. a. O., S. 28. — Vgl. auch G. SALUS: Die Typhusepidemie in Prag und die sogenannte Krise in der Typhusepidemiologie. Med. Klin. 24, 1158 (1928): „Gegenstand künftiger Forschung muß es sein, außer den Verbreitungswegen möglichst alle Ursachen der Massendisposition und die lokalen Quellen der Endemien zu erfassen.“

⁸ KISSKALT, K.: Allgemeine Epidemiologie. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 3, 731. 1929. — Vgl. auch E. GOTSCHLICH: Epidemiologische Untersuchungen. Handbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden 1, 553f. 1926.

⁹ HAHN, M.: Allgemeine Epidemiologie und Prophylaxe. In E. FRIEDBERGER und R. PFEIFFERS Lehrbuch der Mikrobiologie I, 235. 1919.

¹⁰ REDEZKY, H.: a. a. O., S. 472.

Die spezifischen Krankheitserreger und ihre Beziehungen zum Boden.

Seitdem man die Erreger der früher als typische Bodenkrankheiten (Cholera, Typhus, Ruhr, Pest, Milzbrand, Malaria u. a.) geltenden Seuchen entdeckt und auf Grund des Studiums ihrer Arten und Varietäten, ihrer Lebensbedingungen¹ in und außerhalb des menschlichen Körpers, ihrer Empfindlichkeit gegenüber Desinfektionsmitteln usw., eine reale Grundlage für die Bekämpfung ansteckender Krankheiten geschaffen hat, ist der Boden seiner früheren mehr oder weniger mystischen Bedeutung entkleidet worden.

Die infektiösen Darmbakterien. Immerhin ist der Boden nach wie vor für eine Reihe von Krankheiten direkt oder indirekt von erheblicher Bedeutung. So ist auch für Cholera, Typhus und Ruhr (Bazillenruhr sowohl wie Amöbenruhr) die Möglichkeit einer Infektion unter Mitwirkung des Bodens nicht zu bestreiten. Mit ihr ist z. B. immer zu rechnen, wenn die Erreger mit den Entleerungen infizierter Menschen in den Boden und aus diesem durch ungenügend filtrierende Bodenschichten in das zu menschlichen Genuß- und Gebrauchszwecken dienende Quell- oder Brunnenwasser in noch vermehrungsfähigem Zustande gelangt sind. Für die Ruhr ist dieser Übertragungsweg allerdings seltener nachgewiesen. Eine direkte Übertragung der Bazillenruhr durch den Erdboden kommt nach LÜDKE² im Grunde nur bei Kindern vor, die auf dem mit Ruhrfäces infizierten Boden spielen. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß die starke Verbreitung der Ruhr während des Weltkrieges durch die ausgedehnte Verschmutzung des Bodens durch Ruhrdejekte in den heißen Monaten mit veranlaßt wurde³. Auf Sumatra ist es W. SCHÜFFNER und W. KUENEN durch systematische Sanierung ausgedehnter Plantagen, besonders durch strenge Durchführung der Teeverabreichung gelungen, die Todesfälle an Amöbenruhr von 22,5 je 1000 im Jahre 1903 auf 2,5 im Jahre 1905 und in den folgenden Jahren noch weiter zu senken⁴. Zu Erkrankungen unter Vermittlung des Bodens kann es auch durch verunreinigte Feld- und Gartenfrüchte⁵, oder infolge Keimverschleppung durch Fliegen (besonders bei Ruhr), Ratten, Mäuse und andere Tiere kommen. Im übrigen gehen Choleravibrionen⁶ und Dysenteriebakterien⁷ im Boden sehr bald zugrunde, sie sind besonders gegen Austrocknung sehr empfindlich. Bei Versuchen von EMMERICH und GEMÜND⁸ gingen Choleravibrionen bei natürlichen Versuchsbedingungen auf reinem Kiesboden binnen 7 Tagen, auf natürlich verunreinigtem Boden je nach der Bodenart nach 15—81 Tagen zugrunde. Die Lebensdauer im Boden hängt natürlich sehr von den äußeren Verhältnissen und von der inneren Lebenskraft der jeweils auf den Boden gebrachten Keime ab. Dasselbe gilt von den Typhusbakterien, die sich im allgemeinen länger als die

¹ Vgl. u. a. H. BRAUN: Allgemeines über den Verwendungsstoffwechsel krankheits-erregender Bakterien. Z. angew. Chem. 44, 293 (1931).

² LÜDKE, H.: Die Bazillenruhr, S. 223. Jena 1911.

³ KOCH, J.: Zur Epidemiologie und Biologie der Ruhrerkrankungen im Felde. Dtsch. med. Wschr. 42, 186 (1916). — BOEHNCKE, K.: Bazillenruhr. In O. v. SCHJERNINGS Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege 7, 362. Leipzig 1922.

⁴ Nach J. SMIT: Die Trinkwasserversorgung Niederländisch-Indiens. Z. angew. Chem. 39, 961 (1926).

⁵ FISCHER, W.: Die Amöbenruhr. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 8, 189 (1930).

⁶ KOLLE, W. u. R. PRIGGE: Cholera asiatica. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 4, 31 (1928). — Vgl. auch E. GILDEMEISTER u. K. BAERTHLEIN: Beiträge zur Cholerafrage. Münch. med. Wschr. 62, 707 (1915).

⁷ LENTZ, O. u. R. PRIGGE: Dysenterie. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 3, 1510 (1931).

⁸ EMMERICH, E. u. W. GEMÜND: Beiträge zur experimentellen Begründung der PETTENKOFERSchen lokalistischen Cholera- und Typhuslehre. Münch. med. Wschr. 51, 1090 (1904).

Choleravibrionen im Boden halten. Nach neueren Untersuchungen¹ bleiben sie in nicht sterilisiertem feuchten Boden im Mittel etwa 10 Tage lebensfähig, wobei hauptsächlich Temperatur², Feuchtigkeit und Wasserstoffionenkonzentration von Einfluß sind. So fand J. KLIGLER³ bei $p_H = 6,6$ bis $7,4$ in feuchtem Boden Typhusbakterien bis zu 70 Tagen am Leben, in dem gleichen trockenen Boden dagegen nur bis zu 2 Wochen. Bei einem p_H von $5,4$ — $8,0$ waren nach 10 Tagen 90% der Keime, der Rest innerhalb 30 Tagen zugrunde gegangen. Angaben über die Lebensfähigkeit von Typhusbakterien (11—16 Monate) und von Choleravibrionen (bis zu 174 Tagen) in sterilisierter feuchter Erde bringt GOTSCHLICH⁴ unter Betonung der praktischen Bedeutung solcher Beobachtungen, denn Typhusbakterien können sehr wohl zufällig einmal in tiefere, bakterienärmere Bodenschichten gelangen und hier, geschützt gegen die Konkurrenz der Saprophyten, sich lange lebend erhalten. Aber normalerweise ist der Keimtransport in die Tiefe nur gering, und selbst wenn dort trotz der ungünstigen Temperatur-, Sauerstoff- und Nährstoffverhältnisse noch eine Vermehrung einmal eintreten würde, so wäre auch das hygienisch kaum von praktischer Bedeutung, weil die Keime keineswegs wieder an die Oberfläche gelangen könnten, abgesehen natürlich von künstlicher Bloßlegung oder Verschleppung durch Grundwasser bei ungenügend filtrierendem Untergrund. Im übrigen spielen auch die oberflächlichen Bodenschichten für die Entstehung und Verbreitung dieser drei Seuchen nur eine untergeordnete Rolle, indem die meisten Infektionen ohne die Mitwirkung des Bodens zustande kommen⁵. So hat man bei der systematischen Typhusbekämpfung im Südwesten des Deutschen Reiches seiner Zeit statistisch festgestellt, daß etwa 65% aller Infektionen durch Kontaktübertragung, dagegen nur etwa 10% durch verseuchtes Wasser zustande gekommen sind⁶.

Typische „Bodenkrankheiten“. Tetanus und die verschiedenen Gasödeme. Dagegen steht eine Reihe anderer Krankheiten mikroparasitären Ursprungs in so engen Beziehungen zum Boden, daß man sie auch heute noch als typische Bodenkrankheiten bezeichnen kann, insofern nämlich, als sich die Erreger in Dauerform im Boden befinden und gewöhnlich von diesem aus zu den Menschen gelangen. Bei ihnen findet die Verbreitung von Mensch zu Mensch nur ausnahmsweise statt, und nur selten kommt es zu (kleineren) Epidemien. Hierher gehören die Erreger von Wundinfektionen, nämlich des Wundstarrkrampfes und der verschiedenen Gasödeme.

¹ BAERTHLEIN, K.: Abdominaltyphus. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 3, 1261. 1929.

² Vgl. z. B. G. SCHAD: Über die Inkubationszeit beim Typhus. Münch. med. Wschr. 77, 1661 (1931).

³ Zitiert nach K. BAERTHLEIN: a. a. O., S. 1261.

⁴ GOTSCHLICH, E.: a. a. O., S. 315 u. 316.

⁵ Noch mehr gilt das für andere infektiöse Darmbakterien. Vgl. z. B. P. UHLENHUTH u. E. HÜBENER: Infektiöse Darmbakterien der Paratyphus- und Gärtnergruppe. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 3, 1070 (1913). — G. ELKELES u. R. STANDFUSS: Die Paratyphosen. Ebenda 3, 1689, 1713 u. 1730. 1931. — H. LINDEN: Fortschritte auf dem Gebiete der Nahrungsmittelvergiftung. Dtsch. med. Wschr. 57, 543 (1931).

⁶ BAERTHLEIN, K.: a. a. O., S. 1252. — Nach W. v. DRIGALSKI: Übertragungsweise der Typhusbazillen von Mensch zu Mensch. (Aus der Denkschrift über die seit dem Jahre 1903 unter Mitwirkung des Reiches erfolgte systematische Typhusbekämpfung im Südwesten Deutschlands.) Arb. kaiserl. Gesdh. amt 41, 273 (1912). Es hat sich dabei „ein Einfluß im Boden lebender Typhuskeime auf die Typhusübertragung nicht nachweisen lassen“. — Vgl. auch H. BRUNS: Typhusepidemien und Trinkwasserleitungen. Gas- u. Wasserfach 70, 525 (1927). — H. KUNTZE: Der Einfluß der Wasser- und Milchepidemien auf die Sterblichkeit bei Unterleibstyphus 1919—1928, S. 29. Dissert., Bonn 1930; nach Zbl. Hyg. 25, 827 (1931). — H. SCHAECHTE: Die verstärkte Typhusbekämpfung in Anhalt. Z. Med. beamte 44, 475 (1931).

Der Erreger des Wundstarrkrampfes (Tetanus)¹ ist ein Bazillus, der sehr dauerhafte Sporen bildet und ein starkes Toxin erzeugt. Er wächst streng anaerob und kommt in gedüngter Acker- und Gartenerde, auch im Straßenstaub häufig vor. Man vermutet², daß die Tetanusbazillen aus dem Darm der Pflanzenfresser, namentlich der Rinder und Pferde, in den Boden gelangen. Die Tiere bleiben gesund, solange der Darm unverletzt ist. Die Darmpassage soll zur Erhaltung und Vermehrung des Erregers notwendig sein. Vielleicht findet auch im Erdboden bei optimalen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen noch Vermehrung und Sporenbildung statt, sobald und solange anaerobe Bedingungen vorliegen³. Im Weltkrieg waren Tetanusinfektionen auf den gedüngten Feldern der Westfront häufiger als im Osten⁴.

Dagegen nahmen andersartige Wundinfektionen, nämlich der Gasbrand, die Gasgangrän, die Gasphlegmone und das maligne Ödem, im letzten Kriege an gewissen Frontabschnitten bei Freund und Feind zeitweise einen sehr bedenklichen Umfang an⁵. Ihre Erreger, die „Gasödembazillen“, gehören ebenfalls zur Klasse der anaeroben Sporenbildner. Auf Veranlassung des preussischen Kriegsministeriums wurden an allen Kampffronten der Heere der Mittelmächte Erdproben eingesammelt und von ZEISSLER und RASSFELD⁶ qualitativ und quantitativ genauestens untersucht. Die Anaerobenflora dieser Bodenproben stimmte bis ins einzelne mit der von deutschen, englischen und französischen Bakteriologen festgestellten Anaerobenflora der Gasödeme des Krieges und Friedens überein. Damit war der regelmäßige Gehalt auch des jungfräulichen Bodens an Sporen der Gasödembazillen und die Tatsache einwandfrei erwiesen, daß die Gasödeme mit dem Boden in ursächlichem Zusammenhang stehen. Seit Beendigung des Krieges treten Wundinfektionen durch Gasödembazillen in einem gewissen Prozentsatz als Folge der Verwundungen auf, die sich bei den immer noch zunehmenden Verkehrsunfällen ereignen, worüber ZEISSLER und NELLER⁷ berichten. Auch der spontane Rauschbrand der Jungrinder wird durch anaerobe Sporenbildner verbreitet und ist als Bodenkrankheit in der Regel an verschiedene Distrikte gebunden⁸.

Milzbrand. Der Milzbrandbazillus (*Bacillus anthracis*) gelangt in vegetativer Form oder in der bekanntlich ganz außerordentlich widerstandsfähigen Dauerform — die jedoch nur bei Anwesenheit von Sauerstoff, also nicht im Tierkörper gebildet wird⁹ — durch Vergraben von Kadavern milzbrandiger Tiere und mit dem Kot und Harn und den blutigen Ausscheidungen milzkranker Rinder, Schafe, Pferde, Schweine usw. in den Boden. Auch gesunde, namentlich aafressende Tiere (Krähen, Geier, Adler, Füchse, Hunde usw.), die nach Verschlucken sporenhaltiger Kadaver zu Infektionsträgern werden, können Bodeninfektionen verursachen, indem sie die Sporen ungeschädigt mit dem Kot ausscheiden¹⁰. Eine große Gefahr, namentlich für das Weidevieh, bilden unter Um-

¹ EISLER, M.: Tetanus. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 4, 1028. 1928.

² Ebenda, S. 1055.

³ GÄRTNER, A.: Leitfaden der Hygiene, S. 121. Berlin 1914.

⁴ KISSKALT, K.: a. a. O., S. 738.

⁵ ZEISSLER, J.: Die Gasödeminfektionen des Menschen. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 4, 1097. 1928. — KNORR, M.: Ergebnisse neuerer Arbeiten über krankheitserregende Anaerobien. Zbl. Hyg. 4, 98 (1923).

⁶ ZEISSLER, J. u. L. RASSFELD: Die anaerobe Sporenflora der europäischen Kriegsschauplätze 1927. Veröff. Kriegs- u. Konstit. path. H. 20, S. 1—99. Jena 1928. — ZEISSLER, J.: a. a. O., S. 1151.

⁷ ZEISSLER, J.: a. a. O., S. 1148, 1149 u. 1184.

⁸ KNORR, M.: a. a. O., S. 167.

⁹ SOBERNHEIM, G.: Milzbrand. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 3, 1057. 1929.

¹⁰ SOBERNHEIM, G.: a. a. O., S. 1097.

ständen die Abwässer von Gerbereien und anderen Fabriken, wenn dort (in erster Linie ausländische und überseeische) milzbrandinfizierte Häute, Felle, Haare und Rohwolle (diese besonders in England)¹ verarbeitet werden². Darauf wird später noch zurückzukommen sein. Die Milzbrandbazillen gehen im Boden in wenigen Wochen zugrunde³, und zwar meistens ohne vorherige Sporenbildung⁴ und, wie schon FRÄNKEL⁵ im Jahre 1887 fand, sogar noch schneller als Typhusbakterien. Nur an der Erdoberfläche können sich bei hinreichend hoher Temperatur (Minimum 18°, Optimum 32—35°, nach SOBERNHEIM⁶) und bei Abwesenheit von (Sauerstoffmangel bewirkenden) Fäulnisbakterien in feuchtem und sonst geeignetem Boden Milzbrandsporen bilden, die sich „lange Zeit fest einnisten können“⁷ und sich auch in tiefen, sowohl feuchten wie trockenen Bodenschichten lange Jahre hindurch virulent erhalten⁸. Wenn daher milzbrandige Kadaver durch Beerdigung beseitigt werden sollen, muß es in möglichst frischem Zustande, d. h. ehe es durch Liegenlassen an der Luft zur Sporenbildung an der Oberfläche der Kadaver kommt, und möglichst tief (2—3 m) unter Beigabe von Desinfektionsmitteln geschehen⁹. Wie LOESENER¹⁰ festgestellt hat, wird unter diesen Bedingungen auch ein etwaiger Sporengehalt bei normalen Bodenverhältnissen nicht in das umgebende Erdreich und Grundwasser übergehen. Aber in dem durch Eintreiben von Vieh infiziertem Oberflächenwasser können sich, namentlich im Schlamm, die Milzbrandsporen jahrelang erhalten, wodurch häufiger als man annimmt, Massenerkrankungen des Viehes erzeugt werden¹¹.

Wurmkrankheiten. Die Ankylostomiasis ist als Wurmkrankheit der Bergleute, als Tunnelkrankheit, Hakenwurmkrankheit und unter vielen anderen Bezeichnungen über die ganze Erde außerordentlich verbreitet (Kardinalsymptom: hochgradige Anämie). BRUNS schätzt die Zahl der Wurmkranken auf viele Millionen und die der an dieser Infektion alljährlich Sterbenden auf Hunderttausende¹².

¹ Vgl. u. a. R. HILGERMANN u. J. MARMANN: Untersuchungen über die durch Gerbereien verursachten Milzbrandgefahren und ihre Bekämpfung usw. Arch. Hyg. u. Bakter. **79**, 168—258 (1913). — BÜRGER, B. u. E. NEHRING: Die Abwasserbeseitigung der Stadt Neumünster in Holstein unter besonderer Berücksichtigung der dortigen Gerbereiabwässer usw. Veröff. Med.verw. **19**, 760 (1925) (mit Literatur).

² LAINES: Wollindustrie. Hyg. Trav. **45**, 1—6 (1930); nach Ref. Zbl. Hyg. **23**, 862 (1931).

³ Vgl. u. a. E. v. ESMARCH: Das Schicksal pathogener Mikroorganismen im toten Körper. Z. Hyg. **7**, 34 (1889). — S. KITASATO: Untersuchungen über die Sporenbildung der Milzbrandbazillen in verschiedenen Bodenschichten. Ebenda **8**, 198—200 (1890).

⁴ KITASATO, S.: a. a. O., S. 198—200.

⁵ FRÄNKEL, C.: Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten. Z. Hyg. **2**, 580—582 (1887).

⁶ SOBERNHEIM, G.: a. a. O., S. 1058. ⁷ Ebenda, S. 1096 u. 1097.

⁸ Vgl. u. a. W. v. GONZENBACH: Über auffallend reichlichen Befund von Milzbrandsporen in der Erde eines Abdeckplatzes. Z. Hyg. **79**, 343 u. 394 (1915).

⁹ Vgl. § 3 der Anlage C zu den Ausführungsvorschriften des Bundesrates vom 7. Dezember 1911 zum Reichs-Viehseuchengesetz vom 26. Juni 1909 (Reichsgesetzbl. **1912**, 133). — Reichsgesetz betreffend die Beseitigung von Tierkadavern vom 17. Juni 1911 (Reichsgesetzbl. **1911**, 248). — Siehe auch G. HÖNNICKE: Tierkörperverwertung. Gesdh.-ing. **44**, 324 (1921). — Wegen der unschädlichen Beseitigung von beanstandetem Fleisch durch Vergraben vgl. die Ausführungsbestimmungen zum Reichsgesetz betreffend die Schlachtvieh- und Fleischbeschau vom 3. Juni 1900, und zwar Ausführungsbestimmung A § 45 Abs. 2; Ausführungsbestimmung C Anhang zu 1 und Ausführungsbestimmung D § 28 Abs. 2, abgedruckt u. a. bei SCHROETER u. HELICH: Das Fleischbeschaugesetz, S. 128, 203 u. 277. Berlin 1930.

¹⁰ Zitiert nach G. SOBERNHEIM: a. a. O., S. 1115.

¹¹ SZASZ, A.: Über die durch das Trinkwasser erzeugten Milzbrandepidemien. Z. Inf.krkh. Haustiere **15**, 477 (1914).

¹² BRUNS, H.: Die Ankylostomiasis in der gemäßigten Zone. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen **6**, 908, Anmerk. 1929. — Vgl. auch W. ZINN: Ankylostomiasis. G. u. F. KLEMPERERS Neue Deutsche Klinik **1**, 465 (1928).

Der Wurm, *Ankylostomum duodenale* (in den Tropen daneben auch *Necator americanus*¹) lebt im menschlichen Darm. Die mit dem Kot abgehenden Eier entwickeln sich auf feuchtwarmem Boden zu monatelang lebensfähigen, beweglichen, eingekapselten Larven, die schließlich zugrunde gehen, wenn es ihnen nicht gelingt, vom Mund her oder nach Abstreifung ihrer Hülle durch die unverletzte Haut wieder in den menschlichen Körper zu gelangen. Besonders günstig für die Entwicklung der Larven aus den Eiern ist beschatteter, feuchter, 25—35° warmer, sandiger poröser Boden, der Luftsauerstoffzufuhr ermöglicht, „während schwere kompakte Lehmböden oder andere harte kapillararme Bodensorten erheblich geringere Entwicklungschancen geben².“ Diese Bedingungen sind in unserem Klima in der Regel nur bei unterirdischem Aufenthalt der Menschen gegeben, in Bergwerken, bei Eisenbahntunnelarbeiten und dergleichen. Im Ruhrkohlengebiet war die Ankylostomiasis bis etwa 1910 eine weit verbreitete Berufskrankheit der unter Tage arbeitenden Bergleute. Dann setzten dort energische und zielbewußt durchgeführte Maßnahmen ein zur Unterbrechung des *circulus vitiosus*: Infizierte Exkreme — Boden — Mensch. Man vernichtete einerseits systematisch durch ordnungsmäßige Beseitigung der Fäkalien die Larvenherde in den Bergwerken, untersuchte andererseits alle unterirdisch Beschäftigten und die für den Betrieb unter Tage neu Einzustellenden auf Wurmeiergehalt ihrer Exkreme und führte außerdem bei jedem positiven Fall Wurmeiabreibungen (im ganzen etwa 50000 unter Kontrolle von mehr als 8 Millionen mikroskopischer Untersuchungen³) durch, mit dem Erfolg, daß die Ankylostomiasis jetzt dort bedeutungslos geworden ist. Nach diesem Vorbild hat man sie auch in den belgischen Kohlengruben bei Lüttich ausgerottet⁴.

In den Tropen und Subtropen ist die Bekämpfung⁵ schwieriger, weil es sich dort nicht um abgeschlossene Plätze (Bergwerke) handelt. Vielmehr ist dort die Larvenentwicklung mehr oder weniger überall auf der tropisch-feuchtwarmen Erdoberfläche möglich⁶. Hinzukommt, daß die Gleichgültigkeit der tropischen Bevölkerung die Durchführung der an sich einfachen hygienischen Maßnahmen erschwert. Diese bestehen auch hier neben Therapie in „Terrainprophylaxe“⁷, die sich den örtlichen Verhältnissen anpassen muß und letzten Endes immer darauf beruht, Eiern und Larven die Lebensbedingungen zu nehmen, so z. B. durch Steinfußboden in Einzelwohnhäusern, Zementierung der Abortbehälter und von deren nächster Umgebung und dergleichen. Auf diese Weise hat man auch in den Tropen stellenweise, wie z. B. BAERMANN⁸ an der Ostküste von Sumatra, schon große Erfolge erzielt. Nicht immer ist es übrigens der einheimische Teil der Bevölkerung, der der Ankylostomiasis zum Opfer fällt. So berichtet SCHAPIRO, daß von der Bevölkerung Panamas die Weißen und Mestizen weit mehr wurminfiziert seien,

¹ BAERMANN, G.: Die Ankylostomiasis der Tropen und Subtropen. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 6, 951. 1929.

² BAERMANN, G.: a. a. O., S. 963. — Vgl. auch H. BRUNS: a. a. O., S. 935.

³ BRUNS, H.: a. a. O., S. 941. ⁴ Ebenda, S. 945.

⁵ Vgl. auch F. FÜLLEBORN: Über den heutigen Stand der Ankylostomiasisbekämpfung in den Tropen. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. 27, 320 (1923).

⁶ So berichtet z. B. Y. MINAMISAKI: A study of hookworm infestation in the field. J. publ. health. Ass. Japan. 5, 1 (1929) nach Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. 35, 385 (1931): „wurde eine Hakenwurmeier enthaltende Kot-Urin-Mischung auf Erdboden gesprengt, so blieben die daraus entwickelten Larven in Saitama (Japan) 6 Monate lang am Leben.“ Verf. infizierte sich zweimal selbst, indem er mit bloßen Füßen über den mit Menschenkot gedüngten Boden ging. 58 Tage nach dem ersten Versuch traten Hakenwurmeier im Kot auf. — Nach G. v. BONIN: Zur Rassenbiologie Chinas. Klin. Wschr. 10, 1871 (1931) sind an einzelnen Orten Südchinas, wo die Bauern tagelang in dem stagnierenden Wasser der Reisfelder umherwaten, Wurminfektionsquoten bis zu 95 % zu beobachten.

⁷ BAERMANN, G.: a. a. O., S. 969. ⁸ Ebenda, S. 973.

weil sie in kleinen Städten und Dörfern leben und den Boden mit ihren Darmentleerungen ganz allgemein verseuchen, während die Indianer getrennt voneinander in Familien leben, aus religiösen Gründen nur in fließendem Wasser defäkieren und sich nur durch Kontakt mit der nicht indianischen Bevölkerung infizieren¹.

In neuester Zeit wird von hygienischer Seite die durch den Wurm² *Anguillula intestinalis* (*Strongyloides stercoralis*) hervorgerufene Erkrankung (ebenfalls schwere Anämie und Darmblutungen) als bedrohliche Gefahr angesehen. Der Infektionsmodus bei der Anguillulosis scheint ein ähnlicher zu sein wie bei der Ankylostomiasis.

Bei anderen unter Umständen lebensgefährliche Erkrankungen verursachenden Eingeweidewürmern der Menschen spielt — neben sozialer Lage, Beruf und Sauberkeit der Familie, Spielgewohnheiten der Kinder, Klima — die Bodenverunreinigung eine Rolle³. So sind die Eier des Spulwurmes (*Ascaris lumbricoides*) gegen Austrocknung sehr widerstandsfähig und können andererseits auch in Jauche und feuchten Böden monatelang entwicklungsfähig bleiben; die Entwicklungsgeschwindigkeit hängt von der Temperatur des Brutmediums ab⁴. Ähnliches gilt von den Eiern des Peitschenwurmes (*Trichocephalus trichiurus*)⁵. Auch die Oxyuriasis des Menschen kann durch Wurmeier erfolgen, die in Jauche, Gartenboden und Gemüsfeld zur Entwicklung gekommen sind⁶.

Sonstige im Boden vorkommende Krankheitserreger. Zu den überall in der Natur als Bodenanaerobier vorkommenden Mikroorganismen gehört auch der *Bacillus botulinus* (*Clostridium botulinum* und *para-botulinum*), der Erreger der Vergiftungen, die durch den Genuß verdorbener, meist konservierter Nahrungsmittel verschiedenster Herkunft infolge toxischer Gärungsprodukte zustande kommen. So wird aus Nordamerika von K. F. MEYER⁷ be-

¹ SCHAPIRO, L.: Hookworm infestation in Indian (Guaimi) and non Indian population of Panama. *Amer. J. trop. Med.* 10, 365—373 (1930); nach *Zbl. Hyg.* 23, 875 (1931). Wegen der früher mit Hakenwurm in Beziehung gebrachten, auf verschmutztem, aufgeweichtem Boden entstehenden schweren Fußekzeme (Bodenkrätze) vgl. das kritische Sammelreferat von F. FÜLLEBORN: Was ist Ground-itch? *Arch. Schiffs- u. Tropenhyg.* 34, 133 (1930). — G. STICKER, W. SCHÜFFNER u. N. H. SWELLENGREBEL: Wurmkrankheiten. C. MENSES Handbuch der Tropenkrankheiten 5, 71 u. 373. (1929).

² NEUMANN, R. O. u. M. MAYER: Atlas und Lehrbuch wichtiger tierischer Parasiten und ihrer Überträger, mit besonderer Berücksichtigung der Tropenpathologie, S. 363. München 1914. — STICKER, G. u. Mitarbeiter: a. a. O., S. 31.

³ BRAUN, M. u. O. SEIFERT: Die tierischen Parasiten des Menschen, S. 362, 396 u. 404. Leipzig 1905. — STICKER, G. u. Mitarbeiter: a. a. O., S. 24 ff.

⁴ STICKER, G. u. Mitarbeiter: a. a. O., S. 26. ⁵ Ebenda S. 29.

⁶ Ebenda S. 29. — Vgl. auch R. RAHNER: Die Biologie der Oxyuren. *Cbl. Bakter. I. Orig.* 85, 376 (1921). — L. WARNOWSKY: Über endemische Infektionen durch *Trichocephalus dispar* im Memelgebiet und Groß-Litauen. *Münch. med. Wschr.* 76, 1171 (1929). — J. WILHELMI u. M. QUAST: Über die Verbreitung und den Nachweis der Oxyuriasis. *Klin. Wschr.* 4, 964 (1925). — H. STRAUSS: Zur Frage der Oxyurenbekämpfung. *Med. Welt* 5, 281 (1931). — L. A. SPINDLER: The relation of moisture to the distribution of humane trichuris and ascaris. *Amer. J. Hyg.* 10, 476 (1929); nach *Zbl. Hyg.* 21, 456 (1930). — W. JANKOSCHWILL u. N. KARIBOW: Die Rolle der roh genossenen Gemüse in der Verbreitung der Helminthiasis usw. *Nachr. trop. Med. Tiflis* 3, 98 (1930) nach *Arch. Schiffs- u. Tropenhyg.* 35, 389 (1931). — L. GROMAŠEWSKY u. J. ŠUCHAT: Der parasitologische Index als Maßstab des sanitären Zustandes. *Vestn. Mikrobiol.* 8, 394 (russ.) u. dtsh. Zusammenfassung S. 479 (1929) nach *Zbl. Hyg.* 24, 761 (1931). — W. W. CORT: Recent investigations on the epidemiology on human ascariasis. *J. of Parasitolog.* 17, 121 (1931) nach *Zbl. Hyg.* 25, 555 (1931). — G. F. OTTO, W. W. CORT u. A. E. KELLER: Environmental studies of families in Tennessee infested with ascaris, trichuris and hookworm. *Amer. J. Hyg.* 14, 156 (1931) nach *Cbl. Bakter. I, Ref.* 104, 110 (1931).

⁷ MEYER, K. F.: Botulismus. *Handbuch der pathogenen Mikroorganismen* 4, 1276. 1928. — Newer knowledge on botulism. *J. publ. health* 21, 762 (1931) nach *Zbl. Hyg.* 26, 122 (1931). — KNORR, M.: Ergebnisbericht über Botulismus. *Zbl. Hyg.* 7, 163, 164 (1924).

richtet, daß dort in den westlichen Staaten eine auffallende Häufung der Fälle von Botulismus einerseits und des Vorkommens von Botulismussporen im Boden und an den landwirtschaftlichen Erzeugnissen andererseits konstatiert worden sei, daß aber seit 1925 keine Erkrankungen mehr vorgekommen seien, vor allem infolge streng durchgeführter Sterilisierung in den Konservenfabriken.

Auch die eitererregenden (ubiquitären) Mikroorganismen, nämlich die Staphylokokken, Streptokokken und das *Bacterium pyocyaneum*, finden sich regelmäßig im Boden, desgleichen gelegentlich die verschiedensten Erreger, auch von Tierkrankheiten, wobei der Boden immer zunächst nur „Rezipient“, manchmal aber auch zugleich „Konservator und indirekter Vermittler“ ist¹. Die Annahme, daß dem Boden (und dem Wasser) auch bei der Verbreitung des Karzinoms eine Rolle zukomme, hat einer ernsthaften Kritik nicht standhalten können².

Entferntere Zusammenhänge zwischen Bodenbeschaffenheit und menschlichen Krankheiten³.

Um eine u. a. auch von pilzbefallenen Pflanzen oder pflanzlichen Teilen ausgehende Infektion der Menschen und Tiere handelt es sich bei der Aktinomykose (Strahlenpilzkrankheit). Wegen der weiten Verbreitung der Strahlenpilze u. a. auch im Erdboden vergleiche man die diesbezügliche Literatur⁴. Besonders befallen werden Pflanzen von versumpften Gebieten⁵. Zur Bekämpfung wird für solche Gegenden u. a. eine zweckdienliche Bodenmelioration (Entwässerung, Trockenlegung, Umpflügen) sowie Desinfektion mit Ätzkalkpulver empfohlen⁶.

Die Rolle des Bodens bei der Übertragung von Krankheitserregern durch Tiere. Bei einer Reihe von Infektionserregern spielen Tiere als Überträger von Krankheitserregern, als deren Wirte oder Zwischenwirte, eine große Rolle. Z. B. gewisse Insekten übermitteln die Malaria, das Gelbfieber, die Schlafkrankheit, das afrikanische Rückfallfieber usw. Ratten beherbergen in ihren Körpern und in ihren Flöhen die Pesterreger und sind auch bei der Übertragung der WEILSchen Krankheit neuerdings als wesentlich beteiligt erkannt worden.

Der Boden ist hier mittelbar insofern von erheblicher Bedeutung, als er die Lebensbedingungen für diese tierischen Überträger zu begünstigen, zu hemmen oder zu unterbinden vermag.

Insekten als Überträger von Fieberkrankheiten. Malaria. Die unter der Bezeichnung Malaria zusammengefaßten fieberhaften Erkrankungen (Tropica, Tertiania und Quartana) wurden von jeher zu den typischen „miasmatischen“ Bodenkrankheiten gerechnet. Denn diese Wechselfieber treten mit Vorliebe in niedrig gelegenen sumpfigen Gebieten, in Flußniederungen und in Küstengegenden mit feuchtwarmem Klima auf⁷, nicht aber dagegen ist solches auf porösem und abschüssigem Boden der Fall. Man nahm an, die Malaria

¹ GÄRTNER, A.: a. a. O., S. 377.

² SPITTA, O. u. K. REICHLÉ: Wasserversorgung. In M. RUBNERS Handbuch der Hygiene 2, II. 53. Leipzig 1924.

³ Bei der Bearbeitung dieses Abschnittes wurde Verfasser von Dr. W. GREIFF (Hyg.-bakter. Abt. des Hygien. Staatsinstituts Hamburg) unterstützt.

⁴ LIESKE, R.: Morphologie und Biologie der Strahlenpilze, S. 194 u. 239. Leipzig 1921. — Allgemeines über Actinomyceten. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 5, 22. 1928. — Vgl. auch W. BERNER: Die Bedeutung der Aktinomykose für die öffentliche Gesundheitspflege. Zbl. Hyg. 20, 131 (1929).

⁵ SCHLEGEL, M.: Strahlenpilzkrankheit. Aktinomykose. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 5, 55. 1928.

⁶ SCHLEGEL, M.: a. a. O., S. 101.

⁷ ZIEMANN, H.: Malaria. Handbuch der Tropenkrankheiten 3, 15 u. 115. 1924.

entstehe durch fieberschwangere Ausdünstungen aus einem an organischen Abfallstoffen reichen Boden. Allerdings vermutete man auch schon im Altertum, daß „Malaria mit Mücken zusammenhänge“¹. Nach Entdeckung der zu den Blutprotozoen gehörenden menschlichen Malariaparasiten² (Malariaplasmodien) war man zunächst der Meinung, daß diese in den obersten Bodenschichten, vielleicht auch im Wasser der Malariagegenden, sich aufhielten, und daß die Infektionen durch Aufnahme mit der Atemluft (Bodennebel), der Nahrung oder durch Trinkwasser zustande kämen³. Heute steht einwandfrei fest, daß bestimmte Stechmücken, nämlich die Anophelesarten, und nur diese, die Plasmodien mit dem Blute Malariakrankter (sowie auch klinisch nicht Erkrankter) aufnehmen und beim Stechen andere, dafür empfängliche Menschen infizieren, und daß die Erfolge, die man durch Bodenmeliorationen⁴ (Dränierung, Entwässerung durch tiefe, nicht stagnierende Gräben, Auffüllungen mit Erde, unter Umständen auch mit Wasser sowie Beseitigung und dauernde Fernhaltung der Wasservegetation) in Malariagegenden schon immer erzielt hat, hauptsächlich darauf beruhen, daß dadurch den Anopheleslarven, die leichter zu bekämpfen sind als die Mücke, die Lebensbedingungen genommen werden, und so eine Massenvermehrung der Mücken verhindert wird. In dieser Beziehung handelt es sich also tatsächlich um eine „örtliche und zeitliche Disposition“ des Bodens, und die Bekämpfung der Anophelesbrutstätten ist auch heute noch ein wichtiges Teilgebiet der Anophelesbekämpfung. Großzügige Bodenassanierung, die Verwandlung ehemals sumpfiger Gebiete in wertvolle Wiesen und Felder, systematische Besiedlung und Landbebauung und die Hebung der örtlichen sozialen Lebensbedingungen als Folge solcher kulturellen Maßnahmen haben in Verbindung mit energischer Chininbehandlung im Auslande⁵ gute Erfolge gehabt und in Deutschland (Nordseeküste, Westpreußen und Schlesien) neben anderen Ursachen mit dazu beigetragen, daß die Malaria bei uns, nach vorübergehender Zunahme während des Krieges⁶ (Kriegsgefangene), selten geworden ist⁷. Auch in anderen Ländern, wo die Malariabekämpfung zur

¹ MARTINI, E.: Verbreitung von Krankheiten durch Insekten. Weichhardts Erg. Hyg. u. Bakter. 7, 308 (1925). — MÜLLER, M.: Die Herkunft der Lehre SYDENHAMS usw. Arch. Hyg. u. Bakter. 104, 375 (1930).

² RUGE, R.: Malaria. Die menschlichen Malariaparasiten und ihre Beziehungen zu Mensch und Mücke. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 7, 877 u. 946ff. 1930. — ZIEMANN, H.: a. a. O., S. 16ff.

³ KIRCHNER, M.: Grundriß der Militär-Gesundheitspflege, S. 403. Braunschweig 1896.

⁴ Vgl. u. a. H. ZIEMANN: a. a. O., S. 431ff.

⁵ Vgl. z. B. P. WIEDEL: Bericht über eine von der Hygieneorganisation des Völkerbundes vom 16. September bis 10. November 1928 veranstaltete Austauschreise von Medizinalbeamten zum Studium der Hygiene Italiens. Reichsgesundheitsbl. 5, 187 (1930). — ANNA CELLI-FRÄNZEL: ANGELO CELLI. Die Malaria in ihrer Bedeutung für die Geschichte Roms und der römischen Campagna, 118 S. Leipzig 1929; zitiert nach O. HECHT: Anz. Schäd.l.kde. 6, 35 (1930). — Vgl. auch die Besprechung von H. BEGER: Kl. Mitt. Mitgl. Ver. Wasser-, Boden- u. Lufthyg. 6, 285—288 (1930). — CL. SCHILLING: Neuere Gesichtspunkte für die Bekämpfung der Malaria, besonders in Italien. Med. Klin. 26, 1697 (1930); Dtsch. med. Wschr. 56, 1461 (1930). — M. BARBER: The history of malaria in the United States. Publ. Health Rep. 1929 II, 2575—2587; nach Zbl. Hyg. 21, 861 (1930).

⁶ HAPKE, FR.: Die Malariabekämpfung in Emden usw. Veröff. Med. verw. 19, 1 f. (1924). — WASIELEWSKI, TH. V.: Malaria. In O. V. SCHJERNINGS Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege 7, 524. Leipzig 1922.

⁷ TRAUTMANN, A.: Die Verbreitung der Malaria in Deutschland in Vergangenheit und Gegenwart. Arch. Hyg. 80, 84f. (1913). — MARTINI, E.: Anopheles in Niedersachsen und die Malariagefahr. Hyg. Rdsch. 30, 673 (1920). — Neuere zur Beurteilung der Malaria- und Anophelesverhältnisse in Deutschland wichtige Literatur. Ebenda 30, 737 (1920). — Über den heutigen Stand epidemiologischer Malarifragen. Zbl. Hyg. 3, 11 (1923). — HANSEN, P.: Die Malaria in Schleswig-Holstein. Klin. Wschr. 10, 2151 (1931) (= jetzt dort unbekannt geworden).

Zeit noch viel Arbeit macht, hat man mit Entsumpfung im allgemeinen¹ gute Ergebnisse erzielt², in tropischen Gegenden mit erheblicher Regenhöhe dagegen nicht³. Bei der Erforschung russischer Torfsumpfgewässer wurde gefunden⁴, daß eine saure Reaktion, ein hoher Gehalt an Eisen und organischen Stoffen der Entwicklung der Anopheleslarven schädlich ist, was insofern von einiger praktischer Bedeutung ist, als dadurch die Auswahl der zunächst zu bekämpfenden Brutstätten vielleicht erleichtert wird und eventuell durch Ansäuerung des Wassers die Entwicklung der Anophelesmücken in kleinen Tümpeln unmöglich zu machen ist⁵, statt der sonst üblichen Erstickung bzw. Vergiftung durch regelmäßiges Übergießen mit Rohpetroleum, Saprol u. dgl.⁶ oder der Bestäubung mit Schweinfurtergrün⁷.

Das gelbe Fieber⁸ ist an früher schwer verseuchten Orten Amerikas, wie am Panamakanal, in Havanna, in Rio de Janeiro, durch Bekämpfung der Larven der diese Krankheit von Mensch zu Mensch übertragenden Mücken (meist *Aedes aegypti*) so gut wie ausgerottet⁹. Andererseits ist z. B. Liberia infolge der Indolenz der Eingeborenenregierung zur Zeit noch einer der gefährlichsten Gelbfieber-

¹ Eine Ausrottung der Anophelinen in den assanierten Gebieten gelingt nur selten. RUGE, R.: a. a. O., S. 1025, sowie, dort zitiert, B. NOCHT: Über Erfahrungen bei Malaria-reisen in Europa. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. 30, Beih. 1, 1 (1926). — Nach GRASSI (R. RUGE: Ebenda) ist in Fiumicino die Malaria nach Assanierung und Chininanwendung von 66 auf 2% zurückgegangen.

² Vgl. u. a. J. SCHNEIDER: Organisation und Erfolg der Malaria-bekämpfung in Palästina. Cbl. Bakter. I Orig. 111, 99 (1929). — G. PELLER: Die Malaria und deren Bekämpfung in Palästina. Ebenda 116, 132 (1930). — T. J. CASTILLON: La lutte antipaludique, dans les états sous mandat français: Alexandrette (1919—1929). Arch. Méd. mil. 94, 541 (1931); nach Zbl. Hyg. 25, 636 (1931).

³ RUGE, R.: a. a. O., S. 1025.

⁴ SMORODINZEW, I. A. u. Mitarbeiter: Die physikalisch-chemische Charakteristik der Torfsumpfgewässer in bezug auf Anophelesbrutstätten. Z. Desinf. 21, 193 (1929). — Vgl. auch W. WARASI: Zur Biologie der Anopheleslarven in Verbindung mit den Wasserfaktoren des Anophelismus in Kolchis. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. 35, 336 (1931). — Die nord-deutschen Torfmoore bieten nach H. ZIEMANN (a. a. O., S. 438) keine günstige Entwicklung für die Anopheles.

⁵ Bei früheren Untersuchungen fanden I. A. SMORODINZEW u. A. N. ADOWA: [Eine vergleichende Bestimmung der aktuellen Reaktion von Torfwässern. Arch. Hydrobiol. 19, 323 (1928)] in den Gewässern der Sümpfe vom Sphagnumtyp ein p_{H} von 3,82 bis 5,60, in denen vom Seggetyp ein p_{H} von 7,40 bis 8,47 und Abwesenheit von Anopheleslarven bei p_{H} unter 5,0.

⁶ Vgl. u. a. H. ZIEMANN: a. a. O., S. 422. — R. RUGE: a. a. O., S. 1024. — B. E. JACKSON u. Mitarbeiter: Improved practical and economical methods of mosquito control. Amer. J. publ. Health 1930, 628; nach Cbl. Bakt. I Ref. 100, 308 (1930).

⁷ RUGE, R.: a. a. O., S. 1023. — Neuere Veröffentlichungen: H. SCHNEIDER: Arbeitsmethoden italienischer Malariastationen auf der Insel Sardinien. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. 35, 36 (1931). — E. MARTINI: Die Bestäubungs-, insbesondere Schweinfurtergrün-Verfahren in der Malariabekämpfung. Z. Desinf. 23, 151 (1931); mit Literaturnachweis. — Vgl. auch A. MISSIROLI: Versuchsstation für den Kampf gegen Malaria. Seuchenbekämpf. 6, 244 (1929). — La prevenzione della malaria nel campo pratico. Riv. Malariol. 6, 501 (1927); 7, 413 (1928); 9, 667 (1930); nach Zbl. Hyg. 16, 488 (1928); 19, 200 (1929); 25, 634 (1931). — S. S. COOK u. L. L. WILLIAMS jr.: Symposium on malaria. Air plains and Paris green in control of anopheles production. South. med. J. 21, 754 (1928); nach Zbl. Hyg. 19, 202 (1929).

⁸ HOFMANN, W. H.: Das gelbe Fieber. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 8, 496 (1930). — Fortschritte der Gelbfieberforschung. Zbl. Hyg. 23, 641 u. 656 (1931).

⁹ MARTINI, E.: Über Stechmücken. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. 24, Beih. 1, 240 (1920). — COUTO, M. u. M. DA ROCHA-LIMA: Gelbfieber. Handbuch der Tropenkrankheiten 5, 729. 1929. — RUGE, R.: a. a. O., S. 1025 (= Gelbfiebermücke als ausgesprochene Hausmücke leichter zu bekämpfen als Malariamücke). — DOHMANN, J. F.: Neuere Erfahrungen über die Epidemiologie und Bekämpfung des Gelbfiebers in Brasilien. Dtsch. med. Wschr. 57, 859 (1931).

herde Afrikas¹. Auch die Bekämpfung des Denguefiebers² hat sich vor allem mit der Vernichtung der das Virus übertragenden Mücken zu befassen, desgleichen auch die des Pappataciefiebers, das sich z. B. 1915 nach dem großen Erdbeben in Süditalien infolge der durch das Beben entstandenen vielen Brutplätze für die Eier und Larven der das Fieber verbreitenden Insekten enorm ausbreiten konnte (20—30 Millionen RM. wirtschaftlicher Schaden durch 50000 Fieberfälle³). Durch blutsaugende Insekten werden auch die in feuchtwarmen tropischen und subtropischen Niederungen verbreiteten Filarienkrankheiten übertragen⁴. Die afrikanische Schlafkrankheit und die Tsetsefliegenkrankheit der afrikanischen großen Säugetiere wird durch die zu den Stechfliegen gehörenden Glossinen übertragen, deren Gedeihen insofern von der Bodenbeschaffenheit abhängig ist, als sie in buschlosen Gebieten nicht vorkommen, daher durch Beseitigung des niederen Busches und periodische Bearbeitung des Bodens in der Umgebung der menschlichen Ansiedelungen zu bekämpfen sind⁵, während die das mittelafrikanische Rückfallfieber vielfach verbreitenden Zecken nach KOCH „einen durchaus trockenen Boden“ brauchen⁶. Hinsichtlich der Stechmückenbekämpfung sei noch auf BAYER⁷ verwiesen.

Ratten und andere Tiere als Überträger von Krankheitserregern.

Die ursprünglichen Wirte der Pest sind die wilden Nagetiere Zentralasiens, von wo die europäischen Seuchenzüge früherer Jahrhunderte ihren Ausgang genommen haben⁸. An dem Zusammenhang zwischen dem epidemischen Auftreten der Pest unter den Menschen und der Rattenpest und somit auch an der mittelbaren Beteiligung des Bodens an der Pestausbreitung ist nicht zu zweifeln⁹. Als Überträger der Pestbakterien kommen hauptsächlich die Flöhe der Pestratten in Betracht, die von den toten Ratten auf andere Ratten und auch auf den Menschen übergehen und durch Stiche infizieren. Außerdem verstreuen die pestösen

¹ SMITH, H. F.: Résumé of report on sanitation and yellow fever control in Liberia. Publ. Health Rep. 1931 I, 1353; nach Zbl. Hyg. 25, 866 (1931).

² DOERR, R.: Pappataciefieber und Dengue. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 8, 524, 534 u. 538 (1930). — Vgl. auch J. D. DINGER u. E. P. SNIJDERS: Dengue und Gelbfieber. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. 35, 497 (1931); mit Literaturnachweis. — E. MA-NOUSSAKIS: Le mode des transmissions de la fièvre dengue. Rev. d'Hyg. 53, 18 (1931); nach Zbl. Hyg. 24, 750 (1931). — R. HAMLYN-HARRIS: The elimination of Aedes argenteus Poiret as a factor in dengue control in Queensland. Ann. trop. Med. 25, 21 (1931); nach Zbl. Hyg. 25, 375 (1931). — N. LORANDO u. N. CHANIOTIS: Sur la dernière épidémie de dengue en Grèce. Rev. Med. trop. 23, 23 (1931); nach Zbl. Hyg. 25, 376 (1931). — J. LEMOS MONTEIRO: Studien über das Gelbfieber. Mem. Inst. Butantan 5, 53 (1930); nach Zbl. Hyg. 25, 639 (1931). — J. SIMMONS u. Mitarbeiter: Études expérimentales sur la dengue. Philippine Journ. Sci. 44, 1 (1931) nach Off. internat. d'hyg. publ. 33, 2054 (1931).

³ DOERR, R.: a. a. O., S. 522.

⁴ FÜLLEBORN, F.: Filariosen des Menschen. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 6, 1152 (1929).

⁵ MANTEUFFEL, P. u. M. TAUTE: Die Trypanosomen des Menschen. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 7, 1176 u. 1261. 1930. — ZWICK, W. u. P. KNUTH: Die Trypanosomen der Tiere. Ebenda, S. 1364. — MENSE, C.: Die afrikanische menschliche Trypanosomenkrankheit (Schlafkrankheit). Handbuch der Tropenkrankheiten 5, 1328. 1930. — Vgl. auch P. MANTEUFFEL: Probleme der afrikanischen Schlafkrankheit. Med. Welt 5, 364 (1931).

⁶ Zitiert nach P. MÜHLENS: Rückfallfieber. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 7, 446. 1930. — Vgl. auch R. RUGE: Rückfallfieber. Handbuch der Tropenkrankheiten 5, 500. 1930.

⁷ BAYER, M.: Grundzüge der Stechmücken- (Culiciden-) Bekämpfung. Kl. Mitt. Mitgl. Ver. Wasservers. usw. 1, 102f. (1924/25). — EYSSEL, A.: Die Stechmücken. Handbuch der Tropenkrankheiten 1, 231ff. 1924.

⁸ DIEUDONNÉ, A. u. R. OTTO: Pest. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 4, 303 (1928). — FLU, P. C.: Die Pest. Handbuch der Tropenkrankheiten 2, 263. 1924.

⁹ KOEHLER, G.: Die Ratte als Krankheitsüberträger. Zbl. Hyg. 10, 164f. (1925); mit Literatur. — FLU, P. C.: a. a. O., S. 279 u. 334.

Ratten mit Kot und Harn und aus ihren zerfallenden Kadavern ungeheure Mengen von Pestbakterien auf und in den Erdboden. Im Boden, in beerdigten Pestleichen und Pestkadavern bleiben sie zuweilen monatelang lebensfähig und virulent¹. Von einem solchen Boden aus können die Erreger auf mannigfache Weise, am meisten wohl durch das in der orientalischen Heimat der Pest übliche Barfußlaufen, auf den Menschen übergehen. In Bombay (350 000 Einwohner) hat man durch energische Rattenvertilgung (865 000 Ratten im Jahre 1928) und durch Abbruch unhygienischer Wohnungen, die den Ratten Nistplätze bieten, die Pest von 1921 Fällen im Jahre 1916 allmählich und stetig auf 178 Fälle im Jahre 1928 heruntergebracht und hofft, sie dort und in Rangoon bald auszrotten zu können².

Auch in bezug auf die (durch die *Spirochaeta icterohaemorrhagiae*, syn. *icterogenes* erzeugte) WEILSche Krankheit „ist der Rattentheorie eine grundlegende epidemiologische Bedeutung zuzuerkennen“³. Nach den im Weltkrieg gemachten Feststellungen infiziert sich der Mensch direkt von der Ratte, außerdem, wie Badeepidemien erkennen lassen, auch durch Wasser, in welches die Spirochäten durch die Ausscheidungen der Ratten gelangen⁴, und in welchem sie dann, namentlich im Bodenschlamm, sich halten und vermehren können, vielleicht aber auch primär vorkommen⁵.

Als Überschwemmungs- oder Schlammfieber treten in manchen Gegenden, so in Schlesien⁶, Bayern⁷, auch in Rußland⁸, Kanada⁹ und Japan¹⁰, hin und wieder

¹ DIEUDONNÉ, A. u. R. OTTO: a. a. O., S. 199.

² GRIESBACH, W.: Indische Krankenhäuser. Med. Welt 4, 1415 (1930).

³ UHLENHUTH, P.: Zur Epidemiologie der WEILSchen Krankheit, mit besonderer Berücksichtigung der Wasserinfektion. Münch. med. Wschr. 77, 2102 (1930). — KOEHLER, G.: a. a. O., S. 172. — UHLENHUTH, P. u. W. FROMME: WEILSche Krankheit. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 7, 547ff. (1930).

⁴ UHLENHUTH, P.: a. a. O., S. 2047, 2098 u. bes. 2102 Ziff. 6a. — ZUELZER, M.: Über Tierhaltung von *Mus decumans* bei Infektionsversuchen mit Wasserspirochäten. Cbl. Bakter. I Ref. 100, 284 (1930). — SCHÜFFNER, W.: Über das Vorkommen der WEILSchen Krankheit in Holland während der Jahre 1924—1929. Arch. Hyg. u. Bakter. 103, 249 (1930). — BYL, J. P. u. G. KORTHOFF: Über das Vorkommen der WEILSchen Infektion in Holland während der Jahre 1924—1930. Ebenda 105, 29 (1930).

⁵ So soll z. B. auf den Andamaneninseln (im Bengalischen Meerbusen), wo die WEILSche Krankheit seit langem endemisch ist, die Übertragung, ohne daß Ratten dabei eine integrierende Rolle spielen, dadurch zustande kommen, daß bei Arbeiten in nassen Reisfeldern und bei der Urbarmachung sumpfigen Geländes die in diesem überlebenden Spirochäten, ähnlich wie bei einer Ankylostomiasisinfektion, durch die Haut die Eingangspforte in den menschlichen Organismus finden. — TAYLOR, J. u. AMAR NATH GOYLE: Leptospirosis in the Andamans. Indian med. Mem. Nr. 20, H. 20, 1—190 (1931); nach Zbl. Hyg. 25, 377 (1931) und Cbl. Bakter. I Ref. 104, 280 (1931). — Vgl. auch M. ZUELZER: Beiträge zur WEIL-Frage. Arch. Hyg. u. Bakter. 103, 295 (1930). — P. UHLENHUTH: Über die Epidemiologie der WEILSchen Krankheit mit besonderer Berücksichtigung der Infektionen durch Wasser. Zbl. Hyg. 23, 77 (1931).

⁶ MÜLLER, FR.: Die Schlammfieber-Epidemie in Schlesien vom Jahre 1891. Münch. med. Wschr. 41, 773 u. 801 (1894). — KATHE, H.: Das sogenannte Schlammfieber in den Jahren 1926 und 1927. Cbl. Bakter. I Orig. 109, 284 (1928); 110, Beih. 54 (1929). — Überschwemmung und Seuchengefahr. Klin. Wschr. 8, 1134 (1929). — PRAUSNITZ, C. u. H. LUBINSKI: Untersuchungen über das Schlammfieber. Klin. Wschr. 5, 2052 (1926).

⁷ RIMPAU, W.: Über das Vorkommen von Schlamm- (Ernte-) Fieber in Südbayern im Sommer 1926. Münch. med. Wschr. 74, 921 (1927). — GLASER, W.: Das Schlamm- oder Erntefieber (Sommergrippe) im Bezirksamt Erding im Jahre 1927. Münch. med. Wschr. 75, 1162 (1928).

⁸ BASCHENIN, W. A.: Eine neue epidemische Krankheit: „Das Wasserfieber“ im Gouvernement Moskau. Cbl. Bakter. I Orig. 113, 447 (1929). — EPSTEIN, H. u. S. TARASSOW: Zur Ätiologie des sogen. Schlamm- und Wasserfiebers. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg. 33, 222 (1929).

⁹ FULTON, J. S.: The incidence of swamp fever in Saskatchewan in relation to soil type. J. amer. vet. med. Assoc. 77, 157 (1930); nach Zbl. Hyg. 24, 368 (1931).

¹⁰ THIERSCH, J.: ERWIN BÄLZ. Ein ungedruckter Bericht aus dem Jahre 1878. Med. Welt 5, 1554 (1931). — BÄLZ, E. u. KAWAKAMI: Das japanische Fluß- und Überschwemmungs-

Epidemien bei Leuten auf, die zur Bergung der Ernte in überschwemmten Flußniederungen mit dem schlammigen Boden längere Zeit in Kontakt waren. Hier scheint, neben Ratten und den zu Tausenden ertrinkenden Feldmäusen¹ als Überträger von Spirochäten verschiedenster Art, auch die Möglichkeit zu bestehen, daß freilebende saprophytische Wasserspirochäten sich in dem an organischen Stoffen reichen Bodenschlamm ungeheuer vermehren und bei gelegentlicher Virulenzsteigerung die in dem Schlammwasser längere Zeit arbeitenden Menschen infizieren². Viel für sich hat auch die Vermutung³, daß das schlesische Schlammfieber durch eine der WEIL-Spirochäte nahestehende, aber vermutlich weniger virulente *Leptospira* hervorgerufen wird⁴. BAERMANN⁵ ist der Meinung, daß diese kurzfristigen Spirochätenfieber durch die echte WEIL-Spirochäte verursacht werden, die in diesen Fällen eben nur leicht verlaufende Infektionen macht; sie seien auf Sumatras Ostküste sozusagen ubiquitär und könnten auch direkt aus dem Schlamm übertragen werden⁶. Bei der Düngung der japanischen nassen Reisfelder mit Kalziumcyanamid (CaCN_2) sei es nebenher gelungen, die Spirochäten im Boden abzutöten und so „eine ganz gewaltige Reduktion der Infektion zu erzielen“⁷.

Von wildlebenden Nagetieren wird durch den Stich einer blutsaugenden Fliege oder Zecke oder auch direkt von Teilen der inneren Organe oder Körperflüssigkeiten infizierter Nagetiere oder Zecken, der Erreger (*Bact. tularensis*) der (pestähnlichen) Tularämie auf den Menschen übertragen⁸. Über einen Fall von Tularämie durch Verunreinigung einer Fingerwunde mit infizierter Erde berichtet THJOTTA⁹. Die Ratte ist ferner ein häufiger und allgemein weit verbreiteter Zwischenträger oder Arterhalter der Trichinen¹⁰. „In Berlin sind von 100 Ratten 100 trichinig“¹¹. Zwischen trichinösen Ratten und Schweinen

fieber. R. Virchows Arch. 78 (1879) nach A. EYSSEL: Die Milben. Handbuch der Tropenkrankheiten 1, 411 u. 415. 1924. — In Japan soll der noch unbekannte Erreger durch infizierte Akamushi-Milben, die in der kritischen Zeit in den Flußtälern und auch in den Ohrmuscheln einer dort lebenden Feldmaus massenhaft vorkommen, auf den Menschen übertragen werden. Prophylaxe: Meidung der Niederungen in der kritischen Zeit, intensivere Kultivierung und Austrocknung durch Bepflanzung mit stark wasserbedürftigen Bäumen. Vgl. A. EYSSEL: a. a. O., S. 411.

¹ BRILL, FR.: Ätiologie des Schlammfiebers. Münch. med. Wschr. 74, 1539 (1927).

² Vgl. P. UHLENHUTH u. W. FROMME: a. a. O., S. 587. — W. OHLMÜLLER u. O. SPITTA: Untersuchung und Beurteilung des Wassers und des Abwassers, S. 366. Berlin 1931.

³ PRAUSNITZ, C.: Zur Frage der Ätiologie des Schlammfiebers. Cbl. Bakter. I Orig. 114, 240 (1929).

⁴ Vgl. auch L. KIRSCHNER: Umwandlungsversuche an Wasserspirochäten in Java. Z. Hyg. 113, 48 (1931). — M. SARDJITO: Untersuchungen über das biologische Verhalten verschiedener Stämme der *Spirochaeta icterogenes* und der *Spirochaeta pseudoicterogenes*. Cbl. Bakter. I Orig. 122, 497 (1931).

⁵ BAERMANN, G.: Die kurzfristigen Spirochätenfieber. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 7, 678. 1930.

⁶ BAERMANN, G.: Über WEILsche Krankheit und kurzfristige Spirochätenfieber. Münch. med. Wschr. 78, 1457 (1931). ⁷ BAERMANN, G.: a. a. O., S. 686.

⁸ FRANCIS, E.: Tularämie. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 6, 207, 209, 225 u. 239. 1928. — Neuere Arbeiten: H. HABS: Tierseuchen und menschliche Epidemien. Klin. Wschr. 10, 555 (1931). — H. ZEISS: Die pestähnlichen Lymphdrüsenentzündungen in Rußland und ihre Beziehungen zur Tularämie usw. Arch. Hyg. u. Bakter. 105, 210 (1931). — Vgl. auch H. S. CUMMING: La tularémie aux Etats Unis. Off. internat. Hyg. publ. 22, 1904 (1930); nach Cbl. Bakter. I Ref. 103, 21 (1931). — J. C. GEIGER: Tularemia in cattle and sheep. California Med. 34, 154 (1931); nach Zbl. Hyg. 25, 630 (1931). — FR. VOLKMAR: Tularämie bei Schafen und Wildhasen. Berl. tierärztl. Wschr. 1931 I, 131; nach Zbl. Hyg. 25, 629 (1931).

⁹ THJOTTA, TH.: Fortgesetzte Beobachtungen über das Vorkommen der Tularämie in Norwegen. Norsk Mag. Laegevidensk. 92, 39 (1931); nach Zbl. Hyg. 25, 630 (1931).

¹⁰ KOEHLER, G.: a. a. O., S. 173.

¹¹ STICKER, G. u. Mitarbeiter: Wurmkrankheiten. Handbuch der Tropenkrankheiten 5, 20. 1929.

besteht ein enger Zusammenhang und somit auch zwischen Ratten und menschlicher Trichinosis¹. Bei den nahen Beziehungen zwischen Ratten, Abfallgruben, Dungstätten usw. und Schlachtvieh können auch die Mikroorganismen der Paratyphusgruppe² von einer Tierart intravital oder postmortal auf die andere und auf den Menschen übergehen³. In vereinzelte Fällen sind Ratten auch als Überträger von Bandwürmern beobachtet worden⁴. Hinsichtlich der gesetzlichen Vorschriften zur Rattenvertilgung und der Rattenbekämpfungsmethoden sei auf die unten angegebene Literatur⁵ verwiesen.

Die Bilharziosis, eine exotische Wurmkrankheit der Menschen und Haustiere mit Süßwassermollusken als Zwischenwirten⁶, ist eine von jeher in Ägypten⁷, China, Japan und anderen stärker bevölkerten Ländern⁸ unter der einheimischen Bevölkerung herdweise vorkommende Infektionskrankheit, die durch blutsaugende Trematoden, deren Eier mit den Exkreten abgehen, verursacht wird. Sie ist u. a. auch durch Bodenassanierung zu bekämpfen, indem man den Schnecken die Lebensbedingungen entzieht⁹. Ähnliches gilt auch für die in allen Weltteilen vorkommende Leberegelseuche der Pflanzenfresser, die beim Rohgenuß von Brunnenkresse, Sauerampfer und anderen Kräutern auch auf den Menschen übergehen kann¹⁰.

¹ KOEHLER, G.: a. a. O., S. 174.

² Vgl. u. a. G. ELKELES u. R. STANDFUSS: Die Paratyphosen. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 3, 1680 (1931). — G. ELKELES: Paratyphus, Fleischvergiftung und ihre Beziehungen zueinander. Erg. Hyg. 11, 68 (1930). — FR. KAUFFMANN: Der heutige Stand der Paratyphusforschung. Zbl. Hyg. 25, 273 (1931).

³ KOEHLER, G.: a. a. O., S. 176. ⁴ KOEHLER, G.: a. a. O., S. 179.

⁵ KOEHLER, G.: a. a. O., S. 185ff. — Reichsgesundheitsamt, Druckschr.: Die Rattenvertilgung, 32 S. Berlin 1930. — SCHANDER, R. u. G. GÖTZE: Über Ratten und Rattenbekämpfung usw. Cbl. Bakter. II 81, 260f., 335f., 481f.; 82, 111f. (mit Literaturnachweis). — KISTER, J. u. G. WEGNER: Die Rattenbekämpfung in Hamburg. Seuchenbekämpf. 5, 35, 46, 129 u. 139 (1928). — TRON, G.: La dératisation de Milan. Rev. d'Hyg. 51, 745 (1929); nach Zbl. Hyg. 21, 608 (1929). — Vgl. auch TH. SALING: Die Rattenbekämpfung als internationale Aufgabe der Hygiene. Z. Desinf. 22, 399ff. (1930). — Ratin- und Mäusetypuskulturen sollten wegen ihrer Pathogenität für Vieh und Mensch künftig zur Ratten- und Mäusebekämpfung nicht mehr angewandt werden, zumal sich große Epidemien unter den Ratten und Mäusen dadurch nicht erzielen lassen. — Vgl. die Literaturangaben bei FR. KAUFFMANN: a. a. O., S. 302. — Mindestens sollte nur den staatlich geprüften Desinfektoren die Auslegung derartiger Köder gestattet sein. — Vgl. die Ausführungen und Literaturangaben von G. WILLFÜHR, G. BECKERT u. H. BRUNS: Einige Erkrankungen durch Ratinbazillen. Veröff. Med.verw. 35, 44ff. (1931). — G. ELKELES u. R. STANDFUSS: a. a. O., S. 1688. — TIEDE: Über tödliche Infektionen durch „Ratin“ bei Hase und Hamster in freier Wildbahn. Cbl. Bakter. I. Orig. 122, 541 (1931). — Ferner Runderlaß des preußischen Ministeriums für Volkswohlfahrt und Landwirtschaft vom 18. August 1931; abgedr. u. a. Z. Med.beamte 44, 144 (1931). — O. LENTZ: Über Lebensmittelvergiftungen. Med. Welt 5, 806 (1931).

⁶ Vgl. u. a. G. STICKER u. Mitarbeiter: a. a. O., S. 38.

⁷ Der fruchtbare Nilschlamm ist naturgemäß auch ein guter Nährboden für viele Krankheitserreger. — KALLENBACH: Ägyptischer Brief. Münch. med. Wschr. 77, 821 (1930) berichtet: „Das Trinkwasser, das dem Nil entnommen wird, muß zweifach filtriert werden. Das Volk sagt freilich, es schmecke nicht, es habe keine Speise. Deshalb sind die durch das Wasser übertragene Ankylostomiasis, die Amöbenruhr und Bilharzia auf fast $\frac{1}{3}$ der Bevölkerung verbreitet.“ (Schätzungsweise 5 Millionen von 16 Millionen Einwohnern). — Nach Engineering 128, 503 (1929), zitiert nach Wasser u. Abwasser 27, 2 (1930), besteht ein Zusammenhang zwischen Bodenbewässerung mit Nilwasser und dem Auftreten von Sumpffieber und BILLHARZSCHER Krankheit.

⁸ STICKER, G. u. Mitarbeiter: a. a. O., S. 56 u. 173.

⁹ LUTZ, AD. u. G. A. LUTZ: Bilharziasis oder Schistosomuminfektionen. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 6, 873ff. 1929. — STICKER, G. u. Mitarbeiter: a. a. O., S. 164.

¹⁰ STICKER, G. u. Mitarbeiter: a. a. O., S. 125. — GMINDER, A.: Die Bekämpfung der Aufzuchtkrankheiten in Württemberg. Cbl. Bakter. I. Ref. 97, 50 (1930).

Für diese Krankheiten hat also die Auffindung von Tieren als Zwischenwirte und deren Abhängigkeit von bestimmten Witterungs- und Bodenverhältnissen eine überraschend einfache Erklärung für die zeitliche und örtliche Bedingtheit der Entstehung dieser Seuchen gebracht¹.

Jodmangel als Ursache des endemischen Kropfes.

Mit dem Boden in ursächlichem Zusammenhang stehen auch der endemische Kropf (Schilddrüsenanschwellung mit Geschwulstbildung) und seine Folgezustände (Kretinismus und Idiotie). Ein spezifischer Erreger hat sich nicht auffinden lassen². Schon FRANK führte die Kröpfe u. a. auf das Brunnenwasser zurück³. Früher hat man besonders hartem Wasser (mit übermäßig hohem Kalkgehalt) kropfbildende Eigenschaften zugeschrieben, eine Anschauung, die jetzt als unzutreffend verlassen worden ist. Gutachtliche Äußerungen⁴ des Reichsgesundheitsamtes, der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, der Hygienischen Institute in Jena (ABEL) und Erlangen (HEIM), von BLEYER (Weihenstephan) u. a. stimmen z. B. alle darin überein, daß die Wasserhärte und überhaupt die Wasserbeschaffenheit an sich allein mit der Kropfbildung nichts zu tun hat. Die zur Zeit am besten gestützte Erklärung, wenigstens für bestimmte Kropfendemiegegenden, ist der Mangel an kleinsten Jodmengen in der Umwelt. Diese Jodmangeltheorie wurde schon im Jahre 1850 von CHATIN⁵ auf Grund umfangreicher experimenteller Arbeiten begründet. CHATIN konnte in nahezu allen Naturprodukten Spuren von Jod mengenmäßig nachweisen. In den Alpen und Pyrenäen fand er mit zunehmender Höhenlage in der Luft und den Wässern im allgemeinen stets weniger Jod. Mit dieser Jodabnahme ging eine Zunahme von Kropf und Kretinismus einher. Er kam zu der Überzeugung, daß neben allgemeinen Ursachen, wie unhygienische (feuchte, dunkle) Wohnungen, ungenügende Ernährung, erbliche Veranlagung, individuelle Disposition, die besondere Ursache der Kropfendemie, gewissermaßen das auslösende Moment, der Jodmangel in der Natur sei. Er unterschied 4 Zonen der Kropfhäufigkeit⁶:

1. Zone, normal (Paris): Kropf und Kretinismus unbekannt. Das von einem Menschen in 24 Stunden veratmete Luftquantum (nach DUMAS 7—8 m³) enthält mindestens 5 Gamma⁷ Jod, 1 Liter Regenwasser 7 Gamma, 1 Liter Quellwasser oder Flußwasser 5 Gamma, 10 g Ackererde 5 Gamma Jod. 2. Zone (Soissons), Kropf selten, Kretinismus unbekannt. Unterscheidet sich von der 1. Zone nur durch hartes jodfreies Wasser. 3. Zone (Lyon und Turin): Kropf mehr oder weniger häufig, Kretinismus nahezu unbekannt. Die Jod-

¹ Vgl. M. HAHN: Allgemeine Epidemiologie und Prophylaxe. In E. FRIEDBERGER und R. PFEIFFERS Lehrbuch der Mikrobiologie 1, 252. 1919. — H. HABS: a. a. O., S. 556.

² Vgl. u. a. W. v. GONZENBACH: Beziehungen zwischen Trinkwasser und endemischem Kropf. Gas- u. Wasserfach 68, 670 (1925). — J. WAGNER-JAUREGG: Kropf und Trinkwasser. Ebenda 71, 821 (1928). — K. SCHARER: Chemie und Biochemie des Jods, S. 152. Stuttgart 1928. — A. KOCHER: Kropf. G. u. F. KLEMPERERS Neue Deutsche Klinik 6, 2. Berlin 1930.

³ FRANK, J. P.: System einer vollständigen medizinischen Polizey 3, 347. Wien 1787: „so hat man beobachtet, daß unerachtet in Kärnthén die Kröpfe sehr gemein sind, doch die Reichen, welche nahrhaftere Speisen und statt des dortigen Brunnenwassers geistige Getränke, als Wein oder Bier trinken, meistens davon frey bleiben“.

⁴ SPITZFADEN, G.: Zur Kropfbekämpfung. Gas- u. Wasserfach 68, 2—4 (1925).

⁵ CHATIN, A.: C. r. 30, 1850ff.; zitiert nach TH. v. FELLEBERG: Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. I. Biochem. Z. 139, 371 (1923).

⁶ Nach TH. v. FELLEBERG: a. a. O., S. 373, sowie ausführlicher bei demselben: Das Vorkommen, der Kreislauf und der Stoffwechsel des Jods. Erg. Physiol. 25, 184 (1926).

⁷ 1 Gamma = 1/1000 mg.

menge in 8 m³ Luft, in 1 Liter Regen- oder Trinkwasser und in 10 g Ackererde schwankt zwischen 1 und 2,5 Gamma. 4. Zone (Alpentäler) Kropf und Kretinismus endemisch. Die Jodmengen liegen unter 0,5 Gamma. CHATIN stellte ferner folgende Hauptsätze¹ auf: 1. Kropf und Kretinismus sind unbekannt in den Gegenden, die normal jodiert sind. 2. Diese Krankheiten treten auf, wenn das Mengenverhältnis des Jods abnimmt. 3. Das Jod ist ein Spezifikum gegen Kropf. Zur Bekämpfung und Verhütung des Kropfes empfahl CHATIN deshalb regelmäßige Zufuhr winziger Jodmengen mit der Nahrung, z. B. mit dem Speisesalz oder dem Wasser oder den Bezug von Nahrungsmitteln aus kropffreien Gebieten. Seine Angaben über die allgemeine Verbreitung des Jods in der Natur wurden von seinen Fachgenossen anerkannt², seine Theorie über den Zusammenhang zwischen Jodmangel und Kropf dagegen nicht. Diese fand erst Jahrzehnte später hauptsächlich dadurch wieder Beachtung, daß BAUMANN im Jahre 1895 den Gehalt und die physiologische Bedeutung des Jods in der Schilddrüse feststellte³. Im Jahre 1923 begann der schweizerische Forscher TH. v. FELLEBERG mit der Veröffentlichung seiner umfassenden und gründlichen Arbeiten⁴, um dieselbe Zeit wandten sich auch andere in- und ausländische Gelehrte⁵ diesem Problem zu. Man fand für kropffreie und kropffreie Gegenden so auffallende Unterschiede im Jodgehalt der Umwelt, daß CHATINS Jodmangeltheorie als bestätigt angesehen wurde. Seitdem ist, dank den Fortschritten der Methodik der mikrochemischen Jodbestimmung durch FELLEBERG⁶ und andere Chemiker⁷, eine außerordentlich umfangreiche, in naturwissenschaftlichen, medizinischen und landwirtschaftlichen Zeitschriften weit zerstreute Literatur über das Jodvorkommen in der Natur und die Bedeutung des Jods für Mensch, Tier und Pflanze entstanden. SCHARRER⁸ hat sie an Hand von mehr als 500, darunter vieler eigener Veröffentlichungen eingehend besprochen. Auch MEINCK hat im Hinblick auf die Zunahme⁹ des endemischen Kropfes in preußischen Gebirgsgegenden nach dem Kriege die in der ihm zugänglichen Weltliteratur vorhandenen zahlenmäßigen Angaben über den Jodgehalt natürlicher Produkte neben eigenen Befunden in dankenswerter Weise zusammengestellt¹⁰. Den Zusammenhang zwischen Kropf und Jodgehalt der Um-

¹ Nach E. LIEK: Ist die Jodmangeltheorie des Kropfes richtig? Münch. med. Wschr. 74, 1787 (1927).

² Wenigstens von denen, die seine exakten chemischen Bestimmungsmethoden kannten und benutzten. — Vgl. TH. v. FELLEBERG: Erg. Physiol. a. a. O., S. 185 u. 192.

³ BAUMANN, E.: Über das normale Vorkommen von Jod im Tierkörper. I. Mitt. Z. physiol. Chem. 21, 319 (1895); zitiert nach K. SCHARRER: Chemie und Biochemie des Jods, S. 64 u. 153. Stuttgart 1928.

⁴ FELLEBERG, TH. v.: Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. I. Mitt. Biochem. Z. 139, 371—451 (1923) mit vielen Fortsetzungen in den Bänden dieser Zeitschrift. — Einen zusammenfassenden Bericht über seine bis 1926 erschienenen Arbeiten hat FELLEBERG in einer Monographie gegeben: Das Vorkommen, der Kreislauf und der Stoffwechsel des Jods. München 1926; auch abgedruckt in: Erg. Physiol. 25, 176—363 (1926).

⁵ Vgl. z. B. MC CLENDON u. Mitarbeiter für USA. bei F. MEINCK: Das Vorkommen von Jod in der Natur. Veröff. Med.verw. 29, 79 (1929). — Ferner CH. E. HERCUS u. Mitarbeiter: Endemic goitre in New-Zealand and its relation to the soil-iodine. J. of Hyg. 24, 397 (1925); 26, 49 (1927); 31, 493 (1931).

⁶ FELLEBERG, TH. v.: Monographie. a. a. O., S. 189f.

⁷ Bei K. SCHARRER: Chemie und Biochemie des Jods, S. 18. Stuttgart 1928.

⁸ SCHARRER, K.: Chemie und Biochemie des Jods, 192 S. Stuttgart 1928. — Vgl. auch H. CAUER: Über das Vorkommen von Jod in Gesteinen, Erden und Wässern und seine Beziehung zum Kropf. J. Landw. 77, 251 (1929).

⁹ MARMANN, J.: Die Ausbreitung des Kropfes unter den Schulkindern in Preußen. Veröff. Med.verw. 30, H. 7 (1929).

¹⁰ MEINCK, F.: Das Vorkommen von Jod in der Natur. Veröff. Med.verw. 29, 1 bis 110 (1929).

welt zeigt eindeutig die nachstehende Zusammenstellung von Befunden FELLENBORG¹.

Vergleich der Kropfhäufigkeit mit dem Jodgehalt der Gesteine, Erden, Wässer und der Luft schweizerischer Ortschaften.

Ortschaft	Einwohner mit Kropf %	Geolog. Unterlage	Jodgehalt in Gamma (1/1000 mg)				
			im kg Gestein	im kg Erde	im Liter Wasser	im m ³ Luft	f. 24 h. Harn ²
Effingen . . .	1,0	unterer weißer Jura	5400 bis 9300	11 900	2,0 bis 3,1	0,51	70
Hornussen . .	12,1	oberer brauner Jura	830	4940	—	—	—
Hunzenschwil .	56,2	untere Süßwasser- und Meeresmolasse	320 bis 700 und 1600	620	0,04 bis 0,25	—	18
Kaisten	61,6	Muschelkalk und Dolomit	420 bis 430	820 bis 1970	0,54 bis 0,84	0,03	19

Die Tabelle zeigt ferner, daß die Jodausscheidung durch den Harn in der kropffreien Ortschaft Effingen bei höherem Jodgehalt der Umwelt größer ist als in den Kropfgebieten, wobei noch erwähnt sei, daß die Hauptmenge des Jods den Körper mit dem Harn verläßt³.

Die Gültigkeit der Jodmangeltheorie wird aber auch vielfach bestritten. So hat LIEK⁴ in der in bezug auf Jod hinreichend versorgten Danziger Gegend recht viele Kröpfe (allerdings keine Endemien und auch kaum Kretinismus) gefunden. Er weist auch auf ähnliche Befunde in anderen Gegenden hin. Auch HOLST⁵ berichtet von kleinen Kropfendemien an der norwegischen Westküste, wo ebenfalls kein Jodmangel herrsche, dieser also nicht die Kropfursache sein könne, und wo Jod, wie auch in Danzig, kein Spezifikum gegen Kropf sei. Im Sinne von LIEK hat sich ferner DE HAAS auf Grund seiner Erfahrungen in Niederländisch-Indien gegen eine Verallgemeinerung der Jodmangeltheorie ausgesprochen⁶. Nach ARNDT ist der Kropf vielleicht überhaupt kaum als Krankheit, sondern als etwas ortsgebundenes Physiologisches anzusehen, das vor allem durch klimatische Verhältnisse bedingt wird⁷. Von HÖJER wird die Oberflächengestaltung des Landes, insbesondere die Nähe eines über dem Orte liegenden Abhanges von einer gewissen Art sowie die Nähe von Flüssen für Art und Häufigkeit der Kröpfe verantwortlich gemacht⁸. EBBEL⁹ und

¹ Vom Verfasser zusammengestellt aus den Tabellen 47—50 der Monographie FELLENBORG: a. a. O., S. 288—296.

² Mittlere Jodausscheidung je Kopf und Tag von 6 kropffreien und je 11 kropfbehäfteten Einwohnern, mit Schwankungen von 40—108, 4—29 und 7—28 Gamma Jod.

³ FELLENBORG, TH. V.: Versuche über den Jodstoffwechsel. I. Mitt. Biochem. Z. 142, 261 (1923). — LUNDE, G.: Über die Geochemie und Biochemie des Jods, mit besonderer Berücksichtigung der norwegischen Kropfprophylaxe. Wien. klin. Wschr. 41, 15 (1928).

⁴ LIEK, E.: Ist die Jodmangeltheorie des Kropfes richtig? Münch. med. Wschr. 74, 1786 (1927).

⁵ HOLST, J.: Zur Jodmangeltheorie des Kropfes. Klin. Wschr. 10, 118 (1931).

⁶ HAAS, J. H. DE: On goitre and control of goitre in the tropics. Meded. Dienst Volksgezdh. Nederl.-Indië 19, 191 (1930); nach Zbl. Hyg. 25, 763 (1931).

⁷ ARNDT, H.-J.: Über das Kropfproblem nach geographisch-pathologischen Untersuchungen. Sitzgsber. Ges. Naturw. Marburg 65, H. 3. Berlin 1930; nach Zbl. Hyg. 25, 762 (1931).

⁸ HÖJER, J. A.: Kropfstudien. V. Die Verbreitung des endemischen Kropfes in Schweden. Sv. Läk.sällsk. Hdl. 57, 1—104 (1931). — Das Verhältnis des endemischen Kropfes zur Topographie der Gegend. Schweiz. med. Wschr. 1931 I, 265—267; zitiert nach Zbl. Hyg. 25, 762 u. 763 (1931).

⁹ EBBEL, B.: Die Ätiologie des endemischen Kretinismus und der Struma. Norsk Mag. Laegevidensk. 1925, 145; nach Münch. med. Wschr. 72, 1898 (1925).

WOLF¹ weisen auf Beziehungen zwischen Kropf und Radioaktivität der Wässer hin, während nach HESSE² in den sächsischen Kropfgebenden solche Beziehungen nicht bestehen. Zweifellos gibt es Gegenden, in denen dem Kropf andere Ursachen zugrunde liegen müssen, wofür u. a. auch die Tatsache spricht, daß die Jodprophylaxe durchaus nicht überall und nicht in allen Fällen von Erfolg ist.

Überhaupt ist eine einheitliche Ätiologie für alle verschiedenen Kropfformen in den verschiedenen Weltgegenden nicht anzunehmen³. Sehr wahrscheinlich sind auch „noch andere chemische Stoffe (anorganische oder organische), die wie das Jod in enger Beziehung zum Schilddrüsenstoffwechsel stehen, deren Bedeutung für den Haushalt des Organismus wir aber noch kaum oder gar nicht kennen, für die Kropfätiologie ebenso von Bedeutung. Wir nennen hier nur Phosphor und Kalzium⁴.“ Es steht jedenfalls fest, daß der (letzten Endes vom Boden ausgehende) Jodmangel zwar nicht als die alleinige, aber immer noch als eine Hauptursache der Entstehung von Kropferkrankungen zu gelten hat⁵.

Die gesundheitliche Bedeutung der sonstigen anorganischen wasserlöslichen Bodenbestandteile.

Wie am Beispiel des Jods zu zeigen versucht wurde, kann ein größerer oder geringerer Gehalt eines Stoffes im Wasser unter Umständen auch als ein Anzeichen dafür dienen, ob dieser Stoff für das Gedeihen von Pflanze, Tier und Mensch in deren Umwelt in hinreichender Menge vorkommt. Nicht immer entspricht freilich der chemische Wasserbefund der geologischen Beschaffenheit der Umgebung. So berichtet BURTSCHER über ein praktisch kalkfreies Wasser einer dem Tiroler Kalkgebiet entspringenden Quelle, die vermutlich tertiären Molasseschichten entstammt, welche durch tektonische Störungen in die älteren Gesteine der Kalkalpen eingeschoben sind; neben der Quelle fließt ein Bach mit normal kalkhaltigem Wasser⁶. Im übrigen sind die anorganischen Bestandteile, welche von den zur Trinkwasserversorgung dienenden Wässern aus den verschiedenen geologischen Formationen normalerweise aufgenommen werden, für den Mineralstoffwechsel des menschlichen Körpers nur von untergeordneter Bedeutung. Was dem Wasser etwa an lebensnotwendigen Mineralstoffen qualitativ und quantitativ fehlt, wird dem Körper in der Regel⁷

¹ WOLF, K.: Radioaktivität und Kropf. Arch. Hyg. u. Bakter. 104, 53 (1930).

² HESSE, E.: Die Beziehungen zwischen Kropfendemie und Radioaktivität. Dtsch. Arch. klin. Med. 110, 338 (1913); Ref. Wasser u. Abwasser 8, 203 (1914).

³ KOCHER, A.: Kropf. G. u. F. KLEMPERERS Neue Dtsch. Klinik 6, 1 (1930).

⁴ Ebenda, S. 2.

⁵ Siehe z. B. J. ABELIN: Erste internationale Kropfkongress in Bern. Med. Klin. 24, 317 (1928). — Ferner A. KOCHER: a. a. O., S. 1. — C. v. NOORDEN: Über alte und neue Ernährungsfragen. Dtsch. med. Wschr. 57, 3 (1931). — E. V. McCOLLUM u. N. SIMMONDS: Neue Ernährungslehre, S. 303. Berlin 1928.

⁶ BURTSCHER, J.: Über ein Trinkwasser, bei welchem der chemische Befund und die geologische Beschaffenheit der Umgebung der Quelle nicht übereinstimmen. Arch. Hyg. u. Bakter. 104, 197f. (1930).

⁷ Nach Angabe von O. SPITTA u. K. REICHLER: Wasserversorgung. M. RUBNERS Handbuch der Hygiene 2 II, 44. 1924, halten einige Autoren (nämlich R. BERG: Biochem. Z. 27, 204, [1910] und K. OPITZ: J. Gasbeleuchtg. u. Wasservers. 61, 482 [1918]; Zahnärztl. Rdsch. 28, 343 [1919]) einen höheren Salz- bzw. Kalkgehalt des Trinkwassers im Hinblick darauf für wichtig, daß bei dem vielfach üblichen Fortgießen des Gemüsekochwassers die tägliche Nahrung Gefahr laufe, an Mineralsalzen zu verarmen. Die Frage ist nur von nebensächlicher Bedeutung, zumal der Wert des Gemüsekochwassers überhaupt noch umstritten ist (vgl. u. a. W. OHLMÜLLER u. O. SPITTA: a. a. O., S. 463). — Vgl. auch R. BERG: Der Ein-

in ausreichenden Mengen mit der gewöhnlichen, durchschnittlichen Nahrung zugeführt¹.

Je nach der Eigenart des Untergrundes und nach den chemischen Wechselwirkungen, die zwischen den im Wasser und Boden vorhandenen Stoffen² vor sich gehen können, enthalten die unterirdischen Wässer naturgemäß recht verschiedene Mengen und Arten von Mineralstoffen³. Regelmäßige Bestandteile sind in erster Linie die Ionen von Kalzium, Magnesium und Natrium, sowie das Hydrokarbonat, Sulfat und Chlorid, neben geringen Mengen von Kalium, Ammonium, Eisen, Mangan, Aluminium und Nitrat, außerdem Kieselsäure, kleine Mengen von organischen (z. B. Humin-) Stoffen sowie Kohlendioxyd, Stickstoff und Sauerstoff. Dabei pflegt je nach der chemischen Beschaffenheit der einwirkenden Bodenschichten der eine oder andere Stoff mehr oder weniger oder gar nicht im Wasser vorhanden zu sein. Beträgt die Gesamtmenge der gelösten festen Stoffe in 1 kg Wasser mehr als 1 g, so kann das Wasser als Mineralwasser gelten, desgleichen wenn seine Temperatur 20° übersteigt, oder wenn der Gehalt an seltener vorkommenden physiologisch wirksamen Stoffen bestimmte Grenzen überschreitet⁴.

Bedeutung der Härte. Kennzeichnend für die natürlichen Trinkwässer ist vor allem der Gehalt des Wassers an Kalzium- und Magnesiumionen, deren Gesamtmenge die sog. (Gesamt-) Härte des Wassers bedingt. Ein deutscher Härtegrad (D. H.) entspricht 10 mg/l CaO (= 7,14 mg Ca) oder 7,2 mg/l MgO (= 4,34 mg Mg). Ein Wasser mit 0—4° D. H. nennt man sehr weich, bei 4—8° weich, bei 8—12° mittelhart, bei 12—18° ziemlich hart, 18—30° hart und mit mehr als 30° sehr hart. In den meisten unterirdischen Wässern ist die Kalziumhärte bei weitem höher als die Magnesiumhärte. Bei Wässern aus dolomitischen Böden⁵ oder aus solchen, die aus der Nähe von Kalisalzlagern⁶

fluß der Trinkwassersalze auf die körperliche Entwicklung. *Biochem. Z.* **24**, 282 (1910); *Chem. Ztg.* **45**, 849 (1921). — W. ZIEGELMAYER: Der Einfluß des harten Wassers auf die Zelle im Kochvorgang. *Z. Ernähr.* **1**, 25 (1931). — Z. v. SANDER: Veränderungen der Gemüsearten beim Kochen. *Ebenda* **1**, 128 u. 134 (1931).

¹ Zweifellos z. B. in bezug auf Kalzium siehe M. RUBNER: *Vjschr. gerichtl. Med.* **60**, 23 (1920); **61**, 155 (1921); *Arch. Hyg.* **104**, 287 (1930) (= an K, Mg und P enthält die europäische Kost sogar mehr als notwendig).

² So weist K. ZÖRKENDÖRFER (Die Jodquellen am Nordabhang der Alpen. *Dtsch. med. Wschr.* **57**, 971 [1931]) auf eine geographisch gut gekennzeichnete Reihe von Quellwässern mit hohem Jodgehalt (3—43 mg/kg) hin, der auf die üppige Tangvegetation seichter, in der Tertiärzeit entstandener Meeresteile zurückzuführen ist und der im deutschen Sprachgebiet sonst nur sehr vereinzelt (Sachsen, Lothringen) vorkommt.

³ Vgl. z. B. H. V. CHURCHILL: The occurrence of fluorides in some waters of the United States. *J. Amer. Water Works Ass.* **23**, 1399 (1931).

⁴ Zum Beispiel für Li, J, HAsO₂, H₂S etwa je 1 mg/kg; für Fluor 2 mg/kg; für Ba, Br, HBO₂ je 5 mg/kg; für Strontium und Ferro-Ion je 10 mg/kg; für freie CO₂ 250 mg/kg, und an Radiumemanation etwa 50 Mache-Einheiten = 181 Eman im Liter Wasser. — Vgl. L. GRÜNHUT: *Trink- und Tafelwasser*, S. 667. Leipzig 1920. — H. KLUT: Die Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle, S. 175. Berlin 1931. — H. KIONKA: *Untersuchung und Wertbestimmung von Mineralwässern und Mineralquellen*. E. ABDERHALDENS Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. IV, Teil 8, S. 2042 f. Berlin 1928. — Über Radiumheilwässer sind im Februar 1930 neue Richtlinien aufgestellt worden. — Vgl. E. DIETRICH: *Die Heil-schätze der deutschen Kurorte*. *Med. Welt* **5**, 472 (1931).

⁵ Vgl. z. B. die Analysenangaben bei H. BUNTE: In J. S. MUSPRATTS *Chemie* **11** (1917), über dolomitische Quellen des Frankenjuras (S. 131), über Dorpater Wässer (S. 143 f.) und ein Quellwasser in Clifton bei New York (S. 165).

⁶ Vgl. u. a. E. GROSS u. H. KLUT: Bericht über die Wasserversorgung von Göllingen und Oldisleben. *Mitt. Preuß. Landesanst. Wasserhyg.* **25**, 150 u. 177 (1919); s. auch dieses Handbuch **1**, 108 f.

stammen oder dem Zutritt von Kalifabrikabwässern¹ oder von Meerwasser^{2, 3} oder von Harn und Jauche⁴ zugänglich sind, findet man relativ höhere Magnesiumwerte. Da Magnesium ein weit weniger wichtiger Bestandteil unserer Nahrung ist als Kalzium⁵, sind höhere Magnesiumhärten mindestens ein unnützer Ballast⁶. Eine direkte Gesundheitsschädlichkeit von Wässern mit hoher Kalzium- oder Magnesiumhärte ist bisher nicht erwiesen⁷, wohl aber Hautreizungen beim Waschen sowie Magen- und Darmstörungen (namentlich durch bestimmte Magnesiumsalze) bei empfindlichen Personen, die an weiches Wasser gewöhnt sind⁸. Bei der Verwendung im Haushalt und zu gewerblichen Zwecken ist hartes Wasser minderwertig⁹ und in hygienischer Hinsicht auch insofern unerwünscht, als wegen dieser allgemein bekannten Nachteile harter Wasser recht häufig weichere Wasser infektiöser Herkunft nicht nur zum Waschen und Kochen, sondern auch zum Rohgenuß verwendet werden¹⁰. Weiter kommt es bei der

¹ Vgl. u. a. K. THUMM: Die Kaliwerke und ihre Abwässer. *Vschr. gerichtl. Med.* **62** 165f. (1921). — G. NACHTIGALL: Die deutsche Kaliindustrie, ihre Abwässer und deren Bedeutung für die Wasserversorgung der Städte. *Techn. Gemeindebl.* **27**, 139 (1924).

² Bei stärkerem Abpumpen des auf dem unterirdischen Meerwasser schwimmenden Süßwassers findet man an den Küsten und auf Inseln unter Umständen steigenden Salzgehalt und mehr Magnesium als Kalzium. So hatte das Borkumer Leitungswasser nach K. THUMM [Die chemische Wasserstatistik deutscher Städte. *Gas- u. Wasserfach* **72**, 343 (1929)] im Juli 1924 eine Kalziumhärte von 7,8⁰ und eine Magnesiumhärte von 10,2⁰ und zu anderen Zeiten nur 7,5⁰ Gesamthärte, bei entsprechenden Schwankungen im übrigen Salzgehalte. — Vgl. auch A. HERZBERG: Die Wasserversorgung einiger Nordseebäder. *J. Gasbeleuchtg. u. Wasservers.* **44**, 818 (1901). — T. NOMITSU: Über die Scheidefläche von Binnenwasser und Seewasser an einer Sandküste. *Gas- u. Wasserfach* **71**, 124 (1928) (= Nachweis mit Silberchromat-Gelatineplatten).

³ Über die Bedeutung von Störungen des Süßwasser-Meerwasser-Gleichgewichtes für die Aggressivität des Grundwassers sowie für die Tragfähigkeit des Bodens für größere Bauten berichtet M. KRUL: *Geologisch en hydrologisch onderzoek bij waterbouwkundige werken. De Ingenieur* **1931**, H. 34; zit. nach *Gas- u. Wasserfach* **74**, 1213 (1931).

⁴ LÜNING, O. u. H. BEBENROTH: Das Verhältnis von Magnesium zu Kalzium in Harn und Jauche sowie in Abwässern und Grundwässern. *Z. angew. Chem.* **38**, 112 (1925). — Vgl. u. a. auch G. v. RIEGLER: Über den Einfluß der Verunreinigung, Temperatur und Durchlüftung des Bodens auf die Härte des durch denselben durchsickernden Wassers. *Arch. Hyg.* **30**, 69 (1898).

⁵ Vgl. u. a. Gutachten des Reichsgesundheitsrates über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller. *Arb. ksl. Gesdh. amt* **25**, 333 (1907). — R. EMMERICH u. O. LOEW: Über den Einfluß des Kalk-Magnesiumverhältnisses in der Nahrung usw. *Z. Getreidewes.* **5**, 115 (1913); nach *Chem. Ztg.* **38**, 189 (1914).

⁶ RUBNER, M.: Die hygienische Beurteilung der anorganischen Bestandteile des Trink- und Nutzwassers. *Vjschr. gerichtl. Med.* **24**, Suppl.-H. 2, 44 (1902). — Vgl. auch H. H. MEYER u. J. SCHÜTZ: *Pharmakologie der Mineralwässer.* E. DIETRICH u. S. KAMINERS Handbuch der Balneologie **2**, 162. 1922.

⁷ Vgl. u. a. A. GÄRTNER: Die Hygiene des Wassers, S. 77. Braunschweig 1915. — W. KRUSE: Die hygienische Untersuchung und Beurteilung des Trinkwassers. *WEYLS Handbuch der Hygiene* **1**, 167. 1919. — E. GROSS u. H. KLUT: a. a. O., S. 188 (1919). — O. SPITA u. K. REICHEL: a. a. O., S. 43. — H. REICHENBACH: *Hygienisches Taschenbuch*, S. 128. Berlin 1930. — TRESH: *Lancet* **1913** **II**, 1057; zitiert nach Kali **21**, 54 (1927). — J. T. MYERS: Relationship of hard water to health. *J. inf. Dis.* **36**, 566 (1925); zitiert nach *Zbl. Hyg.* **11**, 466 (1926).

⁸ RUBNER, M.: Die hygienische Beurteilung usw. *Vjschr. gerichtl. Med.* **24**, Suppl.-H. 2, 44 u. 66 (1902).

⁹ Es bedingt Nachteile bei der Zubereitung, Ausnutzung und Bekömmlichkeit mancher Nahrungsmittel, größeren Seifenverbrauch, unter Umständen infolge Ablagerung der unlöslichen Ca- und Mg-Seifen Sprödigkeit der Haut und Hartwerden, Vergilbung und ranzigen Geruch der Wäsche sowie Kesselsteinbildung. — Vgl. u. a. M. RUBNER: a. a. O., S. 62, 68 u. 94. — H. TJADEN: Die Kaliindustrie und ihre Abwässer, S. 182f. Berlin 1915. — W. P. DUNBAR: Die Abwässer der Kaliindustrie, S. 53f. München 1913. — H. REICHENBACH: a. a. O., S. 129. — Literatur besonders bei H. KLUT: a. a. O., S. 28 u. 110f.

¹⁰ RUBNER, M.: a. a. O., S. 66.

Beurteilung der Wasserhärte neben der Höhe der Magnesium- und Kalziumhärte insbesondere noch darauf an, ob die Härtebildner aus Bikarbonaten (Karbonathärte) oder aus Sulfaten und Chloriden (Nichtkarbonathärte) bestehen. Die meisten unterirdischen Wasser enthalten die Härte vorwiegend als Karbonathärte (meist Kalziumbikarbonat). Diese wird in gesundheitlicher Beziehung günstiger beurteilt¹ als eine gleich hohe (durch Auskochen nicht entfernbare) Nichtkarbonathärte, die dem Wasser, namentlich wenn sie von Magnesiumchlorid herrührt, außerdem oft einen unangenehmen, bittersalzigen Geschmack verleiht².

Die Frage, ob die Verwendung weicher³ Wasser wegen ihres geringen Kalkgehaltes in gesundheitlicher Beziehung namentlich in bezug auf Zahnbeschaffenheit und Knochenentwicklung nachteilig ist, wurde verschiedentlich bejaht⁴, von GÄRTNER⁵ entschieden verneint. Zur Zeit muß der behauptete Nachteil, ebenso wie die Schädlichkeit sehr weichen, salzarmen Wassers überhaupt, noch als unbewiesen gelten⁶. Jedenfalls spielt für die Versorgung des Körpers mit Kalksalzen „das Trinkwasser nur selten eine wesentliche Rolle“⁷. Beobachtungen mit positiven Befunden in bezug auf Zahnverderbnis in Gegenden mit sehr weichem Wasser (0—5,6⁰ D.H.) liegen neuerdings von REICHENBACH⁸ vor, der die Zahnfrage weiterer Prüfung empfiehlt. Über die Beziehung zwischen Zahnbeschaffenheit, Kalkzufuhr und kalzifizierenden Vitaminen sei auf die unten angegebene Literatur⁹ verwiesen.

Andere anorganische Bestandteile. Neben den Härtebildnern sind die übrigen normalen anorganischen Bestandteile unterirdischer Wasser von geringerer Bedeutung. Natriumchlorid z. B. tritt in Gegenden mit Salzvorkommen hin und wieder in größeren Mengen auf und macht sich dann besonders durch den Geschmack¹⁰ unangenehm bemerkbar. Nach GÄRTNER „trocknen in salzigem Wasser gewaschene Kleider schwer, reizen die Haut, sind hygroskopisch und geben daher leicht zu Erkältungen Veranlassung“¹¹. In ariden Gegenden heißer Länder muß man häufig einen höheren Salzgehalt des Trinkwassers in Kauf nehmen. So wird in Südwestafrika Wasser mit 2 g/l Chlor noch getrunken¹².

¹ Vgl. u. a. O. SPITTA u. K. REICHLE: a. a. O., S. 43. — J. T. MYERS: Relationship of hard water to health II. J. inf. Dis. 37, 13 f. (1925); zitiert nach Zbl. Hyg. 11, 796 (1926) und deutsche Übersetzung von L. W. HAASE: Kali 21, 135 (1927).

² Vgl. die Literaturangaben bei H. KLUT: a. a. O., S. 28 f.

³ Harte Wasser schmecken im allgemeinen besser, weiche haben meist einen faden Geschmack. H. KLUT: a. a. O., S. 29.

⁴ ROESE, C.: Erdsalzarmut und Entartung, S. 94 f. Berlin 1908. Sonderdruck aus der Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 1908, H. 1—6. — OPITZ, K.: Trinkwasserhärte und Volksgesundheit. Z. Med.-beamte 30, 469 (1917); Wasser u. Gas 8, 160 (1918). — Statistische Beobachtungen zur Kalkfrage. Dtsch. med. Wschr. 46, 1391 (1920). — Weitere Angaben bei H. KLUT: a. a. O., S. 109, sowie W. OHLMÜLLER u. O. SPITTA: a. a. O., S. 463.

⁵ GÄRTNER, A.: a. a. O., S. 76.

⁶ Vgl. W. OHLMÜLLER u. O. SPITTA: a. a. O., S. 464.

⁷ Ebenda, S. 463.

⁸ REICHENBACH, H.: Die Bedeutung der Härte des Trinkwassers für die Häufigkeit der Zahnkaries. Münch. med. Wschr. 70, 1188 (1923).

⁹ MCCOLLUM, E. V. u. N. SIMMONDS: Neue Ernährungslehre, S. 408 f. Berlin 1928. — Vgl. auch O. WALKHOFF: Die Vitamine in ihrer Bedeutung für die Entwicklung usw. der Zähne gegen Erkrankungen, S. 96 f. Berlin 1929.

¹⁰ Vgl. die Angaben bei H. KLUT: a. a. O., S. 31 u. 103. — Und neuerdings O. LÜNING: Ein stark salzhaltiges Trinkwasser einer städtischen Wasserleitung. Z. Unters. Lebensmitt. 60, 331 (1930): Gewöhnung, aber Bevorzugung anderen Wassers zum Kochen und seitens Fremder.

¹¹ GÄRTNER, A.: a. a. O., S. 87.

¹² KELLER, H.: Wassergewinnung in heißen Ländern, S. 33. Berlin 1929. — Vgl. auch G. W. CHLOPIN: Über die Normen zur gesundheitlichen Bewertung des Grundwassers in trockenen Steppen und Salzböden. Gigena i epidemiologija 6, 5 (russ.) mit dtsh. Zusammenfassung S. 14 (1927) nach Zbl. Hyg. 16, 252 (1927).

Die in vielen Grundwässern, namentlich der norddeutschen Tiefebene, vorkommenden Eisen- und Manganverbindungen sind im allgemeinen gesundheitlich indifferent¹. Bei empfindlichen Menschen kann jedoch der nüchterne Genuß stark eisenhaltigen Wassers zu Magen- und Darmstörungen führen². Über Geruch und Geschmack und die sonstigen Nachteile eisen- und manganhaltiger Trinkwässer sowie über die Verfahren zur Eisen- und Manganentfernung sei auf die Ausführungen und Literaturnachweise von H. KLUT³ verwiesen. Auch ein höherer Gehalt an Stickstoffverbindungen (Ammonium-, Nitrit- und Nitrat-Ion) ist an und für sich nicht gesundheitsschädlich⁴ und auch keineswegs immer ein Anzeichen für eine Verunreinigung des Bodens durch menschliche oder tierische Abgänge. In flachliegenden wasserführenden Bodenschichten können sie unter Umständen etwas Derartiges kennzeichnen⁵, namentlich wenn gleichzeitig höhere Befunde an Oxydierbarkeit, Chloriden, Sulfaten usw.⁶ auftreten. Aber nur bei genauer Kenntnis der örtlichen Verhältnisse und nur in Verbindung mit bakteriologischen und biologisch-mikroskopischen Untersuchungen läßt sich entscheiden, was die chemischen Wasserbefunde in hygienischer Hinsicht im Einzelfalle zu bedeuten haben. Ammonium-, Nitrit- und Nitrat-Ion findet man häufig auch in Wässern aus notorisch einwandfreiem Untergrunde. Ammoniumion (ebenso Nitrit bis zu etwa 1 mg/l) kommt besonders aus moor-, eisen- oder manganhaltigen Bodenschichten in das Wasser; es ist dann harmlosen pflanzlichen Ursprungs oder durch Reduktion von Nitraten entstanden, die ihrerseits als Endprodukte der Oxydation aller stickstoffhaltigen organischen Stoffe im Boden eine unter Umständen örtlich und zeitlich so weit zurückliegende Verunreinigung anzeigen, daß diese völlig belanglos ist⁷.

Die Selbstreinigungskraft des Bodens, ihre Ausnutzung und ihr Mißbrauch in hygienischer Hinsicht.

*Die Vorgänge bei der Zersetzung organischer Substanzen im Boden*⁸.

Der Boden ist unter geeigneten Bedingungen imstande, große Mengen organischer Stoffe pflanzlicher, tierischer oder menschlicher Herkunft unter Mitwirkung organisierter Materie, je nach den vorliegenden Umständen, nach und nach in die mannigfaltigsten Verbindungen zu zerlegen und umzuwandeln und unter Umständen bis zur Mineralisation abzubauen. Durch vorübergehende oder dauernde Bindung der dabei auftretenden Stoffe kann der Fortgang der ja immer biologisch verlaufenden Zersetzungs Vorgänge unter Umständen begünstigt oder aufrecht erhalten werden. So können z. B. alkalische Böden durch Pufferung regulatorisch wirken, indem sie die bei der biochemischen Zerlegung frei werdenden Säuren abfangen. Schwefelwasserstoff wird in der Regel als Sulfid festgelegt.

¹ Über die physiologisch-katalytische Bedeutung minimaler Manganmengen für den lebenden Organismus vergleiche G. BERTRAND: Über die physiologische Bedeutung des Mangans und anderer Elemente, die sich in den Organismen spurenweise vorfinden. *Z. angew. Chem.* **44**, 917 (1931).

² Nach E. NEHRING; vgl. H. KLUT: a. a. O., S. 64.

³ KLUT, H.: a. a. O., S. 64 f u. 99.

⁴ Vgl. u. a. H. KLUT: a. a. O., S. 32, 37 u. 42. ⁵ Vgl. S. 234.

⁶ Die Anwesenheit von Hydrophosphat-Ionen deutet in der Regel auf grobe Verunreinigungen. Vgl. W. OHLMÜLLER u. O. SPITTA, a. a. O., S. 456. — Ihre Menge nimmt nicht immer mit dem Verschmutzungsgrade des Wassers zu. — Vgl. E. REMY: Zur Bedeutung des Phosphorsäureions usw. *Arch. Hyg. u. Bakter.* **101**, 366 (1929).

⁷ Vgl. u. a. A. GÄRTNER: a. a. O., S. 72—75. — H. KLUT: a. a. O., S. 32, 37 u. 42 f. — E. GOTSCHLICH: *Handbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden* **1**, 812 f u. 907 f. 1926.

⁸ Die Vorgänge können hier nur kurz angedeutet werden; sie sind in diesem Handbuch **2**, 224 f.; **6**, 298; **7**, 239 u. 381 f.; **8**, 599 f. ausführlich behandelt worden.

Andererseits kann bei eintretendem Sauerstoffmangel Kalziumsulfat z. B. eine Zeit lang als Sauerstoffquelle für den biologischen Abbau in Gipsböden dienen. Bei der kolloiden Beschaffenheit der meisten oberen Bodenschichten sind die rein chemischen Kräfte nicht scharf von den rein physikalisch wirkenden zu trennen. In allererster Linie sind es aber immer die physikalischen Eigenschaften, die es dem Boden ermöglichen, flüssige organische Abfallstoffe zurück zu halten und die Auswaschung an sich löslicher fester Stoffe organischer und anorganischer Natur zu verhindern.

Von wesentlicher Bedeutung sind dabei die mechanische Zusammensetzung¹ des Bodens, sein Adsorptionsvermögen², der Luftgehalt und die Durchlüftbarkeit³, der Wassergehalt und das Wasserhaltungs-⁴ und Wärmebindungsvermögen⁵, und die Bodentemperatur⁶. Sie bestimmen Art, Umfang und Geschwindigkeit der Zersetzungsvorgänge in erster Linie. Das Bodenkorn an sich stellt dabei gewissermaßen nur das Traggerüst für die Reaktionsstoffe dar, die z. T. erst mit den Verunreinigungen in den Boden gelangen, von seinen physikalischen Kräften festgehalten und mit Hilfe der schon vorhandenen Fauna und Flora des Bodens sowie von den mit den Verunreinigungen etwa eingebrachten Bakterien, bakterienfressenden Protozoen usw. abgebaut werden. Auch Fermente, die aus tierischen und pflanzlichen Abfallstoffen stammen und z. T. auch von den Mikroorganismen neu gebildet werden, sind an der Umwandlung hochmolekularer ungelöster oder pseudogelöster Substanzen in gelöste wahrscheinlich beteiligt⁷.

Zwei Arten des Abbaus sind dabei zu unterscheiden, nämlich Reduktions- und Oxydationsvorgänge. Reduktionsprozesse, an denen schwefelhaltige Verbindungen beteiligt sind, pflegt man als Fäulnis zu bezeichnen, die anderen als Gärung. Den unter Oxydation vor sich gehenden Abbau nennt man Verwesung. Fäulnis und Gärung treten bei Verminderung oder völligem Abschluß der Zufuhr von Luftsauerstoff ein, also in wenig durchlässigen Böden, wie schweren Lehm- oder nassen Moorböden, aber auch in sandigem Untergrund mit an sich optimalen Eigenschaften, wenn er verschmutzt ist, und der Sauerstoff in den obersten Schichten verbraucht wird. Unter Beteiligung von mehr oder weniger anaeroben Mikroorganismen kommt es, je nach deren Art, nach dem p_H -Wert usw. zur Abspaltung verschiedener gasförmiger Produkte, wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Stickstoff, Wasserstoff, Methan usw. sowie von Kohlendioxyd, die teilweise vom Boden gebunden werden, z. T. in die Bodenluft übergehen, mit dieser entweichen oder mit dem Wasser fortgeführt werden. Dabei bleiben erhebliche Mengen von organischen Verbindungen des Kohlenstoffs, Stickstoffs, Schwefels usw., z. T. von hochmolekularer Struktur, als Endprodukte zurück. Verwesung dagegen ist nur bei ungehinderter Sauerstoffzufuhr möglich⁸. Hierbei werden die organischen Substanzen durch Oxydation, ebenfalls unter Beteiligung von Mikroorganismen (Bakterien, Schimmelpilze, Algen usw.) allmählich mehr oder weniger vollständig zerlegt, mineralisiert, d. h. in anorganische Bausteine: freie und gebundene Kohlensäure, Nitrate, Sulfate, Phosphate und Wasser über-

¹ Vgl. dieses Handbuch 6, 1f. ² Vgl. Ebenda 1, 189f.; 6, 315f.

³ Vgl. Ebenda 6, 306f. ⁴ Vgl. Ebenda 6, 126f. ⁵ Vgl. Ebenda 6, 369f.

⁶ Vgl. u. a. H. GORKA: Neue Experimentaluntersuchungen über die Frostwirkungen auf Erdböden. Kolloidchem. Beih. 25, 127f. (1927).

⁷ Zum Beispiel F. GUTH u. J. FEIGL: Über den Nachweis und die Wirkung von Fermenten im Abwasser. Gesdh.ing. 35, 21 (1912).

⁸ Nur in solchen Bodenschichten, die mit der Außenluft in Verbindung stehen, können aerobe Bakterien sich betätigen. Im Bodeninnern abgesperrte Luftmengen sind für die Selbstreinigung nicht verwertbar. Daher kommt dem Einfluß von Luftdruckschwankungen auf die Bodenluft große Bedeutung für die Bodenatmung zu. — SCHMIDT, W. u. P. LEHMANN: Versuche zur Bodenatmung. Cbl. Bakter. II. 83, 100 (1931).

geführt oder in frische lebende Substanz verwandelt. Bei Fernhaltung der Mikroorganismen oder des Luftsauerstoffes bleibt diese Reinigungswirkung des Bodens aus¹. Die Reduktions- und Oxydationsvorgänge verlaufen unter natürlichen Verhältnissen im Boden nicht scharf getrennt von einander, sondern in Übergangsstufen, bei denen zeitweise und stellenweise die Oxydation oder die Reduktion überwiegt. Man findet daher die Endprodukte der Oxydation ebensowohl wie der Reduktion häufig nebeneinander (z. B. Sulfate und Nitrate neben Sulfiden, Nitriten und Ammoniak).

Vom hygienischen Standpunkt aus kann man die Gesamtheit dieser Vorgänge als Selbstreinigung des Bodens bezeichnen. Man hat diese Eigenschaft des Bodens naturgemäß von jeher ausgenutzt, um feste und flüssige Abfallstoffe jeder Art zu beseitigen und hygienisch unschädlich zu machen. Auch die Erdbestattung der Leichen wäre ohne diese reinigende Kraft des Bodens auf die Dauer unmöglich. Überanstrengung des Selbstreinigungsvermögens kann zu hygienisch bedenklichen Zuständen, zur Verseuchung des Bodens und des aus diesem stammenden Wassers führen, zumal nicht immer mit Sicherheit damit zu rechnen ist, daß die mit den Verunreinigungen etwa in den Boden gelangenden Krankheitserreger in kurzer Zeit zugrunde gehen oder vom Boden restlos festgehalten werden².

Verunreinigung des Bodens und des Wassers in ihm.

Bodenverseuchung. Wie sehr nach dem Verfall der großartigen Städtereinigungsanlagen der Völker des klassischen Altertums der Untergrund der europäischen Städte bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts verunreinigt war, ist besonders eingehend von WEYL³ geschildert worden. Aber auch noch später, bis zur Einführung der Kanalisation, herrschten besonders in den Städten in bezug auf Bodenverunreinigung schlimme Zustände, schlimm auch insofern, als es in vielen dieser Städte noch keine⁴ zentrale Wasserversorgung gab und die Ein-

¹ Vgl. z. B. F. FALK u. R. OTTO: Zur Kenntnis entgiftender Vorgänge im Erdboden. Vjschr. gerichtl. Med., 3. F. 2, 181 (1891). — W. P. DUNBAR: Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage, S. 347, 348 u. 391f. München u. Berlin 1912. — O. SPITTA: Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. Arch. Hyg. 38, 259 (1900). — Ferner E. BREDTSCHEIDER: Die Zersetzung der toten organischen Masse. Gesdh.ing. 47, 233f. (1924). — F. GUTH u. J. FEIGL: Beiträge zur Kenntnis der Wirkungsweise biologischer Körper. Ebenda 34, 941f. (1911). — A. BURSWELL: The chemistry of water and sewage treatment, S. 213f. New York 1928. — F. GIESECKE: Dieses Handbuch 6, 314. — Die Einwirkung periodischer Überschwemmungen auf den mikrobiellen Zustand des Bodens. Pflanzenbau 8, 84 (1931).

² Vgl. z. B. A. GÄRTNER (Handbuch der Hygiene, S. 222f. Braunschweig 1915) über das Vordringen von Bakterien mit den Pflanzenwurzeln und den von diesen und von Tieren gebildeten Gängen im Boden. — Ferner M. EUGLING: Über die Biologie des Wiener Hochquellenwassers. GRASSBERGERS Abhandlungen aus dem Gesamtgebiete der Hygiene, H. 7, S. 57. Wien 1931: In dem sonst vorzüglichen Wiener Leitungswasser fand EUGLING nach schweren Wetterkatastrophen — außer einer den Keimanstiegen genau parallel gehenden Anzahl von Fichtenpollenkörnern — auch Ameisenkot; er bemerkt dazu, daß nach R. FRANÇÉ (Das Leben im Ackerboden, Stuttgart 1922) die Ameisen im Hochgebirge die Funktion der Regenwürmer übernehmen, die den ganzen Tag Erde fressen und wieder von sich geben und dadurch außerordentlich viel zur Lockerung des Bodens und zur Steigerung seiner Adsorptionskraft für Bakterien beitragen. Dieses Adsorptionsvermögen muß naturgemäß sinken, wenn durch starke Regengüsse die feinsten Bodenteile ausgewaschen werden.

³ WEYL, TH.: Überblick über die historische Entwicklung der Städtereinigung usw. Handbuch der Hygiene 2 I, 18—22. 1912. — Vgl. auch R. BRESCH: Geschichte der Wasserversorgung der Stadt Straßburg, S. 116. Stadtverwaltung Straßburg i. E. 1931.

⁴ Oder nur eine solche aus unzureichend oder gar nicht gereinigtem Oberflächenwasser, das durch Hineinschütten menschlicher Abgänge usw. seitens der Einwohner ebenfalls bedenklich verunreinigt wurde. — Vgl. u. a. W. P. DUNBAR: Zum derzeitigen Stande der Wasserversorgungsverhältnisse usw. Dtsch. Vjschr. öff. Gesdh.pfl. 37, 545 (1905).

wohner mit ihrem Trinkwasser vielfach auf Brunnen angewiesen waren, deren bauliche Beschaffenheit in hygienischer Beziehung ebenso mangelhaft war¹ wie diejenige ihrer den Untergrund verseuchenden Abortgruben. Nach WEYL² waren in Paris im Jahre 1898 noch 56000 Fäkalgruben, 13000 Eimerklosetts sowie 28000 „tinettes filtrantes“ (Abort mit Zurückhaltung der festen Stoffe und Ableitung der flüssigen in die Kanalisation) vorhanden, gegen nur 14000 Wasserklosetts. Auch im Jahre 1926 gab es in Paris noch etwa 20000 Grundstücke mit Fäkalgruben³. Auf einige weitere Beispiele für mangelhafte Abort- und Trinkwasserverhältnisse um die Jahrhundertwende sei verwiesen⁴.

Besonders umfangreiche Untersuchungsbefunde über die Verunreinigung des städtischen Bodens liegen aus Budapest von FODOR vor. Auch dort waren die Hauptquelle der Bodenverunreinigungen die häuslichen Abtrittsgruben, mit zunehmender Entfernung von diesen nahm die Verunreinigung ab, andererseits war sie um so stärker, je größer die Bewohnerzahl der Häuser war. Als Mittel von 229 Proben aus 1—4 m Tiefe des Untergrundes in den inneren Budapester Stadtteilen fand er je 1 kg Trockenerde 4130 mg organisch gebundenen Kohlenstoff, 311 mg organisch gebundenen Stickstoff, 10,2 mg Ammoniak, 1,1 mg Nitrit und 157 mg Nitrat⁵. Er berechnet aus diesen Werten, daß der Budapester Boden so viel stickstoffhaltige organische Abfallstoffe enthalte, wie die gesamte damalige Einwohnerschaft im Laufe von 37 Jahren an Kot und Harn produziere⁶, wobei die vor und nach der Versickerung eintretenden Stickstoffverluste nicht berücksichtigt sind. Auf Grund von sehr vielen zahlenmäßigen Unterlagen, von denen noch die folgenden⁷ als besonders instruktiv wiedergegeben seien, zieht FODOR die nachstehend kurz zusammengefaßten Schlußfolgerungen, die auch heute noch zutreffend sind.

	Milligramm in 1 kg Trockenerde					
	Organischer Stickstoff (N)		Ammoniak (NH ₃)		Nitrat (N ₂ O ₅)	
	Entnahmetiefe					
	1 m	2 m	1 m	2 m	1 m	2 m
Unter einem alten Hause .	2437	1098	426	205	0	0
Aus unbebautem Boden .	17	33	2	2	32	48

1. Der Boden hält die organischen Substanzen (C und N) am kräftigsten an seiner Oberfläche fest und läßt sie nur sehr schwer in die tiefen Schichten absinken. 2. Eine hochgradige Verunreinigung erkennt man an der erheblichen Ammoniakproduktion und an dem Verschwinden des Nitrates. 3. Ein reiner Boden dagegen oxydiert, enthält daher den Stickstoff weniger in Form von Ammoniak, sondern mehr als Nitrat. 4. Der beste Indikator für eine übermäßige Verunreinigung des Bodens mit fäulnisfähigen menschlichen und tierischen Aus-

¹ DUNBAR, W. P.: Dtsch. Vjschr. öff. Gesdh.pfl. 37, 561 (1905). — Zum gegenwärtigen Stande der Oberflächenwasserversorgung. Gesdh.ing. 35, 18 (1912).

² WEYL, TH.: Die Assanierung von Paris, S. 3. Leipzig 1900.

³ WOLTER, FR.: Die Frage der Trinkwasserepidemien usw. Wasser u. Gas 21, 297 (1930).

⁴ SCHLECHT, JOS.: Die gesundheitlichen Verhältnisse im Regierungsbezirk Trier. Arb. ksl. Gesdh.amt 41, 352 u. 358 (1912). — DEMUTH, JOH.: Die gesundheitlichen Verhältnisse in der Pfalz. Ebenda, S. 381. — SCHMIDT, V.: Die gesundheitlichen Verhältnisse im Fürstentum Birkenfeld. Ebenda, S. 404 u. 405. — PAWOLLEK, K.: Die gesundheitlichen Verhältnisse in Elsaß-Lothringen. Ebenda, S. 412 u. 416. — Vgl. auch K. IMHOFF: Fortschritte der Abwasserreinigung, S. 111. Berlin 1926.

⁵ FODOR, J.: Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser 2, 208. Braunschweig 1882.

⁶ FODOR, J.: a. a. O., S. 209.

⁷ FODOR, J.: a. a. O., S. 212 u. 213.

scheidungen ist daher der Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff und an Ammoniak.

Die hygienische Bedeutung des Bodens für Hausbau und Wohnung. Für die Bebauung ist ein verunreinigter Boden grundsätzlich erst nach Assanierung freizugeben. Die in ihm vorhandenen organischen Stoffe zerfallen im Laufe der Zeit. Nach Möglichkeit soll der zu bebauende Untergrund trocken und porös, und der höchste Grundwasserstand mindestens $\frac{1}{2}$ m, besser 1 m unter dem Hausfundament bleiben¹.

Verseuchung unterirdischer Wässer. Daß nach den heutigen Anschauungen eine Verseuchung der tieferen Bodenschichten an sich keinen Einfluß auf die Entstehung und Verbreitung von Epidemien hat, sondern nur bei Verschleppung der Keime, etwa durch Wasser, ist bereits dargelegt worden. Der praktisch geschulte Hygieniker wird Bodenuntersuchungen² nur in Ausnahmefällen vornehmen, in erster Linie wird er durch örtliche Besichtigungen denjenigen Gefahrenquellen nachspüren und sie nach Möglichkeit abzustellen suchen, die dem Boden insbesondere im Einzugsgebiet von Quell-, Grund- und Talsperren-Wasserversorgungsanlagen drohen. Wegen der praktischen Bedeutungslosigkeit von Bodenverunreinigungen infolge einer etwaigen Durchlässigkeit von sorgfältig verlegten Kanalisationsrohren vergleiche MEZGER³. Befinden sich die Kanalisationsrohre jedoch in einem schlechten baulichen Zustande⁴, so können leicht größere Undichtigkeiten auftreten, wodurch der Untergrund dauernd mit Fäkalien stark verunreinigt wird. Wenn sich dann Wasserfassungsanlagen in unzulässiger Nähe befinden, dann darf man sich nicht wundern, wenn über kurz oder lang eine Trinkwasserepidemie entsteht. Derartige grobe Wasserverseuchungen sind in den letzten Jahren aus Rostow am Don und aus Lyon bekannt geworden. Sie haben in beiden Fällen größere Typhus- und Paratyphusepidemien zur Folge gehabt. In Rostow⁵ waren die Kanalisationsrohre durch ein Erdbeben erschüttert und schadhaft geworden. Infolge von Verstopfung platzte ein solches Abwasserrohr in 50 m Entfernung von einer zur Wasserversorgung der Stadt dienenden Quelle. Die Jauche drang durch den Boden in eine ausgetrocknete Wasserader der Quelle und durch diese in die Wassersammalgalerie. Die Folge war eine Verseuchung der ganzen Wasserleitung. Außerdem waren auch die Wasserleitungsrohre in dem auch sonst, durch Abortversickerungsgruben, verunreinigten Untergrund undicht geworden, was vielleicht zur Verunreinigung des Leitungswassers mit beigetragen hat⁶. In Lyon⁷ führte ein Abwasserkanal

¹ Vgl. u. a. F. HUEPPE: Wohnung und Gesundheit; Biologie der Wohnung. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 4^I, 25 u. 35. 1912. — A. GÄRTNER: Hygiene des Bodens. Ebenda 1 II, 378 u. 382. 1919. — Ferner dieses Handbuch 10, 164 f.

² Die Methoden zur Bodenuntersuchung sind in diesem Handbuch 1 u. 5—8 (im einzelnen vgl. das Sachverzeichnis) ausführlich beschrieben.

³ MEZGER, H.: Ortsentwässerung. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 2, 844. 1919.

⁴ Im Sinne der lokalistischen Lehre schrieb hierüber FR. WOLTER: Zur Frage der hygienischen Bedeutung der Hausentwässerungsleitungen. Techn. Gemeindebl. 34, 100 (1931). — Vgl. auch P. MAY: Die Einordnung und der Einbau von Kanälen, Gas-, Wasser-, Kabel- und sonstigen Leitungen in den Straßenkörper. Ebenda, S. 85 u. 97. — E. WAHL: Rohrbeschädigungen bei Wasserversorgungsanlagen durch Frost, Bergschäden und andere Einflüsse. Gas- u. Wasserfach 74, 289 u. 311 (1931). — B. SZELINSKI: Verkehrserschütterungen und Rohrbrüche. Chem. Ztg. 55, 441 (1931).

⁵ DUBROWINSKI, S. B.: Über die Typhus- und Paratyphusepidemie in Rostow am Don 1926. Cbl. Bakter. I. Orig. 113, 225 f. (1929).

⁶ Denn obgleich das Wasser in städtischen Leitungsrohren unter zum Teil sehr hohem Druck steht, kann es unter Umständen sehr wohl ansaugend wirken (nach Art der Wasserstrahlpumpen).

⁷ BRUNS, H.: Über die Typhusepidemie in Lyon im November—Dezember 1928. Gas- u. Wasserfach 74, 334 (1931).

zwischen 2 Filterbrunnen der Wasserfassungsanlage hindurch, was an und für sich grundsätzlich bedenklich ist¹. Es konnte eine Bruchstelle dieses Kanals zwischen den beiden Brunnen aufgefunden und die Verbindung dieser Stelle mit den Brunnen durch einen Färbeversuch mit Fluorescein einwandfrei nachgewiesen² werden. Infolge dieser Feststellung wurde eine zweite an sich durchaus glaubhafte Verunreinigungsmöglichkeit nicht weiter in Betracht gezogen. Die Brunnen lagen nämlich nur 15 m vom Ufer der Rhone, und der Untergrund besteht aus sehr durchlässigen groben Kiesschichten. Daher konnten die Typhuskeime auch von dem mit Abwässern stark verseuchten Fluß aus in die Brunnen gelangt sein, nachdem ein Hochwasser die das Flußbett dichtende Schlamm-schicht fortgespült hatte. Ein anderes typisches Beispiel einer Trinkwasserinfektion durch Bodenverseuchung, und zwar für die Entstehung einer Choleraepidemie stammt von ZAESKE³: In der Stadt Barth bei Stralsund waren an einer schadhafte Rohrstelle des Quellwasserleitungsnetzes die Abwässer einer nahegelegenen Nachtherberge eingedrungen, in welcher kurz vorher ein Cholerafall vorgekommen war. In den unter dem Einfluß des infizierten Wasserleitungsnetzes stehenden Stadtteilen (und nur in diesen) trat prompt in fast jedem Hause Cholera auf. Im übrigen sind die bekannten Trinkwasser-Choleraepidemien von infiziertem, ungenügend oder gar nicht gereinigtem Oberflächenwässern ausgegangen, die ja allen Verunreinigungen leichter zugänglich sind als unterirdische Wässer.

Wegen weiterer Beispiele über das Eindringen von Krankheitserregern in die zur Wasserversorgung bestimmten unterirdischen Wässer und die dadurch hervorgerufenen Einzel- und Masseninfektionen (meist Typhus⁴) sowie wegen der Vorschriften⁵ über Schutz und Überwachung der Wasserversorgungsanlagen muß auf die wasserhygienische Literatur⁶ verwiesen werden.

Verschlechterung der hygienisch-chemischen Beschaffenheit des Wassers im Boden. Diese kann zunächst geologisch bedingt sein. Die hygienische Bedeutung der Aufnahme übermäßig großer oder zu geringer Mengen von nor-

¹ Vgl. z. B. L. GRÜNHUT: Trink- und Tafelwasser, S. 561. Leipzig 1920. — O. SPITTA u. K. REICHLE: a. a. O., S. 123.

² Siehe auch den Abschnitt: Wasserreinigung mit Hilfe des Bodens, S. 244.

³ Zitiert nach F. LOEFFLER: Das Wasser und die Mikroorganismen. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene I, 622. (1896).

⁴ Wobei erwähnt sei, daß der Harn von allen menschlichen Ausscheidungen die gefährlichste Typhusinfektionsquelle für Wasserversorgungsanlagen ist.

⁵ In erster Linie die Anleitung des Bundesrates vom 16. Juni 1906 „für die Einrichtung, den Betrieb und die Überwachung öffentlicher Wasserversorgungsanlagen, die nicht ausschließlich technischen Zwecken dienen“. Veröff. ksl. Gesdh.amt 30, 777—791 (1906). — Ferner R. ABEL: Die Vorschriften zur Sicherung gesundheitsgemäßer Trink- und Nutzwasserversorgung. Berlin 1911. — BENINDE, M.: Die wichtigsten Gesetze und Verordnungen auf dem Gebiete der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Kl. Mitt. Mitgl. Ver. Wasserversorg. u. Abwasserbes. I, 19—27 (1925). — MEYEREN, G. v.: Überblick über die im Deutschen Reiche geltenden Vorschriften für den Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen. Gas- u. Wasserfach 73, 842 ff. (1931).

⁶ Zum Beispiel A. GÄRTNER: Die Quellen in ihren Beziehungen zum Grundwasser und zum Typhus, S. 1—162. Jena 1902. — Die Hygiene des Wassers, S. 2 ff. u. 476 ff. Braunschweig 1915. — W. KRUSE: Die hygienische Untersuchung und Beurteilung des Trinkwassers. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene I¹, 166 f. 1919. — O. SPITTA u. K. REICHLE: M. RUBNERS Handbuch der Hygiene II 2, 52 f. 1924. — Preuß. Landesanstalt für Wasserhygiene: Grundzüge der Trinkwasserhygiene. Berlin 1926. — B. BÜRGER: Vorschläge betreffend den Ausbau der hygienischen Fürsorge für die zentralen Wasserwerke, zumal im Hinblick auf die Verhütung von Seuchen. Gas- u. Wasserfach 72, Sonderh. vom 9. April 1929, 21 f. (1929). — Die Aufgaben der Wasserhygiene und die praktische Durchführung der gesundheitlichen Überwachung von Wasserversorgungsanlagen. Veröff. Med. verw. 30, 436 f. (1930). — W. OHLMÜLLER u. O. SPITTA: Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers. S. 448 ff. Berlin 1931. — Weitere Literatur bei H. KLUT: Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle, S. 2—4. Berlin 1931.

malen Wasserbestandteilen ist bereits erwähnt. Als Beispiele für das Vorkommen von fremdartigen mehr oder weniger giftig wirkenden Mineralstoffen in unterirdischen Wässern seien folgende angeführt. GÄRTNER berichtet, daß in Derbyshire im Wasser eines beinahe 600 m tiefen artesischen Brunnens bis zu 400 mg/l und aus 26 m Tiefe 30 mg/l Bariumchlorid aus dem dortigen Rotsandstein gefunden seien, und daß Zink als natürlicher Bestandteil des Untergrundes (aus Galmeischichten, Dolomiten, Tonen und Augitgesteinen) bei Upsala und in Tullendorf in Mengen bis zu 20 mg/l Zn als Sulfat oder Hydrokarbonat in Brunnenwässern ohne Schädigung dauernd genossen werden, während zinksulfathaltige Quellwässer in Missouri bei dem (nicht mehr unschädlichen) Gehalt von 120 bzw. 132 mg/l Zn des herben Geschmackes wegen ungenießbar seien¹. Blei soll aus bleihaltigem Gestein im Harz und Sauerland in minimalen Mengen in das Wasser übergehen. Arsen kommt, abgesehen von einigen Mineralquellen, in denen es sich in größeren Mengen findet (Dürkheim 14,3 mg/kg, Roncegno 40 mg/kg As, ferner in Levico u. a.²), sonst nur in harmlosen Spuren meist mit Eisen zusammen, insbesondere³ in Wässern aus Steinkohlenformationen und Bohnerzen, vor⁴.

Erheblich größer sind die Beeinträchtigungen, die das unterirdische Wasser durch den Betrieb von Bergwerken und chemischen Fabriken häufig erleidet. Von den Hüttenbetrieben in Reichenstein (Schlesien) sind seit Jahrhunderten viele Millionen Kubikmeter arsenhaltiger Schlacke im sog. Schlackentale angehäuft, durch deren Auslaugungen der an sich schon arsenhaltige Untergrund⁵ so vergiftet worden ist, daß der Arsengehalt (bis zu 1,6 mg/l As) der dortigen Brunnenwässer trotz Zuschüttung des vorbeiführenden stark arsenhaltigen (24 mg/l As) Mühlgrabens wohl noch für lange Zeit unvermindert bestehen bleiben wird⁶. Da die Stadt jetzt eine gute zentrale Wasserversorgung hat, ist die in der hygienischen Literatur vielfach erwähnte auf chronischer Trinkwasser-Arsenvergiftung beruhende sog. Reichensteiner Krankheit nur noch von historischer Bedeutung⁷. Hinsichtlich der Verwendung arsen-⁸,

¹ GÄRTNER, A.: a. a. O., S. 32.

² GOLDMANN, F.: Die Zusammensetzung arsenhaltiger Mineralwässer. Dtsch. med. Wschr. 41, 79 (1915). — KLUT, H.: a. a. O., S. 118.

³ WEYRAUCH, R.: Die Wasserversorgung der Städte 1, 92. Leipzig 1914. — Vgl. auch B. v. BÜLOW u. K. OTTO: Der Arsengehalt von Wasser, Grund und Umgebung des „Roten Sees“ sowie der Werra und einiger Zuflüsse nahe Witzzenhausen. Arch. Hydrobiol. 22, 129f. (1930); zitiert nach Wasser u. Abwasser 28, 158 (1931).

⁴ Nach R. LILLIG: (Die Bedeutung des Vorkommens von Arsen im Erdboden, im pflanzlichen, tierischen und menschlichen Organismus für den forensischen Chemiker. Pharmaz. Ztg. 65, 500 [1920]) fand P. W. HEADDEN (Proc. Colorado sci. Soc. 1910, 345) im jungfräulichen Boden 2,5—5 mg/kg As, in dem darunterliegenden Mergel 14—15 mg/kg; G. POPP (Z. Unters. Nahrungsmitt. usw. 14, 38 [1907]) stellte in dem feinen gelben Lehm der Frankfurter Friedhofserde 125 mg/kg, vermutlich als Ferriarseniat vorhanden, fest. — Vgl. auch E. TRUNINGER: Arsen als natürliches Bodengift in einem schweizerischen Kulturboden. Landw. Jb. Schweiz 36, 1015 (1922) nach F. GIESECKE: Dieses Handbuch 8, 464.

⁵ GRUNER, H.: Die arsenhaltigen Böden von Reichenstein. Schles. Landw. Jb. 40, 517 (1911); zitiert nach B. BÖHM: Gewerbliche Abwässer, S. 127. Berlin 1928.

⁶ BÖHM, B.: a. a. O., S. 127 u. 128.

⁷ KATHE, J.: Über Vergiftungen durch Trinkwasser. Zbl. Hyg. 20, 260 (1929). — Vgl. auch A. HEFFTER: Diskussionsbemerkungen. Z. angew. Chem. 29 III, 131 (1916).

⁸ Vgl. u. a. FR. LEIBBRANDT: Über die Ursache der Pflanzenschäden durch Arsenmittel. Anz. Schädlingskde. 6, 142f. (1930). (= Aus Schweinfurtergrün wurde das Arsen unter der Einwirkung der Luftkohlenensäure wasserlöslich, besonders bei Kalkzusatz.) — W. B. ALBERT u. W. R. PADEN: Calcium arsenate and unproductiveness in certain soils. Science 73, 622 (New York 1931); Ref. Anz. Schädlingskde 7, 93 (1931). (= Ätzkalk, Mergel und gewisse Eisensalze wirkten durch Arsenbindung bodenverbessernd für Baumwolle, Hafer und Kichererbsen.) — P. MANTHEY: Über die Gefahren der Anwendung arsenhaltiger Mittel gegen Schädlinge (Sammelreferat). Z. Desinf. 23, 245 (1931). — Ferner dieses Handbuch 8, 463.

blei-¹, quecksilber-² und thalliumhaltiger³ Schädlingsbekämpfungsmittel sind in bodenhygienischer Beziehung Nachteile im allgemeinen wohl nicht zu befürchten. Aber im tributären Gebiete von Trinkwasserversorgungsanlagen ist die Verstäubung⁴ arsenhaltiger Mittel von Flugzeugen aus grundsätzlich unzulässig⁵. Beispiele für weitere Verunreinigung von Brunnen- und Quellwässern durch chemische Gifte sind gleichfalls bekannt⁶. Über Umsetzungen von Magnesiumchlorid (aus Kalifabrikabwässern) mit den Austauschzeolithen des Bodens haben u. a. ZINK und HOLLANDT berichtet⁷. Eine jahrelange Brunnenversalzung kam durch Eindringen von Kochsalzsole in den Untergrund zustande, die sich mit dem Bodenmaterial (Ca-Silikate, MgCO₃) zu Kalzium- und Magnesiumchlorid umsetzte⁸. Eine Reduktion von Phosphorsäure zu Phosphorwasserstoff im Boden durch organische Stoffe (absickernder Saft aus Gruben mit Zuckerrübenpreßschnitzeln) beobachteten LÜNING und BROHM⁹.

Wasserreinigung mit Hilfe des Bodens.

Die hygienische Bewertung der verschiedenen Trinkwasserbezugsquellen hängt in erster Linie von der Wasserbeschaffenheit ab. Eine grundsätzliche Unterscheidung nach der Herkunft ist im allgemeinen nicht gerechtfertigt¹⁰. Die Frage, ob oberirdische Wässer (aus Flüssen und anderen Wasserläufen, Seen und Talsperren) oder unterirdische Wässer (unterirdische Wasserläufe, Quellen und die verschiedenen Grundwasserarten) den Vorzug verdienen, hängt von den örtlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen des Einzelfalles ab. Von Ausnahmen abgesehen, ist es heutzutage dank der hochentwickelten Technik und den Fortschritten der Wasserchemie¹¹ wohl möglich, auch aus einem mehr oder weniger verunreinigten Flußwasser durch Ablagerung, chemische Zusätze und künstliche Filterung ein Trinkwasser zu gewinnen, das mindestens in bakteriologischer Beziehung gutem Grundwasser gleichwertig

¹ Vgl. dieses Handbuch 8, 463.

² Bei Versuchen von A. NIETHAMMER (Versuche zur Deutung der stimulierenden Wirkung von Uspulum-Universal beim Auflaufen des Saatgutes. Z. Pflanzenkrkh. 39, 389 [1929]), gelangten mit jedem gebeizten Saatkorn 0,8 mg Quecksilber in die wachsende Pflanze bzw. in den Erdboden, was der Verfasser wohl mit Recht für unbedenklich hält. — Vgl. auch A. KLAGES: Über die Bekämpfung von Getreidekrankheiten durch chemische Mittel. Z. angew. Chem. 39, 9 (1926).

³ BUCHMANN, W.: Die Gefahren der Thalliumpräparate. Z. Desinf. 23, 329 (1931).

⁴ BAADER, E. W.: Arsenvergiftungen bei der Schädlingsbekämpfung mit Flugzeugen. Med. Welt 3, 1285 (1929).

⁵ Naturgemäß auch die sonstige Anwendung giftiger Chemikalien und von Bakterienpräparaten zur Ratten- und Mäusebekämpfung.

⁶ GRÜNHUT, L.: a. a. O., S. 382 f. — GÄRTNER, A.: a. a. O., S. 31. — KLUT, H.: a. a. O., S. 3 u. 4 (mit Literaturnachweis).

⁷ ZINK, J. u. FR. HOLLANDT: Weiterer Beitrag zur Flußwasserkontrolle. Z. angew. Chem. 40, 1062 (1927). — Vgl. auch O. EMMERLING: Beitrag zur Frage der Selbstentsalzung der mit Kaliabwässern belasteten Flußläufe. Chem. Ztg. 52, 398 (1928).

⁸ REICHEL, C. u. H. KLUT: Ein interessanter Fall von Salzumsetzungen im Boden. Wasser u. Gas 13, 845 (1923).

⁹ LÜNING, O. u. K. BROHM: Über das Vorkommen von Phosphorwasserstoff in Brunnenwässern. Z. Unters. Lebensmitt. 61, 443 (1931). — O. LÜNING: Verunreinigung von Grundwasser durch Sprengstoff. Ebenda 60, 331 (1930).

¹⁰ Vgl. z. B. M. BENINDE: Die voraussichtliche Entwicklung der Wasserversorgung in Deutschland in den nächsten Jahren und die hygienische Einstellung hierzu. Mitt. Landesanst. Wasserhyg. 29, 1 (1925). — H. BRUNS: Grundwasser oder Oberflächenwasser? Hygienische Gesichtspunkte zu der Frage. Jb. Vom Wasser 4, 82 (1930). — H. HAUPT: Ebenda, S. 64. — G. THEME: Ebenda, S. 52. — K. KÜHNE: Fragen der Wasserbeschaffung, Wasserreinigung und Wassernutzung. Veröff. Med.verw. 30, 410 (1930).

¹¹ Vgl. H. BACH: Die Trink- und Brauchwasserversorgung 1924—1929. Fortschritte, Erfahrungen und Schrifttum. Chem. Ztg. 55, Fortschr.ber., H. 1, 1—29 (1931).

ist. Auch Geruch, Geschmack und Färbung lassen sich weitgehend verbessern, manchmal allerdings nur unter Aufwendung recht erheblicher Kosten. Immer aber hat das so gereinigte Oberflächenwasser den mit wirtschaftlich tragbaren Kosten selten zu beseitigenden Nachteil, im Sommer zu warm und im Winter zu kalt zu sein. Hinzu kommen ästhetische Gründe. Ein „frisch aus der Erde“ kommendes Wasser wird einem von Haus aus weniger appetitlichen, wenn auch garantiert keimfrei gemachten und von allen störenden Stoffen befreiten Oberflächenwasser immer vorgezogen werden. Die technisch wohl durchführbare Aufarbeitung und Wiederverwendung¹ städtischen Abwassers zu Trinkwasser (im Kreislauf) muß als eine mindestens anästhetische Überspannung technischer Möglichkeiten bezeichnet werden, auch wenn das Wasser schließlich noch der Bodenfiltration unterworfen wird². Freilich braucht, wie bereits dargelegt, das unterirdische Wasser keineswegs immer hygienisch einwandfrei zu sein. So kann z. B. das aus zerklüftetem Untergrund stammende Wasser durch starke Regenfälle, Schneeschmelze und dergleichen bakteriologisch, physikalisch und auch chemisch so verschlechtert werden, daß es kaum noch als unterirdisches Wasser gelten kann. Im allgemeinen aber ist das Wasser im Boden naturgemäß vor Verunreinigungen mehr geschützt als oberirdische Wässer. Jedenfalls gilt die Versorgung mit Grundwasser zur Zeit als die erstrebenswerteste Art der Wasserversorgung³. So wird Hamburg wegen der Verunreinigung des Elbwassers durch organische und anorganische Abfallstoffe seit 1905 zu etwa 25% und seit 1928 mit soviel Grundwasser versorgt, daß nur noch ein geringer Restbetrag aus der Elbe gedeckt zu werden braucht⁴. Altona⁵ und Magdeburg⁶ sind bestrebt, dem Beispiele Hamburgs zu folgen. Nach KÜHNE⁷ stehen für die Versorgung von Groß-Berlin vorläufig noch ausreichende Grundwassermengen zur Verfügung, aber bei weiterer Steigerung der Grundwasserentnahme wird die Wasserführung von Spree und Havel so weit abgesenkt werden, daß eine Überleitung von Oderwasser in Betracht gezogen wird. Wegen der derzeitigen Wasserversorgungsverhältnisse anderer Welt- und Großstädte sei auf die Literaturangaben bei BACH verwiesen⁸. Wo die natürlichen Wasservorräte des Unter-

¹ GOUDEY, R. F.: Pläne für die Wiederverwendung von Abwasser in Los Angeles. Eng. News Rec. v. 12. März 1931, S. 443—446; zitiert nach Gesdh.ing. 54, 754 (1931). — IMHOFF, K.: Possibilities and Limits of the Water-Sewage-Water-Cycle. Eng. News Rec. v. 28. Mai 1931, S. 883; zitiert nach Gas- u. Wasserfach 74, 773 (1931). — Die Wiederverwendung von städtischem Abwasser. Gesdh.ing. 54, 699 (1931). — SIERP, FR.: Die Anwendung der aktiven Kohle in der Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Gas- u. Wasserfach 74, 773 (1931).

² Vgl. die Diskussionsbemerkungen von W. HOLTHUSEN: Gas- u. Wasserfach 74, 900 u. 901 (1931) sowie von R. ABEL: Gesdh.ing. 54, 701 (1931). — Ferner R. ABEL: Neuzeitliche Wasserversorgung und Hygiene. Gas- und Wasserfach 74, 849 (1931).

³ SPITTA, O. u. K. REICHLER: a. a. O., S. 49. — Vgl. auch R. ABEL: a. a. O. Gas- u. Wasserfach 74, 849 (1931).

⁴ NACHTIGALL, G.: Hamburgs Wasserversorgung einst und jetzt. Techn. Gemeindebl. 29, 18 u. 39 (1926). — HOLTHUSEN, W. u. R. SCHRÖDER: Hamburger Wasserwerke G. m. b. H., S. 50. Berlin: Max Schröder 1928. — HOLTHUSEN, H.: Das Grundwasserwerk Curslack, ein weiterer Schritt zur Loslösung der Hamburger Wasserversorgung von der Elbe. Gas- u. Wasserfach 71, 913 (1928). — NACHTIGALL, G.: Die derzeitige Beschaffenheit des Hamburger Leitungswassers. Techn. Gemeindebl. 32, 104 (1929). — Salzgehalt und Härte des Hamburger Leitungswassers. Jb. „Vom Wasser“ 5, 18 (1931).

⁵ LICHTHEIM, G.: Betriebserfahrungen im Elbwasserwerk und Vorarbeiten zur Grundwasserversorgung der Stadt Altona. Gas- u. Wasserfach 74, 237, 1931.

⁶ KOENIG, O.: Die technische Umgestaltung des alten Magdeburger Wasserwerkes an der Elbe. Gas- u. Wasserfach 73, 933 (1930). — Die hydrologischen Vorarbeiten für die Grundwasserentnahme aus der Letzlinger Heide. Ebenda, S. 1105.

⁷ KÜHNE, K.: Die Zukunft der Wasserversorgung von Berlin. Gas- u. Wasserfach 69, 581 u. 607 (1926); Z. angew. Chem. 39, 515 (1926).

⁸ BACH, H.: a. a. O., S. 5 u. 6.

grundes die benötigten Wassermengen nicht enthalten, oder wo durch zu tiefe Absenkung des Grundwasserstandes die Belange der Landeskultur geschädigt¹ werden würden, hat man sich in vielen Fällen durch Anlage von Brunnen in der Nähe von Wasserläufen (natürliche Uferfiltration) geholfen sowie durch Versickerung von Oberflächenwasser (künstliche Grundwassererzeugung).

Natürliche Uferfiltration. Normalerweise pflegt der Grundwasserspiegel höher zu liegen als der Wasserstand des in das Gelände eingeschnittenen Flußbettes. Bei durchlässigem Untergrund fließt dann ein dem hydraulischen Verhältnis entsprechender Teil des Grundwassers dem Flusse zu. Wenn der Flußwasserstand eine bestimmte Höhe übersteigt, wird innerhalb einer gewissen Uferstrecke Flußwasser in den Untergrund treten und das Grundwasser zurückstauen², und zwar um so mehr, je wasserdurchlässiger das Flußbett durch die bei Hochwasser eintretende Fortführung des Bodenschlammes wird. Werden diese natürlichen Wechselbeziehungen zwischen oberirdischem und unterirdischem Wasser durch Grundwasserentnahme in der Nähe des Wasserlaufes künstlich geändert, so wird je nach der Beanspruchung auch bei niedrigem Stand des Flußwassers dieses rückläufig in den Untergrund treten. Eine solche seitliche Beeinflussung der Wassergewinnungsanlage durch benachbarte Oberflächenwässer hängt in ihrer Größenordnung von der Verschlickung des Flußbettes, der Durchlässigkeit der Fluß und Brunnen trennenden Bodenschichten, des Abstandes der Fassung vom Fluß und den Unterschieden zwischen Fluß- und Grundwasserstand ab. Ein klassisches Beispiel für das Eindringen von (salzhaltigem) Flußwasser in das Grundwasser bildet die auf drei Seiten von der Saale und Elster eingeschlossene Wasserfassungsanlage der Stadt Halle³. Dort stammten infolge des großen Unterschiedes zwischen Fassungs- und Oberflächenwasserspiegel rechnerisch rund 21000 m³ bei einer täglichen Förderung von 25000 m³ aus dem Oberflächenwasser. Im Vergleich zu „echtem“ Grundwasser ohne jede Flußwasserbeimischung sind für ein auf dem Wege der Uferfiltration entstandenes Grundwasser folgende Merkmale⁴ besonders kennzeichnend (die Merkmale für „echtes“ Grundwasser, ohne Beimischung von Oberflächenwasser, sind in Klammern gesetzt).

„Kennzeichen von ‚uferfiltriertem‘ (und ‚echtem‘) Grundwasser:
1. Der Grundwasserspiegel fällt vom Fluß weg ständig nach dem Brunnen ab (der Grundwasserspiegel fällt zum Fluß hin).

¹ SPITTA, O. u. K. REICHLÉ (a. a. O., S. 89 u. 133 Ziff. 9) geben zu dieser Frage folgende Literaturstellen an: A. CIFKA: Über die fortschreitende Austrocknung der Ackerkrume als Folgeerscheinung der Grundwasserentnahme zur Wasserversorgung holländischer Städte. *Gesdh.ing.* 27, 269 (1904). — G. RICHERT: Die fortschreitende Senkung des Grundwasserspiegels. *Ebenda* 27, 577 (1904). — (Umfragenergebnis): Kulturschäden durch Grundwasserentziehung. *J. Gasbeleuchtg. u. Wasservers.* 46, 316 (1903). — K. KEILHACK: Grundwasserstudien. *Z. prakt. Geol.* 1910, 125. — Vgl. auch K. KEILHACK: Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde, S. 207f. Berlin 1912. — R. WEYRAUCH: Die Wasserversorgung der Städte 1, 112. Leipzig 1914.

² Vgl. E. PRINZ: Handbuch der Hydrologie, S. 356. Berlin 1923. — W. P. DUNBAR: Die Abwässer der Kaliindustrie, S. 20f. München 1913 (mit der Literatur zur Frage des Eindringens von Flußwasser in den Boden). — Ferner O. SPITTA u. K. REICHLÉ: a. a. O., S. 133 Ziff. 12. — OTTO MAYER: Die Karbonatzahl im Rahmen der Wasseranalyse. *Z. Unters. Lebensmitt.* 62, 289 (1931). (= Unter dem ersten Einfluß der Hebung des Donauwasserspiegels an der neu erbauten Kachletstufe [bis zu 8 m] wurde das durch undichte Abort- und Jauchegruben verunreinigte Grundwasser in bisher einwandfreie Brunnen zurückgestaut.)

³ DUNBAR, W. P.: a. a. O., S. 27. — REICHLÉ, C. u. H. KLUT: Untersuchungen der Landesanstalt für Wasserhygiene über das Beesener Wasserwerk der Stadt Halle. *Mitt. Landesanst. Wasserhyg.* 27, 230 (1921).

⁴ REICHLÉ, C. u. H. KLUT: a. a. O., S. 230 u. 231.

„2. Er steigt und fällt mit dem Flußwasserspiegel mehrmals jährlich (schwankt wenig und zeigt während eines Jahres nur einen höchsten und tiefsten Stand mit allmählichem Übergang).

„3. Trotz gleichbleibender Entnahme wechselt die Absenkung in den Brunnen; sie ist am größten, wenn die Flußsohle nach langem Niederwasser am stärksten verschlammt ist, am kleinsten nach Hochwasser, durch welches die Verschlammlung fortgespült wird (das Maß der Absenkung ist praktisch gleichbleibend).

„4. Die höchste und niederste Temperatur des Flußgrundwassers im Jahre liegen je nach dem Aufenthalt des Wassers im Boden um mehr oder weniger, jedenfalls eine Reihe von Graden auseinander (die Temperatur schwankt nicht oder nur sehr wenig [$1-2^{\circ}\text{C}$]).

„5. Je nach der Entfernung der Brunnen vom Fluß ist zur selben Zeit die Temperatur in dem Wasser der Brunnen verschieden (die Temperatur ist in allen Brunnen dieselbe).

„6. Die Beschaffenheit des Wassers wechselt mit derjenigen des Flußwassers, allerdings in einem der Aufenthaltsdauer und Vermischung des Wassers im Boden entsprechenden, gemilderten Grade (die Zusammensetzung wechselt nicht oder sehr wenig bei allmählichem Übergang).“

In bakteriologischer Hinsicht hängt die Leistungsfähigkeit der natürlichen Uferfiltration ab von dem Verschmutzungsgrad des Flußwassers, von der Filterwirkung des Flußbettes und der Bodenschichten, dem Abstände zwischen Fluß- und Wasserfassungsanlage sowie von der Filtergeschwindigkeit (und Aufenthaltsdauer) des Wassers im Boden. Abwässer aller Art¹ sollten nach Möglichkeit nur unterhalb der Wassergewinnungsstelle in den Fluß geleitet werden. Je geringer der Keimgehalt des Flußwassers ist, desto eher ist naturgemäß ein keimfreies Bodenfiltrat zu erwarten. Weiter beeinträchtigen aber auch organische Schmutzstoffe an sich unter Umständen rein mechanisch die entkeimende Wirkung des Bodenfilters durch die bei ihrer Zersetzung je nach der Wasser- und Bodentemperatur frei oder wieder absorbiert werdenden Kohlensäurebläschen².

Der Grundgedanke, die Wasserergiebigkeit des Bodens durch seitliche Anreicherung von einem Oberflächenwasser aus zu steigern, stammt von THIEM, der die ersten praktischen Versuche 1893 in Essen an der Ruhr angestellt hat³. Heute ist die Uferfiltration eine sehr verbreitete Art der Wassergewinnung⁴. Bei sachgemäßer Anlage und Überwachung arbeitet sie auch in bakteriologischer Hinsicht in der Regel zuverlässig⁵. Die Nachteile der Grundwasserverschlechterung durch Hochwasserwellen bei sonst guter Entkeimung und der Wasser-

¹ Anorganische Abfallstoffe wie MgCl_2 , MgSO_4 , CaCl_2 , NaCl usw. werden bei der Bodenfiltration nicht zurückgehalten, ein Austausch von Mg- und Na-Ionen gegen Ca-Ionen findet nur bis zum Gleichgewichtszustande statt. Vgl. S. 238, Anm. 7, 8. Auch phenolhaltige Abwässer sind in dieser Beziehung bedenklich. — Vgl. H. BACH u. E. NOLTE: Aussprache über Grundwasser und Oberflächenwasser. Jb. Vom Wasser 4, 97 (1930).

² ZUNKER, F.: Die Bedeutung der Absorptionsgesetze für das Reinigungsvermögen der Sandfilter. J. Gasbeleuchtg. u. Wasservers. 63, 404 (1920). — Vgl. auch dieses Handbuch 6, 145.

³ THIEM, A.: Die künstliche Erzeugung von Grundwasser. J. Gasbeleuchtg. u. Wasserversorgung 41, 189 u. 207 (1898).

⁴ In Deutschland besonders im Ruhrgebiet, aber auch am Rhein und Main, an der Elbe in Aussig und Dresden, in Breslau usw.

⁵ Vgl. u. a. A. SPRINGFELD: Die Keimdichte der Förderungsanlagen zentraler Wasseranlagen im Regierungsbezirk Arnberg. Dtsch. Vjschr. öff. Gesdh.pfl. 35, 568 (1903). — W. KRUSE: Beiträge zur Hygiene des Wassers. Z. Hyg. 59, 23 u. 32 (1908). — W. PRAUSNITZ: Über „natürliche Filtration“ des Bodens. Ebenda, S. 161 f.

knappheit infolge Verschlammung des Flußbettes können durch Talsperren¹ (gleichmäßigerer Abfluß²), durch Einbau von Staustufen in den Fluß sowie durch künstliche Versickerungsbecken (Anreicherungsgräben, auch Sickerbrunnen) vermindert oder behoben werden, indem dadurch größere Schwankungen des Grundwasserspiegels vermieden werden und eine gleichmäßigere Beanspruchung der filtrierenden Bodenschichten erreicht wird. Solche Versickerungsgräben sind ebenfalls wohl zuerst an der Ruhr angelegt worden. Sie sind dort in der Regel etwa 250—350 m lang, 20 m breit, reichen bis in die natürlichen Kies-schichten des Untergrundes und werden in etwa 100 m Abstand längs des Flusses (zwecks Reinigung doppelt) angelegt, mit je einer Grundwasser-Entnahmefassung in 50 m Abstand von den beiden Längsseiten der Gräben³. Mit Rücksicht auf die grobe Beschaffenheit der natürlichen Schotter-schicht wird im Ruhrgebiet die Sohle dieser „Filterbecken“ mit einer 1/2 m hohen Filterschicht von feinem Rheinsand (bis zu 2 mm Korngröße) bekleidet. Die Anlage von Filterbecken empfiehlt sich auch bei feinkörnigem Bodenmaterial, um dessen Verschlammung zu vermeiden, was noch wirksamer dadurch erreicht wird, daß den Filterbecken Absitzbehälter oder Schnellfilter⁴ vorgeschaltet werden. Eine derartige Anlage ist u. a. auch zur Wasserversorgung Wiesbadens in Schierstein am Rhein durch Umbau der früheren Uferfiltrationsanlagen geschaffen worden, die wegen der starken rechtsseitigen Verschmutzung des Rheinwassers aufgegeben werden mußten. Jetzt wird dort aus dem Wasser des Rheins ein künstliches Grundwasser erzeugt, das die oben genannten Eigenschaften echten Grundwassers aufweist (Absitzbecken, Versickerungsbecken, unterirdischer Weg von etwa 250 m bis zu den Brunnen)⁵.

Künstliche Grundwassererzeugung. In Verfolgung des erwähnten THIEMschen Grundgedankens hat der schwedische Hydrologe RICHERT unter Verzicht auf Uferfiltration erstmalig eine „Grundwasserfabrik“⁶ geschaffen, deren Betrieb auf einer künstlichen Vermehrung der Niederschläge durch Zuleitung von Oberflächenwasser auf und in die natürlichen Versickerungsflächen beruht. Auch SCHEELHAASE hat im Frankfurter Stadtwald gute Ergebnisse bei Versuchen mit Mainwasser erzielt, das, nach Vorreinigung in künstlichen Sandfiltern, durch Sickerrohre in den Boden gebracht, nach Zurücklegung eines unterirdischen Weges von 20 m in 45 Tagen praktisch keimfrei, nach 75 m in 140 Tagen die

¹ Wegen der hygienischen Anforderungen hinsichtlich der Trinkwassergewinnung aus Talsperren vgl. A. GÄRTNER: Die Hygiene des Wassers, S. 386 u. 405. Braunschweig 1915. — L. GRÜNHUT (mit Literaturnachweis): Trink- und Tafelwasser, S. 474—479. Leipzig 1920.

² Die Bedeutung von Hochwasserwellen für die Auffüllung und Erhaltung des Grundwasservorrates im Bodetalgebiet unterhalb der im Ostharze geplanten Talsperren betont — RUSSWURM: Einfluß von Hochwasser auf den Grundwasserstand. Gas- u. Wasserfach 70, 333 (1927).

³ Vgl. u. a. E. LINK: Die Wasserversorgung des Rheinisch-Westfälischen Industriegebietes. Gesdh.ing. 45, 351 (1922). — A. KOENIG u. H. BRUNS: Künstliche Grundwasseranreicherung unter Berücksichtigung der Verhältnisse des Ruhrkohlengebiets. Ebenda 53, 662 u. 740 (1930). — Im übrigen sind die Abstände der Fassung von den Flüssen recht verschieden; vgl. die Tabelle bei E. PRINZ: a. a. O., S. 396.

⁴ KRING, H.: Wasserwerk Ackerfähre an der Ruhr usw. Gas- u. Wasserfach 74, 193 (1931).

⁵ BÜCHER, CHR.: Die Wiesbadener Wassergewinnungsanlagen in Schierstein am Rhein usw. Gas- u. Wasserfach 71, 577, 608 u. 631 (1928).

⁶ RICHERT, G.: Die Grundwasser, mit besonderer Berücksichtigung der Grundwasser Schwedens, S. 53f. München 1911. — Vgl. auch C. REICHEL: Über künstliches Grundwasser. a. a. O. 53, 699 (1910). — G. THIEME: Die hydraulischen Wechselbeziehungen von Fluß- und Grundwasser bei Änderung ihrer Spiegellagen. Internat. Z. Wasserversorg. 4, 128 (1927). — E. GROSS: Die Gewinnung von Grundwasser und seine künstliche Erzeugung. Gas- u. Wasserfach 72, 901 (1929). — CH. MEZGER: Über die künstliche Beeinflussung der Grundwasserbildung im Flachlande. Ebenda, S. 948.

Temperatur des Grundwassers angenommen und nach 100 m in 190 Tagen auch seinen ursprünglich schlechten Geruch und Geschmack vollkommen verloren hatte¹. Auf Grund dieser Versuche hat SCHEELHAASE ein Verfahren ausgearbeitet, bei dem nur so viel vorgeklärtes Mainwasser aus abwechselnd betriebenen Versickerungssträngen versickert wird, daß die Bodenporen z. T. noch mit Bodenluft gefüllt bleiben, wodurch die selbstreinigende Kraft des Bodens in biologischer und chemischer Beziehung besser ausgenutzt wird. Nach einer etwa 10—13 m langen Wegstrecke bis zum Grundwasserspiegel, die in etwa 14 Tagen zurückgelegt wird, läßt sich dem Untergrund in entsprechender Entfernung von den Versickerungsstellen nach den oben angegebenen Zeiten ein dem echten Grundwasser hygienisch ebenbürtiges Trinkwasser entnehmen². Auch Hamburg³, Hannover⁴, Breslau⁵, Dresden⁶ und andere Städte arbeiten z. T. mit künstlicher Grundwassererzeugung, die, geeignete Bodenverhältnisse vorausgesetzt, überhaupt noch eine große Zukunft hat. Je nach den örtlichen Verhältnissen wird das vorgereinigte Oberflächenwasser⁷ dem Untergrunde durch einfache Berieselung, Versickerungsbecken oder -gräben, Sickerrohre oder durch senkrechte Rohr- oder Kesselbrunnen zugeführt. Zur Wasserfassung sind an Stelle der in der Regel üblichen senkrechten Brunnen mit durchlässigen Seitenwänden unter Umständen⁸ waagerechte Filtergalerien oder Kesselbrunnen mit Wassereintritt von unten vorzuziehen.

In Breslau war 1906 eine eigenartige chemische Veränderung des Grundwassers aufgetreten. Der wasserführende Untergrund des Grundwasser-Fassungsgeländes in der Niederung der Ohle und Oder besteht aus alluvialen Schichten und stark mangan- und eisenhaltigen Schlickablagerungen, die durch die ständige Wasserentnahme trocken gelegt wurden. Unter dem Einfluß des eindringenden Luftsauerstoffs wurde aus dem Schwefeleisen des Schlicks (neben Ferrisulfat) Ferrosulfat und freie Schwefelsäure gebildet, die das im Boden vorhandene unlösliche Mangansuperoxyd in wasserlösliches Mangansulfat verwandelten. Bei einer Überflutung des Brunnengeländes wurden die Eisen- und Manganverbindungen plötzlich ausgelaugt und in die Brunnenanlage eingeschwemmt, die daraufhin teilweise aufgegeben werden mußte⁹. Jetzt werden

¹ SCHEELHAASE, F.: Beitrag zur Frage der Erzeugung künstlichen Grundwassers aus Flußwasser. J. Gasbeleuchtg. u. Wasservers. 54, 674 (1911).

² SCHEELHAASE, F.: Wasserversorgung mit Flußwasser oder mit künstlich erzeugtem Grundwasser. Gesdh.ing. 46, 461 (1923). — SCHEELHAASE, F. u. G. M. FAIR: Producing artificial ground water at Frankfurt, Germany. Engin. News-Rec. 93, 174 (1924).

³ HOLTHUSEN, W.: a. a. O., S. 913.

⁴ DAHLHAUS, K.: Die Möglichkeit einer Erweiterung der Wasserversorgung der Stadt Hannover. Wasser u. Gas 17, 82 (1926). — Vgl. auch F. BEVSCHLAG: Die Möglichkeit einer Erweiterung der Wasserversorgung der Stadt Hannover. Ebenda, 16, 1060 (1926).

⁵ KIRCHNER, E.: Die Entwicklung der Wasserwerke der Stadt Breslau. Gas- u. Wasserfach 74, 522 (1931). — WAGENKNECHT, W.: Bakteriologie und Chemie im Wasseraufbereitungsbetriebe der Breslauer Werke. Ebenda, S. 673.

⁶ VOLLMAR, O.: Bericht über Erfahrungen mit künstlicher Grundwassererzeugung. Gas- u. Wasserfach 74, 805 (1931).

⁷ Versalzene Flußwasser ist für die künstliche Grundwassergewinnung nicht zu verwenden, da z. B. Chlorionen vom Boden nicht zurückgehalten werden. — Vgl. u. a. A. BOCK: Die neue Grundwasserwerks-Erweiterung der Stadt Hannover. J. Gasbeleuchtg. u. Wasservers. 55, 577 (1912).

⁸ Auf diese Weise werden die filtrierenden Bodenschichten z. B. besser ausgenutzt, wenn ihre Mächtigkeit nur gering ist, oder wenn der Abstand zwischen Oberflächenwasser und Fassung nicht weit bemessen werden kann. — Vgl. u. a. E. PRINZ: a. a. O., S. 395.

⁹ Vgl. u. a. C. LUEDECKE: Das Wasser des Odertales und die Wasserkalamität der Stadt Breslau. Z. Gesundheit 32, 372, 545 (1907). — H. LÜHRIG: Über die Ursachen der Grundwasserverschlechterung in Breslau. Z. Unters. Nahrungsmitt. usw. 13, 441; 14, 40 (1907). — Gedanken über die Sanierung der Breslauer Grundwassergewinnungsanlagen. Gesdh.ing. 31,

die eisen- und manganhaltigen Schichten der Ohleniederung durch Auffüllung des Grundwasserträgers künstlich unter Wasser gehalten, wodurch die Mangan- gefahr endgültig beseitigt ist¹. Auf einem anderen schlesischen Wasserwerk hat man die Gefahr der geschilderten Umsetzungsvorgänge in dem schwefelkies- haltigen Moorboden dadurch beseitigt, daß das Wassergewinnungsgelände durch Eindeichung vor Überschwemmungen und durch dachförmige Überdeckung mit einer dicken Lehmschicht vor Luftzutritt geschützt worden ist². In dem strengen Winter 1928/29 wurde die künstliche Grundwassererzeugung in Breslau vorübergehend durch starken Bodenfrost unmöglich gemacht³.

Wegen der Maßnahmen zum Nachweise eines Zusammenhangs zwischen oberirdischem und unterirdischem Wasservorkommen bzw. des unterirdischen Wasserverlaufes mit Hilfe von Salzen und Farbstoffen sowie zur Prüfung der Filtrationskraft des Bodens mit Hilfe von (farbstoffbildenden) Bakterien sei auf die wasserhygienische Literatur verwiesen⁴.

Beseitigung menschlicher und tierischer Ausscheidungen, Reinigung und Beseitigung häuslicher und gewerblicher Abwässer mit Hilfe des Bodens.

Schon die Naturvölker sind teils instinktiv, teils in Befolgung religiöser Vorschriften (Verbindung von Heilkunde und Priestertum) auf Unschädlich- machung ihrer Fäkalien bedacht. Viele Negervölker pflegen ihre Exkreme- te außerhalb des Dorfes abzusetzen und manche Indianer vergraben sie sogar auf das sorgfältigste⁵. Der große Gesetzgeber MOSES befahl u. a., daß bei Feldzügen jeder Israelit sein eigenes Schäuflein mit sich führen und mit diesem seinen Ab- gang jedesmal sorgfältig mit Erde bedecken sollte⁶. Von den Tibetanern hat

629 u. 645 (1908). — Ferner A. GÄRTNER: Die Hygiene des Wassers, S. 171f. Braun- schweig 1915. (= Vgl. auch S. 179—181: stark Aluminium haltiges Wasser aus Pyrit und Schiefer.) — Vgl. auch M. WEIBULL: Ein manganhaltiges Wasser und eine Bildung von Braunstein in Björnstorp in Schweden. Z. Unters. Nahrungsmitt. 14, 403 (1907).

¹ DEBUSMANN, H.: Die Entwicklung der Breslauer Wasserwerke. Gas- u. Wasserfach 70, 8 (1927). — SPITTA, O. u. K. REICHLE: a. a. O., S. 98.

² LÜHRIG, H.: Wiederbrauchbarmachung einer chemisch verunreinigten Grundwasser- versorgung. Wasser u. Gas 11, 849 (1921); zitiert nach Wasser u. Abwasser 16, 286 (1921).

³ PFEIFFER, R.: Die Breslauer Grundwasserversorgung unter dem Einfluß des Winters 1928/29. Zbl. Hyg. 20, 259 (1929). — Vgl. auch W. KRÜSMANN u. H. BRUNS: Hygienische Erfahrungen der Wassergewinnung während der Frostperiode des Winters 1928/29. Gas- u. Wasserfach 72, 1047 (1929). — E. PRINZ: Hydrologische Erscheinungen im „ewig gefrorenen Boden“ Sibiriens. Ebenda, S. 766. — M. J. TSCHERNYSCHJEFF: Wasserleitungen in Gegenden mit ewig gefrorenem Boden. Bauingenieur 1930, 96—99; zitiert nach Wasser u. Abwasser 27, 101 (1930).

⁴ GÄRTNER, A.: a. a. O., S. 300—310. — KRUSE, W.: Die hygienische Untersuchung und Beurteilung des Trinkwassers. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 1¹, 221. Leipzig 1919. — GRÜNHUT, L.: Trink- und Tafelwasser, S. 562. Leipzig 1920. — OHLMÜLLER, W. u. O. SPITTA: Untersuchung und Beurteilung des Wassers und des Abwassers, S. 342—347. Berlin (1931). — GOTSCHLICH, E.: Handbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden 1, 944. 1926. — Aus neuerer Zeit: A. CROUCH: The use of uranine dye in tracing under- ground waters. J. amer. Water Works Ass. 19, 725 (1928). — F. EGGER: Arbeitserfah- rungen beim Nachweis des Zusammenhanges von Wasservorkommen durch Fluoreszenz- färbung. Jb. Vom Wasser 3, 22 (1929). — K. KISSKALT u. M. KNORR: Die Gefährdung von Diluvialquellen und ihre Untersuchung mit Uranin und Kochsalz. Arch. Hyg. u. Bakter. 103, 349 (1930). — G. SCHAD: Die Agglutination als ein Hilfsmittel zur Identifizierung farblos gewordener Prodigiosuskeime. Ebenda 104, 99 (1930).

⁵ WEYL, TH.: Überblick über die historische Entwicklung der Städtereinigung usw. Handbuch der Hygiene 2¹, 9 (1912). — Vgl. auch L. SCHAPIRO: S. 216.

⁶ 5. Buch Moses, Kap. 23, Vers 12 u. 13. — Vgl. auch J. P. FRANK: a. a. O., Vorbericht zu Bd. 3, S. XII. — K. THUMM: Zur Geschichte der Wasser-, Boden- und Lufthygiene nach Bibel und Talmud. Kleine Mitt. Ver. Wasser-, Boden- u. Lufthyg. 5, 209 (1929). — Vgl. Kriegs-Sanitäts-Ordnung: Ziff. 507, S. 135. München 1914: „Außerhalb des Abortes ab- gesetzter Kot ist mindestens mit Erde zu bedecken.“ — Vgl. hierzu C. PRAUSNITZ: Mili-

FILCHNER kürzlich berichtet, daß die Insassen der Steinsiedelungen, „ihre Notdurft, die große und die kleine, auf der Straße vor ihren Häusern verrichten“, und daß die in der Ernährung knapp gehaltenen Hunde dort unsere Stadtreinigung ersetzen. Aus seiner Schilderung geht aber auch hervor, daß die Tibetaner jede Berührung und Verwertung ihrer Exkremente ängstlich vermeiden, während sie den Kot ihres Nutzviehs zu Heizzwecken gerne verwenden¹.

Auch unsere hygienischen und ästhetischen Anschauungen fordern grundsätzlich, daß die menschlichen Exkremente wie alle Abfallstoffe möglichst rasch aus dem Bereich der Siedlungen entfernt und möglichst endgültig unschädlich gemacht werden². Das kann unter einfachen Verhältnissen durch Abfuhr oder eigene landwirtschaftliche Verwertung³ geschehen, unter Beachtung der hygienischen Vorschriften⁴, insbesondere in bezug auf etwaige Brunnenverseuchungen, was besonders wichtig⁵ ist, da sich z. B. Typhusbakterien im Inhalt der Abortgruben⁶ 2—3 Monate, bei besonders niedrigen Temperaturen bis zu 6 Monaten lebensfähig halten können. Paratyphusbakterien hat man, wie erwähnt sei, in Edinburgh unter 57 Sielwasserproben 7 mal und in Köln in 6 von 20 Abwasserproben nachweisen können⁷.

Menschliche Fäkalien soll man Tierdunghaufen nicht beimischen⁸, weil die etwa in ihnen vorhandenen Infektionserreger von dort leichter zum Menschen zurückkehren können, und weil die bei der gewöhnlichen Mistbereitung auftretende Wärme unter Umständen zu einer Keimvermehrung oder physiologischen Kräftigung⁹ der überlebenden Krankheitskeime beitragen kann. Tierischer Dung kann unter Umständen die Erreger von Milzbrand, Rotz, Tetanus und anderen Krankheiten enthalten¹⁰. Er ist wie alle Abfallstoffe vor Fliegen und anderem Ungeziefer geschützt in wasserdichten Gruben fern von Brunnen- und anderen Wasserversorgungsanlagen aufzubewahren und darf auch nicht in deren Nähe in den Boden gebracht werden.

tärische Unterkünfte einschließlich Beseitigung der Abfallstoffe. In O. v. SCHJERNINGS Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege 7, 60f. Leipzig 1922.

¹ FILCHNER, W.: Über die menschlichen Abgänge in Tibet und ihr Schicksal. Kleine Mitt. Ver. Wasser-, Boden- u. Lufthyg. 7, 86 (1931).

² Was in tropischen Ländern auch zur Verhütung von Vergiftungen durch Schlangen wichtig ist, weil von den Hausabfällen Ratten, Mäuse und anderes Ungeziefer angelockt und diese Tiere von den Schlangen gejagt werden. E. ST. FAUST: Die tropischen Intoxikationskrankheiten. C. MENDES Handbuch der Tropenkrankheiten 2, 905 (1924).

³ HOFFMANN, M.: Abfuhrsysteme und Verwertung der Latrine in nicht kanalisierten Städten. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 2^{IV}, 717. 1918.

⁴ Vgl. u. a. B. BÜRGER: a. a. O., S. 174—182.

⁵ Als ein Beispiel unter vielen sei hier angeführt, daß die große Typhusepidemie in Pforzheim 1919 auf argloses Ausgießen typhösen Abortgrubeninhaltes auf eine Wiese oberhalb eines oberflächlichen Zuflusses zugänglichen Wasserwerksbrunnens zurückgeführt wird. — Vgl. M. KNORR: Typhus und Trinkwasser. Eine epidemiologische Studie über die Pforzheimer Typhusepidemie 1919. Arch. Hyg. u. Bakter. 102, 10 (1929).

⁶ Vgl. E. LEVY u. W. GAERTGENS: Eigenschaften der Typhusbazillen. Arb. ksl. Gesdh.-amt 41, 211 (1912). — Ferner O. SPITTA u. K. REICHL: Die Wasserversorgung. M. RUBNERS Handbuch der Hygiene 2^{II}, I. Hälfte, 58. 1924. — G. BUONOMINI: Osservazioni sulla resistenza del B. tifico in vari materiali luridi. Atti Accad. Fisiocritici Siena X. s. 5, 268 (1931); zitiert nach Zbl. Hyg. 25, 608 (1931).

⁷ BEGBIE, R. S. u. H. J. GIBSON: Occurrence of typhoid-paratyphoid bacilli in sewage. Brit. med. J. vom 12. Juni 1930, 59; zitiert nach Z. Med. beamte 43, 695 (1930). — GRAY, J. D. ALLAN: The isolation of bacillus paratyphosus from sewage. Brit. med. J. Nr. 3551, S. 142 (1929); zitiert nach Zbl. Hyg. 20, 27 (1929). — PESCH, K. L. u. E. SAUERBORN: Chemische und bakteriologische Abwasseruntersuchungen. Gesdh.ing. 52, 858 (1929).

⁸ GÄRTNER, A.: Leitfaden der Hygiene, S. 342. Berlin 1914.

⁹ RUSCHMANN, G.: Vergleichende biologische und chemische Untersuchungen an Stalldüngersorten. Cbl. Bakter. II 75, 407 (1928).

¹⁰ GÄRTNER, A.: a. a. O., S. 342.

In städtischen Siedlungen erfolgt die Beseitigung aller abschwemmbareren Abgänge am besten und sichersten durch Schwemmkanalisation und Verrieselung des mehr oder weniger weitgehend vorgereinigten, eventuell auch noch nachzubehandelnden Abwassers auf Landflächen. Eine restlose landwirtschaftliche Verwertung der großstädtischen Abgänge, wie sie nach dem Beispiele der Kleinstädte ländlichen Charakters u. a. MIGGE¹ fordert, ist mit wirtschaftlichen Mitteln unmöglich durchführbar und besitzt außerdem hygienische Nachteile². Wegen Unterbringung des Abwasserklärslammes vergleiche S. 254.

Die Reinigung und Beseitigung städtischer Abwässer mit Hilfe des natürlich gewachsenen Bodens ist auch in hygienischer Hinsicht immer noch das beste Verfahren³. Nur das durch Belüftung mit „aktiviertem Flockenschlamm“⁴ behandelte Abwasser kann die durch Bodenbehandlung gereinigten Abläufe unter Umständen an Reinheit übertreffen. Die Abwasserreinigung mit Hilfe des Bodens geschieht in der Regel und seit langem auf den sog. Rieselfeldern (Bodenfiltration mit landwirtschaftlicher Nutzung) und (oder auch vielfach gleichzeitig) als intermittierende Bodenfiltration (Staufilter ohne landwirtschaftliche Nutzung), ferner als unterirdische Bodenfiltration (Untergrundberieselung), als wilde Berieselung (Beseitigung vorwiegend durch Verdunstung auf großen Flächen) sowie als Spritzverfahren und neuerdings durch Beregnung.

Rieselfelder sind planierte und durch flache Dämme getrennte Felder, denen das Abwasser von der Seite her zum Anbau von Kulturpflanzen zugeführt wird⁵. Vorbedingung ist, daß entsprechend große Landflächen mit genügend durchlässigem Boden und genügend tiefem Grundwasser verfügbar sind. Am geeignetsten ist schwach humoser Sandboden oder ein feiner lehmiger Boden mit Kiesunterlage. Lehmböden verstopfen sich leicht. Tonige oder torfige Böden sind wenig oder gar nicht geeignet. Abgesehen von ganz besonders günstigen Verhältnissen ist Dränierung stets erforderlich, um den Abfluß des in den Boden gebrachten Abwassers zu beherrschen und Versumpfungen und Nachteile für die städtische Bebauung in der Umgebung zu vermeiden. Das Abwasser gibt bei der Verrieselung seine suspendierten Stoffe, den größten Teil der Bakterien sowie erhebliche Mengen der Kolloide und der gelösten organischen (z. T. auch anorganischen) Stoffe ab, die von den angebauten Pflanzen nur unvollkommen ausgenutzt werden. Insbesondere geht der die anderen Pflanzennährstoffe an Menge überwiegende Stickstoff z. T. als Nitrat mit den Abflüssen verloren. Nach KÖHLER sind die Berliner städtischen Abwässer verhältnismäßig jodreich. Der

¹ MIGGE, L.: Bodenproduktive abfallwirtschaftliche Stadtsiedlung. Z. Komm.wirtsch. 12, 274f. (1922).

² HEYD, H.: Die Entwässerungsfrage bei Kleinhaussiedlungen. Techn. Gemeindebl. 25, 141f. (1923. — HEILMANN, A.: Abfallstoff — Abwasser, Beseitigung und Verwertung. Gesdh.ing. 52, 517f. (1929).

³ Vgl. u. a. H. BACH u. F. FRIES: Das Abwasserbeseitigungswesen nach dem Weltkriege. Zbl. Hyg. 5, 67 (1924).

⁴ Eine Beschreibung dieses von der Bodenfiltration unabhängigen, zu deren Entlastung verwendbaren biologischen Reinigungsverfahrens gibt u. a. R. WELDERT: Kleine Mitt. Ver. Wasservers. u. Abwasserbes. 2, 9 u. 99 (1926). — Vgl. auch K. IMHOFF: Übersicht über neuere Fortschritte in der Abwasserreinigung, besonders mit belebtem Schlamm. Zbl. Hyg. 10, 401 (1925). — O. KAMMANN: Über Abwasserreinigung mit aktiviertem Schlamm. Techn. Gemeindebl. 27, 13f. (1924).

⁵ Über Einzelheiten des Betriebs vgl. u. a. J. KÖNIG u. H. LACOUR: Die Reinigung städtischer Abwässer in Deutschland nach dem natürlichen biologischen Verfahren, S. 18f. Berlin 1915; mit umfassender Statistik deutscher Rieselfelder. — W. P. DUNBAR: a. a. O., S. 46f. — C. ZAHN: Die Reinigung städtischer Abwässer. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 2^{III}, 359f. 1914. — H. METZGER: Die Bromberger Rieselfelder und ihre Vorgeschichte. Techn. Gemeindebl. 23, 109, 118, 128, 137, 143, 151, 161 (1921).

Jodgehalt ist höher als in normalen Wässern, er sinkt im Laufe der Bodenfilterung mit der Abnahme der organischen Stoffe bis auf einige Gamma je Liter im gerieselten Wasser. Düngung mit Abwasserschlämme und vermutlich auch der Rieselfeldbetrieb führen zur Jodanreicherung der Kulturpflanzen¹. Zur Versorgung der Kulturpflanzen mit der nötigen Feuchtigkeit und mit Dungstoffen genügt im allgemeinen die tägliche Zufuhr von 3—4 m³ Abwasser je Hektar. Bei stärkerer Zufuhr werden die landwirtschaftlichen Erzeugnisse wasserhaltiger und weniger haltbar, während die Rieselabflüsse auch noch bei 30 m³ und mehr je Hektar hygienisch einwandfrei bleiben können. Mit einer zuverlässigen Vernichtung pathogener Keime ist freilich nicht zu rechnen, wie aus dem recht häufigen Vorkommen von Kolibakterien in den Abflüssen zu folgern ist². Immerhin wird durch sorgfältig betriebene Berieselung die Fäulnisfähigkeit beseitigt und der Gesamtkeimgehalt auf 1/100—1/1000 und damit auch die Infektionsgefahr so weit vermindert, daß das gereinigte Abwasser in der Regel ohne hygienische Bedenken selbst kleinen Vorflutern oder dem Untergrund überantwortet werden kann³. Die biologische Reinigung verläuft hauptsächlich in den Bodenschichten bis zu etwa 10 cm Tiefe. Da die Dränwässer namentlich im Winter⁴ bei ruhender Vegetation noch besonders viele pflanzliche Nährstoffe und auch ziemliche Mengen Luftsauerstoff enthalten, geben sie mitunter zu Pilzwucherungen von *Sphaerotilus natans*, *Mucor* und *Leptomitus lacteus* Veranlassung⁵. Die dadurch entstehenden Nachteile lassen sich u. a. durch nochmalige Rieselung auf Wiesen oder durch Einleitung in Fischteiche vermeiden, in denen gleichzeitig die Mineralisation der Nährstoffe und die Vernichtung etwaiger Krankheitskeime sich fortsetzt⁶. Mechanische Vorklärung der Rieselfeldzuflüsse, insbesondere die Beseitigung fettartiger Stoffe, dient zur Entlastung des Rieselbetriebs⁷. Bei verschlicktem Rieselgelände soll auch die Ratten- und Mäuseplage besonders stark auftreten⁸. Ein Nachteil des Rieselfeldverfahrens namentlich für Großstädte sind die großen dazu erforderlichen Landflächen. In Berlin z. B. beabsichtigt man aus solchen wirtschaftlichen und technischen Gründen die Rieselfelder (zur Zeit etwa 10000 ha mit einer mittleren täglichen Belastung, die von rund 40 m³ im Jahre 1923 auf 60 m³/ha in 1929 gestiegen ist) nicht weiter zu vergrößern, sondern durch allmähliche Einführung der biologischen Reinigung mit aktiviertem Schlamm (zunächst in Stahnsdorf) zu entlasten unter landwirtschaftlicher Ausnutzung

¹ KÖHLER, R.: Untersuchungen über die Verteilung des Jods im Abwasser und die Anwendung des Abwasserschlamms als Joddünger. Mitt. Lab. Preuß. Geol. Landesanst. 1930, H. II, 1—14; zitiert nach Wasser u. Abwasser 27, 305 (1930).

² Vgl. z. B. W. P. DUNBAR: a. a. O., S. 288.

³ KUTSCHER, K. H.: Die von städtischen Abwässern zu besorgenden Infektionsgefahren und die Maßregeln zu ihrer Bekämpfung. Vjschr. gerichtl. Med. 39, 418 (1910).

⁴ Auf den Odessaer Rieselfeldern war die Anzahl und Umsetzungsenergie der Bodenbakterien in 8 cm Tiefe im Sommer erheblich höher als im Winter, einige biochemische Prozesse gingen selbst bei 0° bis —3° noch wochenlang vor sich. RUBENTSCHIK, L.: Über die Lebenstätigkeit der Bakterien der Rieselfelder bei niedrigen Temperaturen. Cbl. Bakter. II 72, 101 f. (1927). — Zur Mikrobiologie der Rieselfelder. Z. Hyg. 106, 265 (1926). — Vgl. auch E. DEMOUSSY: Die Widerstandsfähigkeit der Mikroorganismen des Bodens gegen die niedrigen Temperaturen des Winters 1928/29. Ann. Sci. agronom. 46, 395 (1929); zitiert nach Chem. Zbl. 101 I, 1632 (1930).

⁵ KOLKWITZ, R. u. C. ZAHN: Untersuchungen über Bekämpfung der Abwasserpilze auf Rieselfeldern. Mitt. Landesanst. Wasserhyg. Berlin-Dahlem 25, 78 (1919).

⁶ KOLKWITZ, R.: Biologie des Trinkwassers, Abwassers und der Vorfluter. M. RUBNERS Handbuch der Hygiene 2^{II}, 348. 1911.

⁷ SCHREIBER, K.: Über den Fettreichtum der Abwässer und das Verhalten des Fettes im Boden der Rieselfelder Berlins. Arch. Hyg. u. Bakter. 45, 295 f., insbesondere 316 u. 343 (1902).

⁸ DUNBAR, W. P.: a. a. O., S. 283.

des hierbei anfallenden Schlammes¹. Andererseits ist z. B. für die ostpreußischen Städte dem Rieselfeldverfahren größere Verbreitung zu wünschen, da es dort an geeignetem billigen Gelände nicht fehlt und den Abwässern nur in den seltensten Fällen pflanzenschädliche Stoffe aus gewerblichen Betrieben beigemischt sind².

Von den gewerblichen Abwässern ist in bezug auf ihre zweckmäßig in Mischung³ mit häuslichen Abwässern vorzunehmende Reinigung mit Hilfe des Bodens zunächst zu verlangen, daß sie zur Vermeidung von Störungen der biologischen Reinigungsvorgänge weder ätzalkalisch noch sauer reagieren (vorher neutralisieren), daß sie keine größeren Mengen von Arsenverbindungen⁴ (Ausfällung mit Ferrosulfat oder Ferrichlorid und Kalk), keine anderen giftig wirkenden Metalle⁵, (Kalkfällung) Sulfide oder sonst schädlichen Stoffe (wie z. B. konz. Lohbrühen) enthalten⁶. Im übrigen sind in bezug auf Landbehandlung von seuchenhygienischer Bedeutung in erster Linie solche gewerbliche Abwässer, die von der Verarbeitung tierischer Stoffe herrühren. So sind die Abwässer von Wildhautgerbereien in ihrer Gesamtheit immer als milzbrandverdächtig anzusehen und bei der Bodenfiltration besonders sorgfältig zu behandeln⁷. Vorher gründlich entschlammtes Gerbereiabwasser läßt bei geeignetem Untergrund die Milzbrandsporen im Boden zurück, wenn man auf Dränierung verzichtet oder die intermittierend zu betreibenden Filterbeete wenigstens mit einem hinreichend (etwa 30 m) breiten, nicht zu berieselnden Schutzstreifen umgibt, an dessen äußerem Rande das gereinigte Abwasser in einen Umfassungsgraben austritt, der bis in das Grundwasser reicht⁸. Wenn der bei der Verarbeitung von Gerbereiabwässern anfallende infektionsverdächtige Abwasserschamm als Dünger verwendet werden soll, so ist eine vorherige Kompostierung mit Zusatz von etwa 10% Ätzkalk für etwa 8 Wochen oder von 5% Ätzkalk für eine Lagerung von 5—6 Monaten erforderlich, um etwa vorhandene Milzbrandsporen sicher zu vernichten⁹. Immerhin sind derartige Bodenfilter wegen der erforder-

¹ HAHN, H. u. FR. LANGBEIN: Fünfzig Jahre Berliner Stadtentwässerung, S. 289. Berlin 1928. — KROLL, FR.: Neues über die Zusammensetzung und Reinigung der Berliner Abwässer. Jb. Vom Wasser 2, 179f. (1928). — LANGBEIN, FR.: Die Abwasserbeseitigung usw. Gesdh.ing. 52, 281 (1929). — HAHN, H.: Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Berliner Rieselfelder usw. Techn. Gemeindebl. 32, 1, 17 u. 49 (1929). — LANGBEIN, FR.: Die Verwertung städtischer Abwässer zum Zwecke der Landeskultur. Gesdh.ing. 53, 321f. (1930). — Praktische Entwässerungs- und Abwasserreinigungsfragen der Gemeinden. Veröff. Med.-verw. 30, 503 (1930).

² BÜRGER, J. u. FR. SCHMIDT: Die zentrale Abwasserbeseitigung Ostpreußens. Gesdh.ing. 53, 489 (1930).

³ Vgl. z. B. R. WELDERT, R. KOLKWITZ u. Mitarbeiter: Versuche zur Verrieselung von Gaswasser in Mischung mit städtischem Abwasser. Gas- u. Wasserfach 74, 1005 u. 1030 (1931).

⁴ Über Viehsterben, Vergiftung von Grünfütter (bis zu 0,27 g/kg As₂O₃) und schwere Wachstumsschädigungen auf Gemüse- und Zuckerrübenfeldern infolge Berieselung mit arsenhaltigen gewerblichen Abwässern berichtete neuerdings L. SCHMITT: Beiträge zur Frage der Giftwirkung von Arsenverbindungen auf den Boden und das Wachstum der Pflanze. Fortschr. Landw. 5, 633 (1930).

⁵ Vgl. z. B. O. EMMERLING u. R. KOLKWITZ: Chemische und biologische Untersuchungen über die Innerste. Mitt. Landesanstalt Wasserhyg. 19, 167 (1914). (= Schädigungen der Landwirtschaft durch zink-, blei- und kupferhaltige Abflüsse aus den Pochwerken des Harzes.)

⁶ KÖNIG, J.: Die Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe, S. 817. Berlin 1923. — SCHULZE-FORSTER, A.: Die Abwässer der Gerbereien usw. Mitt. Ver. Wasservers. u. Abwasserbes. 2, 27 (1926).

⁷ BÜRGER, B. u. E. NEHRING: Die Abwasserbeseitigung der Stadt Neumünster in Holstein unter besonderer Berücksichtigung der dortigen Gerbereiabwässer usw. Veröff. Med.verw. 19, 7f. (1925).

⁸ BÜRGER, B. u. E. NEHRING: a. a. O., S. 564, 577 u. 602.

⁹ BÜRGER, B. u. E. NEHRING: a. a. O., S. 603. — Vgl. auch R. HILGERMANN u. J. MARMANN: Untersuchungen über die durch Gerbereien verursachten Milzbrandgefahren usw. Arch. Hyg. 79, 232 (1913).

lichen großen Flächen und des Versagens bei längeren Frostperioden (ausreichende Speicherbehälter) recht kostspielig. In Elmshorn hat man die dort in großen Mengen anfallenden Lederfabrikabwässer ohne Landbehandlung in einer Versuchsanlage dadurch unschädlich gemacht, daß sie nach einem von KAMMANN ausgearbeiteten Verfahren zunächst vorgeklärt, dann nach einer Abart des bereits erwähnten Flockenschlammverfahrens und anschließend durch (1 m hohe) Feinsandfilter entkeimt werden, wobei sich die Keime mit den etwa noch vorhandenen Milzbrandsporen auf der Filterhaut festsetzen, mit dieser von Zeit zu Zeit abgehoben und in irgendeiner Heizung verbrannt werden können¹.

Bei der intermittierenden Bodenfiltration (Staufilter²) ist der Flächenbedarf etwa 10fach kleiner als bei Rieselfeldern (vergleiche die Tabelle S. 250). Nach DUNBAR³ kann man einen Boden im allgemeinen als für die Bodenfiltration geeignet ansehen, wenn er 1. eine Luftkapazität von 20—25% des gesamten Filtervolumens, 2. eine Wasserkapazität von 15—20% (16—18%⁴) und 3. eine wirksame Korngröße⁵ von 0,24—0,46 mm aufweist, wenn er 4. gleichzeitig einen Gleichförmigkeitsgrad⁶ von 2—5 besitzt (oder statt 4.: wenn seine gröberen Bestandteile in Höhe von etwa 60% eine Korngröße von 2—3 mm nicht wesentlich überschreiten⁷). Die Reinigungswirkung kann bei sehr gutem sandigen Boden ebenso gut sein wie bei Rieselfeldern, wie u. a. Erfahrungen in Heide in Holstein⁸ und in Niendorf bei Hamburg⁹ ergeben haben. In Niendorf bei Hamburg wird sogar ein durch gewerbliche Abwässer hochkonzentriertes Schmutzwasser so einwandfrei im Boden verarbeitet, daß der als Vorfluter dienende Bach nach der Aufnahme der gereinigten Abwässer in besserer Beschaffenheit abfließt, als der Bachoberlauf aufweist¹⁰. Geeignet ist vor allem durchlässiger reiner Sand- und Kiesboden von größerer Mächtigkeit ohne Mutterboden, in natürlicher Lagerung oder in künstlicher Aufschichtung, mit einer der jeweiligen Bodenbeschaffenheit angepaßten Dränierung, die auch die Luftzuführung begünstigt. Die Anlagen werden abwechselnd vom Abwasser überstaut und stehen dann wieder zum Lüften leer. Sie müssen sich erst einarbeiten. Allmählich eintretende Verschlik-

¹ KAMMANN, O.: Hygiene und Technik der Abwasserbeseitigung mit besonderer Berücksichtigung gewerblicher Abwässer. Techn. Gemeindebl. 32, 46 (1929). — Vgl. auch A. SNOEK: Reinigung der Abwässer der Stadt Elmshorn, unter besonderer Berücksichtigung der Lederfabrikabwässer. Collegium 1928, 612—621; zitiert nach Chem. Zbl. 100 I, 781 (1929).

² SCHMIDTMANN, A., K. THUMM u. C. REICHEL: Beseitigung der Abwässer und ihres Schlammes. M. RUBNERS Handbuch der Hygiene 2 II, 283. 1911.

³ DUNBAR, W. P.: a. a. O., S. 334.

⁴ ZAHN, C.: Die Reinigung städtischer Abwässer. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 2 III, 356. (1914).

⁵ Die wirksame Korngröße entspricht derjenigen Siebweite in Millimeter, welche 10% des Bodens hindurchläßt und 90% zurückhält. Da diese feineren Teile den Raum zwischen den gröberen Teilen ausfüllen, hängt von ihnen die Filterwirkung ab, sie besitzen eine ebenso große Durchlässigkeit wie das nicht abgesiebte Material von ungleicher Korngröße, wenn diese Ungleichheit nicht allzu groß ist. Diese Ungleichheit wird rechnerisch als Gleichförmigkeitsgrad (s. Fußnote 6) ermittelt.

⁶ Der Gleichförmigkeitsgrad ergibt sich durch Division der mittleren Korngröße (= diejenige Siebweite in Millimeter, welche 60% des Bodenmaterials durchläßt) durch die wirksame Korngröße. — Vgl. auch E. GROSS: Handbuch der Wasserversorgung, S. 278. München 1930.

⁷ ZAHN, C.: a. a. O., S. 356.

⁸ GUTH, F.: Abwasserreinigung durch intermittierende Bodenfiltration in Heide i. Holst. Gesdh.ing. 40, 501 (1917).

⁹ GUTH, F.: Kanalisation und Abwasserreinigungsanlagen des Entwässerungsverbandes der Landgemeinden Stellingen-Langensfelde, Lokstedt, Eidelstedt und Niendorf. Gesdh.ing. 35, 264 f. (1912).

¹⁰ KAMMANN, O.: Hygiene und Technik der Abwasserbeseitigung mit besonderer Berücksichtigung gewerblicher Abwässer. Techn. Gemeindebl. 32, 38 (1929).

kung der Oberfläche wird durch Abhebung der trockenen Schlammdecke oder Umharken beseitigt¹.

In Spandau (Wansdorf, 76 ha Stauffer, 10 ha Fischteiche²) leitet man die Staufferabflüsse, die naturgemäß noch mehr Dungstoffe enthalten als die Rieselabflüsse, zur weiteren Reinigung und Ausnutzung in Fischteiche. Nur selten kann man die nach beiden Verfahren gerieselten Abwässer einfach vom Grundwasserstrom aufnehmen lassen. Ein erheblicher Teil verdunstet zwar, besonders im Sommer direkt und durch Transpiration der Pflanzen, andererseits erfährt das Rieselwasser aber auch eine Verdünnung durch Regen- und Grundwasser, was bei Beurteilung des wirklichen Reinigungsgrades zu berücksichtigen ist³. Ein unliebsam hoher Eisengehalt der Abflüsse ist bisweilen ein Anzeichen für unzureichende Durchlüftung und Ansammlung von freier Kohlensäure, die von Abbauvorgängen herrührt, nicht entweichen kann und das zu Ferroverbindungen reduzierte Eisen im Boden zu Ferrobikarbonat löst⁴.

Die Oberflächenberieselung (ohne besondere Abwasser-Verteilungsmaßnahmen, „wilde Berieselung“ genannt) pflegt als Notbehelf angewendet zu werden, bei ungenügend durchlässigem Boden oder wenn die Kosten der Aptierung und Dränierung gespart werden sollen, oder wenn diese wegen zu hohen Grundwasserstandes nicht möglich ist. Erforderlich sind dazu große und billige Geländeflächen auf längeren, schwach geneigten Hängen, über deren Oberfläche hinweg das Abwasser in dünner Schicht abfließt, ohne viel zu versickern. Die Reinigung erfolgt dadurch, daß die Schmutzstoffe an der verhältnismäßig großen Bodenoberfläche zurückgehalten werden und sich zersetzen. Bei kleinen Städten kann das Verfahren einen wirtschaftlichen Wert haben⁵. Fäulnisfreie Abflüsse lassen sich dabei in der Regel nur durch wiederholte Aufbringung erzielen⁶. Bei den sog. Spritzverfahren wird das Abwasser aus festverlegten Leitungen mit

Ungefähre Größenverhältnisse⁷ der natürlichen biologischen Abwasserreinigungsverfahren.

Art des Reinigungsverfahrens	Auf 1 ha		Für die Abwässer von 10 Einwohnern erforderliche Bodenfläche in m ²	Vergleichswerte, wenn Rieselverfahren als Einheit gesetzt wird
	zulässige tägliche Abwassermenge in m ³	die tägliche Abwassermenge von Einwohnern		
Spritzverfahren	1,5	15	6000	0,05
Beregnung	3	30	3000	0,1
Wilde Berieselung	6	60	1500	0,2
Rieselverfahren und Untergrundberieselung	30	300	300	1
Stauffer	300	3000	(30)	10

¹ HENNEKING, C.: Die Abwasserbeseitigung mittels intermittierender Bodenfiltration in Nordamerika usw. Mitt. kgl. Prüfungsanst. Abwasserbes. u. Wasservers. Berlin 12, 1 f. (1909). — DUNBAR, W. P.: a. a. O., S. 53 f. — Kossowicz, A.: Einführung in die Mykologie der Gebrauchs- und Abwässer, S. 112 f. Berlin 1913. — ZAHN, C.: Die Reinigung städtischer Abwässer. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 2^{III}, 355 f. 1914. — KÖNIG, J. u. H. LACOUR: Die Reinigung städtischer Abwässer in Deutschland nach dem natürlichen biologischen Verfahren, S. 91. Berlin 1915. — BÜRGER, B.: a. a. O., S. 217.

² FISCHER,: Die Kanalisations- und Abwasserreinigungsanlagen der Stadt Spandau. Gesdh.ing. 44, 117 (1921).

³ Vgl. z. B. J. KÖNIG. u. H. LACOUR: a. a. O., S. 26 f.

⁴ SCHMIDTMANN, A., K. THUMM u. C. REICHLER: a. a. O., S. 281.

⁵ PRÜSS, M.: Deutscher Bautag 1930. Gesdh.ing. 53, 633 (1930). — CARL, A.: Wege und Ziele der landwirtschaftlichen Abwasserwertung in Mitteldeutschland. Gesdh.ing. 54, 767 (1931).

⁶ Vgl. u. a. SCHMIDTMANN, A., K. THUMM u. C. REICHLER: a. a. O., S. 280.

⁷ Nach K. THUMM: Abwasserreinigung und -beseitigung. Mitt. Ver. Wasservers. u. Abwasserbes. 1, 10 (1924).

Schläuchen zur Ausnutzung der Dungstoffe auf die Felder verspritzt, und zwar gewissermaßen als Kopfdüngung. Dieses zuerst in Posen-Eduardsfelde¹ angewandte Verfahren ist in den letzten Jahren zu Beregnungsanlagen² ausgebaut worden. Roh zu genießende Feldfrüchte soll man nicht oder wenigstens einige Zeit vor der Ernte nicht mit Abwasser beregnen, dieses auch nicht in der Nähe von Wohnstätten versprühen. Für kleinere Verhältnisse eignet sich bei durchlässigem tonfreiem Sandboden und geeigneten Untergrundsverhältnissen die Untergrundberieselung³. Bei einer regelrechten Anlage findet eine Verjauchung des Bodens nicht statt. Das zuvor in Faulgruben entschlammte Abwasser wird, unter Fernhaltung der Regenwässer, den unterirdisch verlegten Versickerungssträngen möglichst stoßweise zugeführt. Das Verfahren hat den ästhetischen Vorteil unsichtbarer Beseitigung. Das versickernde Wasser gelangt in das Grundwasser, daher dürfen Brunnenanlagen nicht in der Nähe sein⁴.

Beseitigung der festen Abfallstoffe mit Hilfe des Bodens.

Die in den menschlichen Siedelungen anfallenden festen Abfallstoffe setzen sich zusammen aus Straßenkehricht und Abfällen⁵ aus Haus und Hof (mitunter auch Garten) und gewerblichen Betrieben. Die gewerblichen Abfallstoffe sind je nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden. In den Hafenstädten z. B. ergibt der Schiffsverkehr recht bedeutende Mengen Abfallstoffe, wie verdorbene Früchte, Stroh und ähnliches Material, das täglich abgeholt und verbrannt werden muß. (Ungezieferplage, Gefahr der Verbreitung von Krankheitserregern: Pest usw.) Von Industrie-, Bergbau- und Hüttenbetrieben werden häufig große Abfallmengen auf „Halden gestürzt“, wobei infolge Selbstoxydation unter Umständen Brände („Schwelen“) entstehen und durch Auslaugungen Boden und Wasser verunreinigt werden können⁶. Wegen der Beseitigung von Schlachthofabfällen und Tierkadavern durch Unterbringung in den Boden vergleiche die oben gemachten Ausführungen (Milzbrand) sowie⁷. Straßenkehricht entsteht durch Abnutzung der Straßendecke und der Bereifung der Verkehrsfahr-

¹ WULSCH, A.: Landwirtschaftliche Verwertung der städtischen Kanalwässer nach dem Eduardsfelder Düngungsverfahren usw. *Gesdh.ing.* 31, 549 (1908).

² KISKER, H.: Die Geräte für die künstliche Beregnung. *Mitt. Ver. Wasser- usw. Hyg.* 4, 30f. (1928). — Die künstliche Feldberegnung und ihre Verwendung zur Beseitigung und Verwertung von städtischem Abwasser. *Wasser u. Gas* 15, 525f. (1925). — KOHLSCHÜTTER, H.: Abwasserwertung durch Verregnung. *Wasser u. Gas* 20, 839f. (1930). — FISCHER, G.: Fortschritte in der Feldberegnung. *Mitt. Dtsch. Landw.-Ges.* 45, 350f. (1930); zitiert nach *Wasser u. Abwasser* 28, 59 (1930). — SCHRÖDER, O.: Verregnung von Abwässern. *Techn. Gemeindebl.* 33, 295f. (1930). — ANGERER, H.: Neues erfolgreiches Verfahren der wirtschaftlichen Abwasserbeseitigung und -verwertung durch Abwasserverregnung. *Gesdh.ing.* 54, 20f. (1931). — SCHRÖDER, O.: Sollen Abwässer verregnet werden? *Wasser u. Gas* 21, 693f. (1931). — Die Abwasserbeseitigung durch Verregnung. *Gesdh.ing.* 54, 652 (1931). — CARL, A.: a. a. O., S. 768.

³ THUMM, K.: Abwasserbeseitigung bei Einzel- und Gruppensiedlungen. *Dtsch. Vjschr. öff. Gesdh.pfl.* 46, 63f. (1914). — KAMMANN, O.: Hygiene und Technik der Abwasserbeseitigung usw. *Techn. Gemeindebl.* 32, 38 (1929).

⁴ BENINDE, M.: Zusammenhänge zwischen Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. *Gas- u. Wasserfach* 67, 500 (1924). — Vgl. auch die von der Preussischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene aufgestellten „Richtlinien für die Beurteilung und Zulassung von Hauskläranlagen und Grundstückskläranlagen.“ Sonderdruck a. d. *Ztschr. „Volkswohlfahrt“* 1930, H. I. Berlin: Carl Heymanns Verlag 1930. — Ferner P. HEINS: Die Abwasserbeseitigung in kleinen Gemeinden. *Z. Med.beamte* 44, 495 (1931).

⁵ Vgl. u. a. H. ERHARD: Die Müllbeseitigung. Ein geschichtlicher Rückblick. *Z. Desinf.* 23, 165 (1931).

⁶ Vgl. S. 237.

⁷ THIESING, H.: Beseitigung der festen Abfallstoffe. *M. RUBNERS Handbuch der Hygiene* 2¹, 798f. 1927.

zeuge, durch Ausscheidungen der Zugtiere, Baumlaub, Obstschalen, fortgeworfenes Papier usw. Er fällt in erheblich geringeren Mengen als Hausmüll an und wird meist ohne besondere Schwierigkeiten zur landwirtschaftlichen Verwertung abgesetzt. Er enthält im allgemeinen keine gesundheitsschädlichen, wohl aber fäulnisfähige Bestandteile und sollte daher innerhalb oder in nächster Nähe enggebauter Stadtteile nicht kompostiert oder gelagert werden¹. Hausmüll, kurz Müll² genannt, besteht in der Regel aus (meist infektionsverdächtigem³) Stubenkehricht, aus Asche, Schlacke, fäulnisfähigen Küchenabfällen (die unter Umständen noch als Tierfutter weiter verwertbar sind), und sog. Grobstoffen, wie Konservenbüchsen, Glas, Knochen, sowie verbrennbarem Verpackungsmaterial und Zeug- und Papierabfällen. Die Aussonderung von mehr oder weniger noch verwertbaren Stoffen aus dem gesammelten Müll mit der Hand ist zwar recht unhygienisch, sie hat aber nachweislich noch nie zu Gesundheitsschädigungen geführt⁴, wie überhaupt die vom Müll drohende Ansteckungsgefahr erfahrungsgemäß gering ist⁵. Die einfachste und älteste Verwertung des Mülls ist die Unterbringung in den Boden für Düngezwecke, die für Einzelsiedlungen, eventuell nach vorheriger Kompostierung mit Dung, und für kleinere Gemeinwesen einfach und ohne hygienische Nachteile zu bewerkstelligen ist⁶. Für die großen Städte ist die Müllbeseitigung mit den Jahren zu einem schwierigen Problem geworden. Die Zunahme der Verwendung von Sammelheizungen und Gasherden hat die Möglichkeit verringert, die mit steigendem Kulturbedürfnis immer größer werdenden Müllmengen durch Verbrennung im Haushalt zu vermindern⁷. Andererseits geschieht diese Müllverbrennung im kleinen in zunehmendem Maße in Hotels, großen Siedlungen, Warenhäusern und Krankenanstalten⁸. Das hygienische Ideal⁹ ist wohl die zentrale Müllverbrennung, die auf dem Kontinent zuerst in Hamburg¹⁰ nach der Choleraepidemie eingeführt wurde, die 1892 die Landbevölkerung veranlaßte, gegen die weitere Unterbringung von Müll auf das Land zu protestieren. Seitdem ist dieses Verfahren weiter ausgebaut

¹ SZALLA, J.: Straßenhygiene ausschließlich Beseitigung des Hausmülls. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 2^{IV}, 565. 1918.

² Literaturbesprechung bei H. THIESING: Aus der Literatur der Müllbeseitigung in und nach dem Kriege. Zbl. Hyg. 2, 118f. (1922). — O. ACKLIN: Die Beseitigung und Verwertung der Abfallstoffe. Zbl. Hyg. 23, 199f. (1930).

³ HILGERMANN, R.: Lebensfähigkeit pathogener Keime in Kehricht und Müll. Arch. Hyg. 65, 221f. (1908). — KISTER, J.: Verbreitung von Typhus durch Abfallstoffe. Ebenda 100, 1f. (1928).

⁴ SIEVEKING, H.: Die Abfallbeseitigung als hygienische Aufgabe. Z. Desinf. 22, 34^o (1930).

⁵ Vgl. u. a. H. THIESING: Beseitigung der festen Abfallstoffe. M. RUBNERS Handbuch der Hygiene 2^I, 778. 1927.

⁶ SILBERSCHMIDT, W.: Müll (mit Hauskehricht). TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 2^{IV}, 709. 1918.

⁷ Vgl. u. a. STELZ: Die Müllbeseitigung in Stadt- und Landgemeinden. Techn. Gemeindebl. 33, 236 (1930).

⁸ HAHN, M.: Die Großstadthygiene. Med. Klinik 27, 45 (1931).

⁹ Vgl. u. a. EHEMANN, J. J.: Müllbeseitigung und öffentliche Hygiene. Gesdh.ing. 52, 875 (1929).

¹⁰ Vgl. F. ANDR. MEYER: Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg. Dtsch. Vjschr. öff. Gesdh.pfl. 29, 353 (1897). — F. SPERBER: Meine Erfahrungen auf dem Gebiete der Müllverbrennung. Ebenda 46, 45f. (1914). — O. UHDE: Die häuslichen Abfallstoffe, ein minderwertiges Brennmaterial und die Methode ihrer Beseitigung und Verwertung durch Verbrennung. Z. angew. Chem. 27, 351 (1914). — BEST: Die Entwicklung der Müllverbrennung und Müllverwertung in Deutschland. Gesdh.ing. 50, 825f. (1927). — H. NEUY: Straßenreinigung und Müllbeseitigung. In: Hygiene und soziale Hygiene in Hamburg, S. 601. Hamburg 1928. — O. UHDE: Müllbeseitigung. F. ULLMANNS Enzyklopädie d. techn. Chemie 7, 730. 1931.

worden und hat sich auch an anderen Orten¹ bewährt. In manchen Großstädten, wie Berlin, enthält das Müll infolge der überwiegenden Brikettasche² nur wenig Brennbare und erfordert vorherige Absiebung dieser Asche oder hohe Brennstoffzusätze. Hier kann eine richtig betriebene Müllabfuhr und -stapelung unter Umständen wirtschaftlicher und auch hygienisch durchaus einwandfrei sein³. Das Müll wird z. T. sehr weit vor die Tore der Stadt auf das Land gefahren und zum Aufhöhen von sumpfigem Gelände, zum Ausfüllen von Bodenvertiefungen, zur Aufbesserung von Ödländereien und sonstigen schlechten Böden benutzt. Zur Unterbringung von Müll eignen sich besonders solche Bodenarten, die dadurch bindiger und wärmer werden können, so z. B. saure sumpfige und torfige Wiesen, Sand- und Moorböden⁴, die jedoch keiner Hochwassergefahr ausgesetzt sein dürfen. Auch die Zuschüttung von Teichen fördert die Zersetzung des Mülls unter Wasser unter Umständen so stark, daß unerträgliche Ausdünstungen von Schwefelwasserstoff die Umgegend verpesten⁵, oder daß eine lästige Fliegenplage⁶ auftritt. Die zur Müllbeseitigung benutzten Ländereien dürfen ferner keine Wasserversorgungsanlagen bedrohen⁷. Aus wirtschaftlichen Gründen müssen sie günstig für die Müllabfuhr liegen und auch in genügend großen, billig zu erwerbenden Flächen zur Verfügung stehen, die auf etwa 20—25 Jahre ausreichen sollen⁸. München hat mit seinem Müll (190000 t jährlich) bis 1928 etwa 122 ha Moorboden, mit 16 km Eisenbahnanfuhr, urbar gemacht⁹. Während man sich in Zürich und Amsterdam gegen eine derartige Müllverwertung ausgesprochen hat, wird zur Zeit im Haag ein von der Regierung unterstützter Versuch unternommen, das Müll (600000 t jährlich) in 200 km Entfernung zur Urbarmachung von Heide und Moorland mit modernen Hilfsmitteln zu verwerten, ein kostspieliger und lehrreicher Versuch, dessen volkswirtschaftlicher Erfolg abzuwarten bleibt¹⁰. In Berlin macht die Unterbringung des Mülls auf Schuttplätzen in 30—50 km Entfernung von Berlin einstweilen noch keine Schwierigkeiten¹¹. Hoचाufstapelung hat gegenüber der Ausbreitung und Unterbringung auf Ödland neben der aber wohl vermeidbaren Geruchs- und Staubbelaästigung vor allem den Nachteil der Bildung von Ungezieherherden. Außer Ratten, Mäusen, Fliegen und Mücken können dabei auch Heimchen¹² zu einer großen Plage werden. Zu fordern ist die regelmäßige, möglichst tägliche Bedeckung des frisch zugeführten Mülls mit Erde zur Vermeidung der Geruchs- und Staubbelaästigung und zur Be-

¹ Vgl. H. THIESING: a. a. O., S. 118f. — Ferner u. a. MEHRTENS: Die Müllverbrennungsanstalt der Stadt Köln. Zbl. Bauvers. 49, 709f. (1929). — J. J. EHEMANN: Städtischer Reinigungsdienst in Holland. Techn. Gemeindebl. 32, 293f. (1929).

² BEST: a. a. O., S. 826. — Böss, G.: Berlin von heute, S. 73. Berlin 1929.

³ THIESING, H.: a. a. O., S. 792.

⁴ EHEMANN, J. J.: Über die Verwendung von Müll zur Urbarmachung von Ödland. Techn. Gemeindebl. 33, 168 (1930).

⁵ SIEVEKING, H.: Beseitigung des Hausmülls usw. Handbuch für Staatsmedizin 9, Ortshygiene, S. 196. Berlin 1928.

⁶ WILHELMI, J.: Müllbeseitigung und Fliegenplage. Veröff. Med.verw. 17, 207f. (1923).

⁷ Über eine einwandfrei festgestellte derartige Beeinflussung von Brunnenwasser durch einen 400 m oberhalb gelegenen Müllstapel berichtet H. THIESING: M. RUBNERS Handbuch der Hygiene 2, 785. 1927.

⁸ EHEMANN, J. J.: a. a. O., S. 169.

⁹ EHEMANN, J. J.: a. a. O., S. 179. — Vgl. auch H. BACH: Die Beseitigung des Klärschlammes vom chemischen Standpunkte gesehen. Kl. Mitt. Landesanst. Wasser- usw. Hyg. Berlin-Dahlem 1927, Beih. 5, 106.

¹⁰ EHEMANN, J. J.: a. a. O., S. 181.

¹¹ ERDMANN, G.: Gegenwartsfragen bei der Straßenreinigung und Müllbeseitigung. Veröff. Med.verw. 30, 550 (1930). — BÜRGER, B.: a. a. O., S. 234.

¹² GALLI-VALERIO, B.: Beschädigungen von Wohnungen durch Heimchen (*Gryllus domesticus* L.). Anz. Schädlingsskde. 6, 69 (1930). — KEMPER, H.: Über Massenvorkommen von Heimchen auf Müllabladeplätzen. Z. Desinf. 23, 13 (1931).

kämpfung der Ungezieferplage¹. Bei rationeller Anlage und Pflege lassen sich aus Müll und Bauschutt auch hygienisch und ästhetisch einwandfreie Kehrriehügel schaffen. (Scherbelberg und Hügel des Schlachtendenkmals bei Leipzig, ähnlich in Breslau, Mannheim und anderen Städten²). Eine lockere und nicht zu hohe (bis zu 5 m) Aufschichtung in trockenem Boden erleichtert und beschleunigt im übrigen die Mineralisierung des Mülls erheblich, während bei unzuweckmäßiger Aufschichtung die Errichtung von Häusern auf diesen Plätzen auch nach Jahrzehnten hygienisch bedenklich sein kann³.

Von dem Unrat, der durch Schwemmkanalisation aus dem Wohnbereich entfernt wird, fällt ein großer Teil bei den verschiedenen Abwasserreinigungsverfahren als Klärschlamm in frischem oder künstlich ausgefaultem Zustande an⁴. Für ihn gibt es nur eine wirtschaftlich tragbare Beseitigungsart, nämlich die Unterbringung auf das Land. Für den frischen Schlamm wird sie durch zwei lästige Eigenschaften⁵ erschwert, nämlich durch den hohen Gehalt an Wasser, das zum großen Teil mit starker Energie festgehalten wird, und durch die starke Fäulnisfähigkeit (schwefelhaltige Eiweißabbaustoffe). Am besten ist es, ihn durch anaerobe Zersetzung unter Wasser mit nachfolgender Entwässerung auf porösem Boden in stichfesten Faulschlamm zu verwandeln⁶. Dieser ist ein wertvolleres Düngemittel⁷ als der frische Schlamm und läßt sich leicht und ohne Geruchsbelästigung und Fliegenplage auf Schlamm-trockenplätzen an der Luft trocknen. Er enthält auch kaum noch pathogene Keime⁸ und kann für sich allein oder im Gemisch mit abgeseibtem Müll⁹ mit Nutzen landwirtschaftlich verwertet werden, wenn er keine größeren Mengen schädlicher und industrieller Abfallstoffe enthält, und wenn geeignete größere Landflächen zu seiner Unterbringung in der Nähe sind. Pflanzenschädliche Sulfide lassen sich durch kurze Lüftung zu Sulfaten oxydieren¹⁰, wobei allerdings biologische Vorgänge die Hauptrolle spielen¹¹. Das aus Schwefeleisen entstehende Eisensulfat kann durch Kalkzusatz unschädlich gemacht werden. Im Ruhrgebiet wird der Faulschlamm in stichfestem Zustande zur Aufhöhung von Geländemulden be-

¹ Vgl. u. a. J. WILHELMI: Müllbeseitigung und Fliegenplage. Veröff. Med.verw. 17, 232 f. (1923). — Grundfragen zur Fliegenplage und ihrer Bekämpfung. Arch. Hyg. 97, 82 f. (1926). — Die kommunal-hygienischen Aufgaben auf dem Gebiete der Schädlingsbekämpfung. Mitt. Ver. Wasser- usw. Hyg. 1927, Beih. 5, 389 f. — Wegen Rattenbekämpfung vgl. S. 223, Anm. 7.

² DUNBAR, W. P.: Beseitigung der Abfallstoffe. H. SELTERS Grundriß der Hygiene 2, 126. 1920. — SILBERSCHMIDT, W.: a. a. O., S. 625. — THIESING, H.: a. a. O., S. 786.

³ SILBERSCHMIDT, W.: a. a. O., S. 625.

⁴ Vgl. u. a. A. SCHMIDTMANN, K. THUMM u. C. REICHEL: Beseitigung der Abwässer und ihres Schlammes. M. RUBNERS Handbuch der Hygiene 2^{II}, 304 f. 1911. — M. BÜRGER: Die Abfallstoffe und ihre Beseitigung. H. REICHENBACHS Hygienisches Taschenbch, S. 207 f. Berlin 1930.

⁵ Vgl. u. a. H. BACH: Die Beseitigung des Klärschlammes usw., a. a. O., S. 95 u. 99. — Die Abwasserreinigung, S. 64 f. München 1927.

⁶ BACH, H.: a. a. O., S. 101 u. The cardinal points in the art of sludge digestion. Sewage Works Journ. 3, 561 (1931).

⁷ SIERP, FR.: Über den Dungwert von Faulschlamm und Frischschlamm. Techn. Gemeindebl. 27, 35 (1924). — BACH, H.: a. a. O., S. 109.

⁸ SIERP, FR.: a. a. O., S. 20. — WOLMANN, A.: Hygienic aspects of use of sewage sludge as fertilizer. Engin. News Rec. 92, 198 (1924); zitiert nach Wasser u. Abwasser 20, 88 (1925). (= Nach 10tägiger Faulung keine hygienischen Bedenken.)

⁹ BACH, H.: a. a. O., S. 106.

¹⁰ SIERP, FR.: a. a. O., S. 33.

¹¹ Vgl. u. a. E. BLANCK, W. GEILMANN u. F. ALTEN: Über die Wirkung des aus Sulfitablauge und Kalk erhaltenen Neutralisationsschlammes auf die Pflanzenproduktion. Z. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. B 2, 433 (1923).

nutzt, wobei die schädlichen industriellen Beimengungen allmählich im Boden vergehen, so daß dieser nach einiger Zeit auch dort zum Anbau von Nutzpflanzen geeignet wird¹.

Leichenbeerdigung.

Da mit dem Tode die Sauerstoffversorgung des Körpers aufhört, tritt die Leichenzersetzung² zunächst als Fäulnis auf. Sie wird, vom Innern der Leiche ausgehend, von mehr oder weniger anaeroben Bakterien eingeleitet und unterhalten, die vom Darm aus den Körper überschwemmen und allmählich von Fäulnisbakterien verschiedenster Art abgelöst werden. Etwa vorhandene pathogene Keime wirken ebenfalls fäulnisfördernd. Nach Beendigung der Gewebe und Haut sprengenden Gasentwicklung (Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak usw.) ist das inzwischen ausgeblutete erweichte Gewebe dem Luftsauerstoff zugänglich. Schimmelpilze siedeln sich auf der Haut an, diese zerstörend, und so beginnt der ebenfalls biochemische Prozeß der Verwesung, der mit völliger Vermoderung (Mineralisierung) endet. Bei beerdigten Leichen erfordert der Ablauf dieser Vorgänge etwa die achtfache Zeit als an der Luft. Die Ausfäulungsdauer wird u. a. auch von der Temperatur wesentlich beeinflußt, mit welcher die Leiche der Erde überantwortet wurde. So fand RAESTRUP eine im Winter in kalten Räumen aufbewahrte und im gefrorenen Zustande bestattete Leiche bei der Exhumierung nach 3 Monaten noch fast ganz frisch erhalten³. Feuchter Boden verlängert das Stadium der verflüssigenden Fäulnis⁴. Die Dauer der Verwesung hängt in erster Linie von der Möglichkeit des Luftzutrittes ab. Sie wird daher verzögert durch enganliegende Kleidung, von noch größerem Einfluß ist die Beschaffenheit des Sargmaterials und vor allem die Bodenbeschaffenheit des Bestattungsgeländes. Je nach der Durchlässigkeit für Luft und Wasser, nach der Feuchtigkeit und dem Wärmebindungsvermögen fördert oder hemmt der Boden die Zersetzung des Sargmaterials und seines Inhaltes, oft wirkt er sogar konservierend. In leicht durchlässigem, mittelfeuchten Sand- und Kiesböden ist in unserem Klima⁵ nach einem 3—4 Monate dauerndem Stadium stinkender Fäulnis von Leichen Erwachsener nach etwa 7 Jahren, von Kindern nach etwa 4—5 Jahren nur noch das Knochengerüst übrig; bei höheren Bodentemperaturen verkürzt sich diese Zeit. In größerer Tiefe, in humusreichen Schichten, in undurchlässigen Lehm- und Tonböden, sowie bei Särgen, die im Grundwasser stehen, dauert der Zersetzungsprozeß manchmal Jahrzehnte, oft tritt er, wie bei Moorleichen und in gefrorenem Boden überhaupt nicht ein. In feuchtem, dichtem Boden bildet sich das sog. Leichenwachs. Zur Mumifizierung kommt es bei Aufbewahrung in sehr trockenen Sandböden, heißem Wüstensand, in nicht feucht werdenden, luftigen Gewölben (Bleikeller im Bremer Dom), also durch Austrocknung und Fernhaltung von Feuchtigkeit oder auch bei sehr niedrigen Temperaturen. Unter Umständen läßt sich die Bodenbeschaffenheit dadurch verbessern, daß das Friedhofsgelände durch Aufschüttung von Kies, grobem Sand oder kalkhaltigem Material über die benachbarte Bodenfläche erhöht wird⁶.

¹ BACH, H.: a. a. O., S. 106.

² Der Verfasser folgt hier hauptsächlich den Ausführungen von J. KRATTER: Über Erdbestattung und Leichenzersetzung. In TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 2^H, 147—187. 1912, und von R. ABEL: Leichenwesen. In M. RUBNERS Handbuch der Hygiene 4^I, 180—188. 1912.

³ RAESTRUP, G.: Über Exhumierungen. Dtsch. Z. gerichtl. Med. 6, 36 u. 37 (1926).

⁴ KLEMP, F.: Enterdigung und Sektionserfolg. Dtsch. Z. gerichtl. Med. 16, 190 (1931).

⁵ Vgl. auch W. MATTHES: Zur Frage der Erdbestattung vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheitspflege. Z. Hyg. 44, 445 (1903).

⁶ Die wissenschaftlichen Grundlagen für Bestimmungen über Anlage und Benutzung von Begräbnisplätzen sind ausführlich dargelegt in dem Bericht über Verhandlungen der Preußischen Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen vom 1. November 1890:

Die gesetzlich vorgeschriebene Grabtiefe beträgt in den verschiedenen Staaten 1,5—2 m (für Kinderleichen 1 m) unter Erdoberfläche¹. Der höchste Grundwasserstand soll in gut filtrierendem Boden 2—2,5 m, sonst noch tiefer unter dem Gelände bleiben². Infektionsleichen tiefer als andere zu beerdigen, ist überflüssig und wegen der größeren Nähe des Grundwassers und der langsameren Zersetzung in der feuchteren, weniger luftigen Bodentiefe sogar unzumutbar³.

In bezug auf die Frage etwaiger von Friedhöfen ausgehenden hygienischen Gefahren ist vor allem zu bemerken, daß die meisten pathogenen Mikroorganismen schon während der Leichenfäulnis zugrunde gehen⁴. Bei den ordnungsgemäß begrabenen Leichen trifft solches auf alle Fälle zu, ebenso wie die Fäulniserreger vor dem Zerfall des Sarges zugrunde gehen. Über die Dauer der Lebensfähigkeit der Erreger von Typhus, Cholera, Ruhr, Milzbrand und Pest im Boden ist bereits berichtet worden⁵.

Experimentelle Untersuchungen an Gräbern hat in dieser Hinsicht u. a.⁶ LÖSENER⁷ angestellt. Er hat in Fortsetzung der Versuche von PETRI⁸ Kadaver von Schweinen und Rindern mit Reinkulturen der Erreger von Cholera, Typhus, Tuberkulose, Wundinfektionskrankheiten, Milzbrand und Schweinerotlauf künstlich infiziert, sie nebenher auch mit typhösen und tuberkulösen menschlichen und tierischen Organen gefüllt und in Gräbern von verschiedenster Bodenbeschaffenheit und Feuchtigkeit untergebracht. Die Untersuchung der von Zeit zu Zeit aus der unmittelbaren Umgebung dieser Kadaver entnommenen Bodenproben ergab bis auf 2 Fälle völlige Abwesenheit der spezifischen Erreger. Aber auch in diesen beiden Fällen ließen sie sich schon einige Zentimeter unterhalb der Gräbersohle niemals mehr nachweisen, weder im Boden noch im Grundwasser. Hier genügte also schon eine sehr dünne Bodenschicht von normaler Filtrationsfähigkeit, um eine Verschleppung der Krankheitskeime selbst dann zu verhüten, wenn, was aus den bereits angeführten Gründen vermieden werden muß, die Gräber zeitweise oder ständig mit Grundwasser durchtränkt werden. Hiermit im Einklang stehen auch Befunde von DUNBAR, der an den Massengräbern der Hamburger Choleraepidemie von 1892 in den Erd- und Dränwasserproben aus der Nähe der Choleraleichen einige Monate nach der Bestattung in keinem einzigen Falle ein positives Ergebnis erhielt. Auch in den Leichen selbst waren keine Choleravibrionen mehr zu finden. Dagegen enthielt die kurz nach dem Tode von einer dieser Leichen entnommene und im Institut bei Zimmertemperatur aufbewahrte Darmschlinge zur Zeit der Ausgrabung und auch später

Vjschr. gerichtl. Med., III. F. 1, Suppl. S. 29—76 (1891). — Die dem Bericht beigegebenen Beschlüsse (S. 72—76) sind auch abgedruckt in Veröff. ksl. Gesdh.amt 15, 270 (1891) u. Z. Med.beamte 4, 236—239 (1891).

¹ KRATTER, J.: a. a. O., S. 169.

² ABEL, R.: a. a. O., S. 199.

³ Ebenda.

⁴ ESMARCH, E. v.: Das Schicksal der pathogenen Mikroorganismen im toten Körper. Z. Hyg. 7, 1 (1889). — Vgl. auch P. TH. MÜLLER: Vorlesungen über Allgemeine Epidemiologie. Tabelle auf S. 123. Jena 1914.

⁵ Siehe S. 211, 214 u. 221.

⁶ YOKOTE, Z.: Über die Lebensdauer der Pestbazillen in der beerdigten Tierleiche. Cbl. Bakter. I. 23, 1030 (1898) (höchstens 1 Monat). — KLEIN, E.: Zur Kenntnis des Schicksals pathogener Bakterien in der beerdigten Leiche. Ebenda 25, 737 (1899). — ZLATOGOROFF, S. J.: Über die bakteriologische Diagnose der Pest in Kadavern. Ebenda 36, 559 (1909).

⁷ LÖSENER, W.: Über das Verhalten von pathogenen Bakterien in beerdigten Kadavern und über die dem Erdreich und Grundwasser von solchen Gräbern angeblich drohenden Gefahren. Arb. ksl. Gesdh.amt 12, 448 (1896).

⁸ PETRI, J.: Versuche über das Verhalten der Bakterien des Milzbrandes, der Cholera, des Typhus und der Tuberkulose in beerdigten Tierleichen. Arb. ksl. Gesdh.amt 7, 1 (1891).

noch entwicklungsfähige Choleravibrionen¹. REIMERS² fand in Jena, daß die Leichenbestattung keinen wesentlichen Einfluß auf die Menge der Mikroorganismen im Boden ausübt oder höchstens in dem Sinne, daß die Zone, in welcher die mit zunehmender Bodentiefe abnehmende Keimzahl den bekannten Sprung³ nach unten macht, nur infolge der bei der Grabaushebung und -zuschüttung stattfindenden Umwühlung des Bodens etwas tiefer lag als bei dem gleichen Boden, der noch nicht zur Bestattung benutzt worden war⁴. „Weder neben noch unter dem Sarge war die Bakterienmenge größer als an den entsprechenden Stellen der auf gleichem Terrain angelegten Kontrollgruben. Ohne Einfluß war es ferner, ob die Proben aus einem Grabe stammten, in welchem vor 35 Jahren, oder aus einem solchen, in dem erst vor 1½ Jahren die Beerdigung stattgefunden hatte⁵.“ Ähnliche Befunde sind später von anderen Forschern vielfach gemacht worden. Immerhin sind dies meist Einzelbefunde, ohne periodische Wiederholung. In Hamburg hat man auf dem (größten deutschen) Ohlsdorfer Friedhofsgelände seit 1883 jahrzehntelang alljährlich systematische bakteriologische und chemische Untersuchungen durchgeführt, um den Einfluß des Leichenabbaues auf die unterirdischen Gewässer zu ermitteln und die Gefahr einer etwaigen Verunreinigung der Brunnen und der Wasserläufe ermessen zu können, die den Abflüssen der 0,5 m unter den Gräbern liegenden Entwässerungsrohre als Vorfluter dienen. Hierüber haben seinerzeit MATTHES⁶ und LORENTZ⁷ berichtet. Trotz dichtester Aneinanderlagerung der Leichen, die bei etwa 12000 Beerdigungen im Jahre zu einer beträchtlichen Anhäufung von Fäulnismaterial auf engbegrenztem Raum führen muß, ist eine Verunreinigung des Wassers der Dräns und der für diese Untersuchungen rings um das Friedhofsgelände angelegten Kesselbrunnen nicht eingetreten. Das von 136 ha allmählich auf 370 ha vergrößerte Gelände ist in rund 50 Jahren mit weit mehr als einer halben Million Leichen in regelmäßigem Turnus belegt worden. Die günstige Bodenbeschaffenheit (Sand in wechselnder Mischung mit Ton) hat in Verbindung mit Dränierung und den großzügig geschaffenen Parkanlagen⁸, deren Vegetation⁹ ebenfalls zur Reinhaltung des Bodens beiträgt, immer ausgereicht, eine einwandfreie Verwesung zu erzielen, und die Verbreitung von Stoffen sicher auszuschließen, die durch ihre chemischen oder biologischen Eigenschaften Bedenken erregen könnten¹⁰. Auch die an vielen anderen Orten sorgfältig angestellten Untersuchungen haben immer ergeben, daß auf gut angelegten Friedhöfen — d. h. mit durchlässigen Sanden und Kiesschichten, die bis unter Grabestiefe dauernd grundwasserfrei sind — der Einfluß der Leichen, der mit ihnen etwa begrabenen Infektionsstoffe sowie der Verwesungsstoffe nicht bis zum Grundwasser hinabgeht¹¹.

¹ DUNBAR, W. P.: Bericht über die Arbeiten des im Herbst 1892 anlässlich der Choleraepidemie in Hamburg errichteten provisorischen hygienischen Instituts. Arb. ksl. Gesdh.amt 10, Anlage IX, 156 (1896).

² REIMERS, J.: Über den Gehalt des Bodens an Bakterien. Z. Hyg. 7, 327 (1889).

³ FRÄNKEL, C.: Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten. Z. Hyg. 2, 521 (1887).

⁴ REIMERS, J.: a. a. O., S. 342. ⁵ Ebenda, S. 346. ⁶ MATTHES, W.: a. a. O., S. 468.

⁷ LORENTZ, FR. H.: Die Grundwasserverhältnisse des Ohlsdorfer Friedhofsgeländes in Hamburg. Techn. Gemeindebl. 26, 83 (1923).

⁸ Vgl. u. a. E. GIENAPP: Der moderne landschaftliche Zentralfriedhof in den Groß- und Industriestädten. Techn. Gemeindebl. 10, 157 (1907).

⁹ Vgl. aber auch J. KRATTER: a. a. O., S. 177 = zuviel (schattender) Baumwuchs erhöht die Feuchtigkeit und verhindert Luftwechsel (weiterer Nachteil unter Umständen Verstopfung der Dränrohre durch eindringende Baumwurzeln).

¹⁰ Vgl. auch O. LINNE: Der Ohlsdorfer Friedhof. In Hygiene und Soziale Hygiene in Hamburg, S. 655f. Hamburg 1928.

¹¹ Vgl. z. B. H. FLECK: Untersuchung der Kirchhofbrunnenwässer in Dresden. 2. Jber. Chem. Zentralstelle öff. Gesdh.pfl., S. 49. Dresden 1873; zitiert nach W. MATTHES: a. a. O.,

Wird jedoch ein Friedhofsgelände, namentlich wenn sein Untergrund von geringerem Selbstreinigungsvermögen ist, ständig in sehr starkem Maße für die Leichenzersetzung in Anspruch genommen, so wird es allmählich mit fäulnisfähigen organischen Massen überladen und „verwesungsmüde“¹. Von einem so übersättigten Boden können natürlich Gefahren drohen². Ästhetisch unangenehm macht sich manchmal der sog. Kirchhofgeruch bemerkbar. Er entsteht, wenn bei mehrfacher Benutzung der Gräber die unteren Erdschichten nach oben kommen und dann noch Reste fäulnisfähiger Stoffe und vor allem Fäulnisgase absorbiert enthalten, die nun allmählich an die Luft abgegeben werden. Hierüber hat FLECK³ in Dresden Untersuchungen angestellt, er fand, daß der Kirchhofgeruch bei Lehm- und Sandböden intensiver ist als bei leicht durchlässigen Kiesböden. Gegen Arsenbefunde in exhumierten Leichen wird nicht selten der Einwand erhoben, das Arsen stamme aus dem Erdreich. Das Eindringen von etwa vorhandenem Bodenarsen⁴ in beerdigte Leichen ist bei fortgeschrittener Zersetzung, nach Zerstörung der Haut wohl möglich⁵. Normalerweise wird das Arsen freilich vom Boden festgehalten. Unter dem Einfluß der bei der Leichenfäulnis entstehenden Ammoniumverbindungen kann es jedoch wasserlöslich werden⁶. Nach LÜHRIG soll das Arsen aus seiner Bindung an Eisen im Boden auch dadurch gelöst werden können, daß unter der Einwirkung des aus der Leiche entweichenden Schwefelwasserstoffs zunächst Schwefeleisen entsteht. Aus diesem werden namentlich bei wechselndem Grundwasserstande durch Oxydation Sulfate und freie Schwefelsäure gebildet, wodurch die Arsensäure frei und wasserlöslich wird, solange der Untergrund sauer bleibt⁷. Daher müssen außer der Leiche stets auch Erdproben aus dem Grabe, vor allem von der über dem Sarge liegenden Bodenschicht auf Arsen untersucht werden. Bei positivem Ausfall muß weiter die Möglichkeit geprüft werden, ob Arsen aus der Friedhofserde hätte in die Leiche gelangen können. Sicherem Aufschluß darüber gibt ein Beerdigungsversuch mit einem arsenfreien Tierkadaver, unter Anpassung an die natürlichen und meteorologischen Verhältnisse⁸.

S. 441. — v. ROSZAHEGYI: Untersuchung der Friedhofswässer auf dem Kerepescher Kirchhofe in Budapest. Vjschr. öff. Gesdh.pfl. 14, 31 (1882). — K. SCHUHMACHER: Untersuchung des Wassers der Rostocker Friedhofsbrunnen. Ebenda 23, 457 (1891). — B. PROSKAUER: Über die hygienische und bautechnische Untersuchung des Bodens auf dem Grundstück der Charité und des sog. alten Charité-Kirchhofes. Z. Hyg. 11, 98 u. 99 (1892). — Weitere Literaturangaben bei R. ABEL: a. a. O., S. 195 u. 206.

¹ KRATER, J.: a. a. O., S. 162. — Vgl. auch J. PETRI: Gutachten, betreffend den Jungfernkirchhof zu Havelberg. Arb. ksl. Gesdh.amt 9, 76 (1894).

² Vgl. z. B. die Schilderung der unhygienischen Zustände auf den Londoner Friedhöfen um das Jahr 1850 bei TH. WEYL: Überblick über die historische Entwicklung der Stadtreinigung usw. TH. WEYLS Handbuch der Hygiene 2^f, 21 (1912); sowie in Paris und Neapel bei R. ABEL: a. a. O., S. 189.

³ Vgl. J. KRATER: a. a. O., S. 163.

⁴ Vgl. Anm. 4, S. 237.

⁵ ABEL, R.: Diskussionsbemerkungen zu G. POPP: Arsengehalt der Frankfurter Friedhofserde. Z. Unters. Nahrungsmitt. usw. 14, 40 (1907).

⁶ POPP, G.: Ebenda, S. 38.

⁷ LÜHRIG, H.: a. a. O., S. 39.

⁸ GADAMER, J.: Lehrbuch der chemischen Toxikologie, S. 138. Göttingen 1909. — Vgl. auch R. LILLIG: Die Bedeutung des Vorkommens von Arsen im Erdboden usw. Pharmaz. Ztg. 65, 502 (1920).

Die Bodenkartierung.

Von H. STREMMER, Danzig-Langfuhr.

Mit 7 Karten auf 4 Tafeln.

Allgemeines über Bodenkartierung.

Bodenkarten sind die planimetrische Darstellung des Bodens¹. In ihnen ist die Darstellung der Fläche oder des Geländes — deren Herstellung in der Regel Aufgabe des Landmessers ist — von der kartographischen Eintragung des Bodens zu trennen. Um mit M. ECKERT² zu sprechen, herrscht bei der Aufnahme der Flächenkarte zunächst die „dingliche Erfüllung der Erdoberfläche“ vor, von da ab tritt die bodenkundliche Idee in den Kreis der Bodenkarte, die sich an die Definition des Begriffs „Boden“ knüpft. Es gibt etwa 30 Bestimmungen desselben, darunter solche, für die der Boden nur etwas Physikalisches und Chemisches, ohne Erkenntnis des natürlichen Vorkommens und seiner flächenhaften Verbreitung ist, bis zu solchen, bei denen unter Außerachtlassung des Physikalischen und Chemischen das Vorkommen und die Verbreitung die Hauptrolle spielen. Es ist daher kein Wunder, daß in der Bodenkartierung eine große, fast chaotisch anmutende Vielheit herrscht.

Hierin besteht ein Unterschied gegenüber der geologischen Karte, die in den weitaus meisten Fällen auf der ganzen Erde die historisch-geologische Zugehörigkeit der Schichtgesteine zu dem allgemein anerkannten (wenn auch naturgemäß in steter Weiterentwicklung begriffenen) Schema der Formationsgliederung und die petrographische Einteilung der Eruptivgesteine und der kristallinen Schiefer zur Grundlage hat. Bei den Bodenkarten gibt es eine überwältigende Fülle ganz verschiedener Typen, von denen manche kaum miteinander in Beziehung zu bringen sind. Dennoch heben sich 2 Arten der Bodenkarten aus der Zahl der übrigen durch ihre weite Verbreitung heraus, und zwar hauptsächlich in der älteren Zeit, als man auf die Genese der Bodengesteinsarten aus den geologischen Schichten und Gesteinen den Hauptwert legte, es ist dies die Bodenkarte auf geologischer Grundlage, wogegen andererseits in der neueren Zeit mehr die Karte der Bodenentstehungstypen im Sinne der russischen Schule hervortritt. Aber daneben gibt es Bodenkarten auf wirtschaftlich-statistischer, auf historischer, auf pflanzengeographischer, auf pflanzenbaulicher, auf petrographischer, auf physikalischer, auf meteorologischer, chemischer und hydrologischer Grundlage oder Anlehnung, auch Übergänge aus den einzelnen Systemen sind zahlreich vorhanden.

Nicht die wissenschaftlichen Erfordernisse der Bodenlehre allein haben die große Zahl der Bodenkarten geschaffen, sondern mehr noch die praktischen der Land-, der Forstwirtschaft, kolonialisatorischer und Siedlungsbestrebungen, bis-

¹ BLANCK, E.: Über die Bedeutung der Bodenkarte für Bodenkunde und Landwirtschaft. Fühlings Landw. Z. 60, 121—145 (1911).

² ECKERT, M.: Die Kartenwissenschaft 2, 223. Berlin und Leipzig 1925.

weilen auch Wünsche aus geographischen und geologischen Nachbarwissenschaften. Von der Praxis aus ist immer wieder die Kritik an den bestehenden Darstellungsweisen und der Wunsch nach Besserem laut geworden. Wiederholt sind durch die Entwicklung der Landwirtschaftslehre und Änderungen in der Auffassung des Wertes landwirtschaftlich-praktischer Methoden Kartierungsarbeiten, darunter solche von großem Ausmaße mit Hunderten von Aufnahmen, zum Erliegen gekommen.

In einigen Ländern, wie den Vereinigten Staaten von Amerika, Rußland (mehrere Anstalten), Finnland, Österreich (2 Stellen), Tschechoslowakei (mehrere Stellen), Polen (mehrere Stellen), Japan sind besondere staatliche Landesanstalten für die Bodenkartierung oder wenigstens staatliche bodenkundliche Institute vorhanden, die sich neben der Lehrtätigkeit hauptsächlich mit der von öffentlichen Körperschaften ermöglichten Bodenkartierung befassen. In anderen, wie den Bundesstaaten des Deutschen Reiches, in Ungarn, Rumänien, Schweden, z. T. Dänemark, Irland, wird sie von den geologischen Landesanstalten mit betrieben. In den meisten übrigen, wie auch in den vorgenannten Ländern befassen sich einzelne wissenschaftliche Institute, geologische, bodenkundliche, kulturtechnische, agrikulturchemische, landwirtschaftliche, forstliche Versuchsstationen, z. T. infolge staatlichen Auftrags, zumeist jedoch auf die Initiative ihres Leiters hin mit derselben. Auch hierin steht die geologische Kartierung einheitlicher da. Sie wird von den zahlreichen geologischen Landesanstalten oder Kommissionen betrieben, von denen sich viele, wie die von Österreich, Frankreich, Belgien, Großbritannien, Norwegen, der Niederlande, Schweiz, von Italien, Polen, Kanada, den Vereinigten Staaten, den südamerikanischen Staaten, Südafrika und Japan mit der Bodenkartierung nicht (oder nicht mehr) beschäftigen. Daneben sind fast nur noch Geologen der wissenschaftlichen Lehrinstitute und privater praktischer Anstalten mit geologischen Kartierungen beschäftigt, so daß sie also in fachlicher Beziehung viel einheitlicher dasteht. Während es wohl kein geologisches Lehrinstitut gibt, das nicht die geologische Kartierung in irgendeiner Weise betreibt, sind dagegen zahlreiche bodenkundliche Institute vorhanden, die der Kartierung fern stehen. In ihnen überwiegt die physikalische und chemische Richtung der bodenkundlichen Forschung.

Dementsprechend gibt es auch Lehrbücher der Bodenkunde, die die Bodenkartierung nicht oder kaum erwähnen. In den umfassenderen nimmt sie einen mehr oder weniger breiten Raum ein. Auch manche geologischen und geographischen Lehrbücher beschäftigen sich mit ihr. Einige neuere Werke haben sie zum Hauptgegenstand¹. Ganz besonders wertvoll ist als Einblick in die Bodenkartierung fast aller Länder ein Werk² G. MURGOCS.

Die Methoden der Kartenaufnahmen.

Entsprechend dem überaus weitgespannten Rahmen der Bodenkartierung ist die Zahl der Methoden zur Kartengewinnung nicht gering. Es werden Bodenkarten hergestellt auf Grund wirtschaftlich statistischer, historischer, pflanzengeographischer, pflanzenbaulicher, physikalischer, chemischer, dynamisch-geogra-

¹ TILL, A.: Die Bodenkartierung und ihre Grundlagen. Wien 1923. — STREMMER, H.: Grundzüge der praktischen Bodenkunde. Berlin 1926. — KRISCHE, P.: Bodenkarten und andere kartographische Darstellungen der Faktoren der landwirtschaftlichen Produktion verschiedener Länder. Berlin 1928.

² MURGOCS, G.: État de l'étude et de la cartographie des sols dans divers pays de l'Europe, Amérique du Nord, Afrique et Asie. Com. intern. de pédologie. V^e Comm.: Cartographie des sols. Bukarest 1924.

phischer, meteorologischer, hydrologischer, geologischer, petrographischer, bodenmorphologischer Aufnahmen¹.

Die wirtschaftlich-statistischen Karten werden durch Befragen der Landwirte oder der Forstleute gewonnen und geben die Roherträge in den verschiedenen Frucht- (bzw. Baum-) Arten, die zu den bekannten Ertragsstatistiken führen, wieder. Meist werden die Angaben kartenmäßig nach politischen Einheiten (Regierungsbezirken, Kreisen, Gemeinden usw.) oder mit Hilfe eines Punktsystems verwertet. Auf Grund solcher Angaben sind Bodenkarten gezeichnet worden, auf denen zwischen ertragreichen, ertragarmen, guten, geringen, günstigen, ungünstigen Böden, guten, geringen Nährflächen usw. unterschieden wird. Diese Richtung faßt den Boden nicht als ein Objekt naturwissenschaftlicher, sondern wirtschaftlicher Betrachtung auf. Die in der Natur oder im Laboratorium festzustellenden Eigenschaften sind ihr gleichgültig. Oft findet man die wirtschaftliche Betrachtungsweise auch im Zusammenhang mit der naturwissenschaftlichen. Teils wird auf Grund der naturwissenschaftlichen Methode und allgemeiner wirtschaftstheoretischer Betrachtungen ohne Heranziehung der Ertragsstatistiken von guten, geringen usw. Böden gesprochen, teils benutzt man die Ertragsstatistiken als weitere wichtige Kennzeichen von voraufgehend auf naturwissenschaftlichem Wege untersuchten Böden. Dazu ist es notwendig, die nach politischen Einheiten aufgestellten Statistiken durch eingehenderes Befragen der Landwirte und möglichst auch eigenes Beobachten des Saatenstandes, der Erträge usw. auf die Böden zu übertragen. Höchstens zum Vergleich mit Übersichts- oder Generalbodenkarten in kleinen Maßstäben kann man die Kreis- oder Gemeindestatistiken ungeteilt verwerten. Aber auch dort helfen sie nur in den extremeren Fällen.

Vorhistorische und historische Siedlungsforschungen können ebenfalls zu Bodenkarten führen. So sind die Siedlungskarten von O. SCHLÜTER geeignet, ursprünglich und von Natur waldarme Gebiete von waldreichen, später gerodeten unterscheiden zu lassen. Die von Natur waldarmen Gebiete sind auf ebenem Gelände in der Hauptsache oder wenigstens z. T. mit Steppenböden bedeckt. Wichtig sind auch historische Studien über Zeit und Art der Waldbedeckung für die Auffassung der Bodenflächen. So ist im Danziger Weichseldelta der natürliche Pflanzenbestand des Jahres 1300 n. Chr. auf Grund historischer und sprachlicher Feststellungen kartenmäßig dargestellt und daraus für die Bodenkarte gewisse Benennungen der Böden entnommen worden: z. B. braune Waldböden, z. T. steppenartig verändert, Bruchwaldböden usw., obwohl gegenwärtig auf beiden Bodentypen kein Wald mehr steht.

Eine allgemeine Bodenkarte mit dynamisch-geographischer Grundlage ist C. ROHRBACHS Grund- und Bodenkarte der Erde in H. BERGHAUS' physikalischem Atlas, mit welcher versucht wurde, F. v. RICHTHOFENS Ideen über die Bodenbildung und -verbreitung kartographisch auszuführen. Die fünf Hauptgruppen der Karte sind die Eluvialregionen, die Gebiete mit überwiegender Denudation, die Gebiete mit überwiegender Aufschüttung, die Gebiete mit Ebenmaß von Zerstörung und Fortschaffung und die Gebiete mit erodierter äolischer Aufschüttung. An sich sind hier gewisse bodenbildende Hauptfaktoren wie die Wirkung des Reliefs und des Klimas berührt worden, aber die Darstellung geht von dynamisch-geographischen Vorstellungen aus, der Boden selbst kommt erst in zweiter Linie in Betracht, es sind auch keine bodenkundlichen Einteilungsprinzipien verwendet worden.

¹ In der nachfolgenden Übersicht werden, auch wenn Verfassernamen genannt sind, keine Literaturzitate angegeben; diese folgen bei der Übersicht über die Länder.

Die pflanzengeographischen Feststellungen sind insbesondere mit den bodengenesischen auf das innigste verknüpft. Dies kommt schon in Bezeichnungen wie Steppenböden, Waldböden, Heideböden, Wiesenböden, Moorböden usw. zum Ausdruck. Ihre Eigenart hängt geradezu von den Besonderheiten der auf ihnen wachsenden Pflanzen ab, die sie gebildet oder umgebildet haben. Manche bodengenesischen Karten, wie die von P. TREITZ, stellen pflanzengeographische Oberbezeichnungen der eigentlichen bodenkundlichen Einteilung voran. In ebenem Gelände ist es bis zu einem gewissen Grade möglich, aus pflanzengeographischen Karten bodengenesischen, allerdings ohne Angabe der Bodengesteinsarten herzustellen, obwohl dabei erhebliche Fehler mit unterlaufen zu pflegen. In manchen Ländern ist man geneigt, die Laubwaldböden für weniger podsoliert, ausgelaugt und durchgeschwemmt zu halten als die Nadelwaldböden; daraus auf derartige Unterschiede generell zu schließen, wäre falsch. Es spricht dabei die Beschaffenheit der Unterflora, wie sie in CAJANDERS Waldtypenforschung zur Geltung kommt, stark mit. Vergraste Wälder pflegen — gleichgültig, ob aus Laub- oder Nadelholz — weit weniger oder gar nicht podsoliert und ausgelaugt zu sein als solche mit Heide- und Beersträuchern. In den Steppen ist wieder die Solodierung, d. i. eine der Podsolierung sehr ähnliche Ausbleichung, mit ihrer völligen Bodenveränderung eigentlich nicht auf Pflanzenwirkung, sondern auf die der zeitweiligen Wasseransammlung in flachen Hohlformen zurückzuführen. Der Prozentsatz an solodierten Stellen ist in Flächen mit Steppenböden für deren Eigenart und auch Nutzungswert kennzeichnend.

Während die pflanzengeographischen Vorarbeiten sich mit dem natürlichen Pflanzenbestand beschäftigen, haben die pflanzenbaulichen die Nutzpflanzen zum Gegenstande. Seit alters her werden die Böden nach den Pflanzen, deren Anbau sie zulassen, als Weizen-, Gersten-, Hafer-, Roggen-, Rüben-, Kartoffel-, kleefähige Böden und im Waldbau als Tannen-, Fichten-, Kiefern-, Birken-, Erlen-, Weidenböden usw. bezeichnet. J. HAZARD hat diese pflanzenbauliche Bezeichnungsweise sogar zur Grundlage seiner Bodeneinteilung gemacht, auf die er seine bedeutsame praktische Bodenkartierung aufbaut. Das von ihm in die Kartierung hineingebrachte neue Moment ist die systematische Nutzung der Böden nach ihrer pflanzenbaulichen Eignung, und zwar bei den Ackerböden sogar auf Grund von kartenmäßig festgelegten Fruchtfolgen. Das methodisch Wichtige ist der kartenmäßige Ausdruck seiner praktischen Vorschläge. Ein anderes bei der Land- und Wirtschaftsschätzung seit jeher viel benutztes Moment ist das Verhältnis von Ackerland zu Grünland, das E. OSTENDORFF im Danziger Weichseldelta kartenmäßig festgelegt und mit den Böden verglichen hat. Es ergab sich eine sehr weitgehende Übereinstimmung zwischen diesem Verhältnis und der Verteilung der Bodenentstehungstypen, während die Bodengesteinsarten dort von geringerer Bedeutung sind.

Die Einteilung der Bodenarten nach der Korngröße pflegt man nach A. THAERS Vorgang die physikalische zu nennen. Die Bezeichnungen Kies-, Sand-, Feinsand-, Schluff-, Staub-, Tonböden und ihre Mischungen liegen vielen Bodenkarten zugrunde. J. KOPECKY nennt sogar seine darauf gerichtete Kartierungsweise eine agrophysikalische. Bei dieser und ähnlichen werden auch andere physikalische Untersuchungsmethoden wie die der Wasserkapazität, Luftkapazität, des spezifischen und des Volumgewichtes, der Hygroskopizität, der Benetzungswärme, der ATTERBERG'schen Konsistenzfeststellungen u. a. zur Charakteristik der Böden mit herangezogen. Angaben, wie die Bindigkeit und die Durchlüftung der Böden, die auf vielen Karten auftreten und sie manchmal beherrschen, sind ebenfalls physikalischer Natur, selbst wenn sie nicht mit In-

strumenten festgestellt, sondern nur geschätzt werden. Auch die Kartierung nach Böden, welche mit Farbnamen benannt sind, muß im Grunde als physikalisch angesehen werden.

In ähnlicher Weise dienen der Kartenherstellung chemische Analysen. Eine der älteren Bodenkarten, die der Umgebung von Paris, von DELESSE im Jahre 1862 veröffentlicht, hat als Obereinteilung den Kalkgehalt der Böden, der auch auf vielen anderen Karten eine Rolle spielt. Oft ist sogar der prozentische Anteil zahlenmäßig in die Karten eingetragen. R. HEINRICH hat auf seinen mecklenburgischen Karten den analytisch festgestellten Gehalt der Böden an den löslichen Pflanzennährstoffen K, P, N angegeben, und auch auf anderen früheren und späteren Karten ist ähnliches geschehen. Die gegenwärtig sehr verbreiteten Reaktionskarten mit genauen Angaben der p_H -Werte oder auch mit den allgemeineren Bezeichnungen sauer, neutral, alkalisch und ihren Abstufungen sind ebenfalls chemische Bodenkarten. Bei der russischen Bodenkartierung werden seit A. J. NABOKICHs Vorgang zahlreiche chemische Einzelheiten in besonderen Kartogrammen dargestellt, die somit Teilbodenkarten sind.

Meteorologisch-klimatologische Begriffe sind einerseits von E. W. HILGARD, andererseits durch V. DOKUTSCHAJEW in die Bodenkartierung eingeführt worden. E. RAMANN hat seiner Bodenskizze Europas die HILGARDSche Obereinteilung humid und arid gegeben, die auch in die Skizze selbst eingetragen ist. Auf manchen, namentlich russischen Bodenkarten werden die Linien gleicher Jahresniederschläge und Jahresmitteltemperaturen angegeben. Karten, wie die des NS.-Quotienten von A. MEYER und des Regenfaktors nach R. LANG, haben nur Sinn im Zusammenhang mit den bodenkundlichen Verhältnissen, für deren Benutzung sie gedacht sind.

Hydrologische Grundlagen haben Bodenkarten, bei welchen Naßböden von Trockenböden unterschieden werden. Diese Hauptunterscheidung kann noch dadurch vertieft werden, daß die Naßböden nach dem Vorkommen des Wassers in den verschiedenen Horizonten eingeteilt werden, bei welchen die Böden, in denen das Wasser über den A-Horizonten steht, die Moorböden sind. Für die besondere Art der Zersetzung und für die Unterscheidung der Moorböden sind von O. TAMM und C. MALMSTRÖM Karten angefertigt worden, auf welchen die Bewegung des Wassers in Moorböden und auch das Vorkommen stehenden Wassers angegeben sind. Bei der Danziger geologisch-bodenkundlichen Landesaufnahme werden neben vielen anderen auch hydrologische Karten ausgeführt, die in enger Beziehung zur Bodenkarte stehen.

Groß ist die Zahl der Bodenkarten, die eine geologische Grundlage besitzt. Das bedeutsame Kartenwerk der geologisch-agronomischen Kartierung, wie es A. ORTH erdacht hat und die deutschen und viele anderen geologischen Landesanstalten durchführen, beruht hierauf. Auch Übersichtskarten bedienen sich oft der geologischen Grundlagen, nicht nur in der älteren Zeit, sondern auch noch kürzlich hat G. DE ANGELIS D'OSSAT eine solche von Italien entworfen, wobei er ausdrücklich hervorhebt, daß er eine Bodenkarte ohne diese Grundlage ablehne. Ganz allgemein wird man bei bodenkundlichen Aufnahmen eine vorhandene geologische Karte mit Nutzen heranziehen können, wenn man die Bodenarten und gewisse sich als durchschlagend erweisende petrographische Eigenschaften darstellen muß. Z. B. hat P. F. VON HUENE bei der Bodenkartierung der deutschen Mittelgebirge die Bodengrenzen bisweilen von den geologischen Karten übernommen, namentlich dann, wenn Gesteine mit Eigenschaften, welche sich bei der Bodenbildung als durchschlagend erweisen, wie Kalkstein, Dolomit, Gips, vorhanden sind.

Die petrographischen Eigenschaften sind zwar an sich z. T. mit den geologischen unlösbar verbunden, so daß das für diese Gesagte auch z. T. für jene gilt. Aber wie schon erwähnt, werden die Eruptivgesteine und kristallinen Schiefer auch auf der geologischen Karte rein petrographisch behandelt. Karten, wie die Generalbodenkarte Österreichs von J. R. LORENZ sind an sich petrographisch gedacht. Es wird das Muttergestein der Böden angegeben. Allerdings kommen auch einige geologische Bezeichnungen, wie Leithakalk, Jungtertiär, Diluvium, Alluvium und eine bodenmorphologische wie Schwarzerde (falls man sie nicht der Farbbezeichnung wegen als physikalische ansehen will) vor. Ganz allgemein sind auf Bodenkarten petrographische Einteilungsprinzipien häufig, weil namentlich früher die Vorstellung der Entstehung der Bodenarten aus den Muttergesteinen als die gesetzmäßige Grundlage der Bodenverbreitung galt. Ebenso wie oben die Einteilung der Böden in Kies-, Sand-, Tonböden nach A. THAER als physikalisch bezeichnet wurde, kann man sie auch als petrographisch ansehen, denn abgesehen von den Korngrößenunterschieden bestehen hier auch petrographische. Sand pflegt zum großen Teil oder sogar überwiegend aus Quarz, Ton aus den Tonmineralien zu bestehen. Die Eigenheiten dieser Mineralien und nicht nur die der Korngröße, bedingen die Unterschiede der aus ihnen entstandenen Böden.

Bodenmorphologische Aufnahmen pflegen manche Kreise der Bodenforscher als die eigentlich bodenkundlichen anzusehen. Sie bedienen sich in der Tat einer der Bodenforschung eigenen Methode, indem sie Bodeneinschnitte bis zum Muttergestein ausführen und das Bodenprofil einer genauen Beschreibung unterziehen. Dabei ist auf petrographische, geologische, hydrologische, meteorologische, chemische, physikalische, pflanzenbauliche, pflanzengeographische, orographische und tierkundliche Verhältnisse zu achten, denn alle diese dienen mit zur Bildung des Bodens, und ihre Wirkung drückt sich im Boden selbst und in der Ausbildung des Bodenprofils auf das genaueste aus. Das Ergebnis der bodenmorphologischen Aufnahmen ist die Feststellung des Bodenentstehungstypus.

Diese Art der Bodenaufnahme soll als die eigentlich bodenkundliche und universellste einer näheren Beschreibung unterzogen werden, alle übrigen sind mehr oder weniger stark durch die genannten Nachbarwissenschaften und ihre Methoden mit bestimmt.

Ganz gleichgültig, ob man eine Übersichtskarte oder eine Detailkarte ausführt, stets ist es notwendig, sich zunächst über ein größeres Gebiet zu unterrichten. Ohne das findet man nur schwer den richtigen Zusammenhang und bleibt in Einzelheiten stecken. Nach einer topographischen Karte in Übersichtsmaßstäben wird dabei ein Gebiet durchstreift, in welchem man sich mit dem Spaten je nach den Änderungen des Reliefs, des Pflanzenwuchses, der Bodenart (eventuell des Gesteins) und der Feuchtigkeit vergewissert, wie das Profil darauf reagiert. Dies gilt in gleicher Weise für kultiviertes und für unbebautes Gelände. Durch die Feststellung der Profiländerungen je nach den genannten Hauptfaktoren erhält man eine Übersicht über den Generalcharakter der Bodengebiete, der eventuell auch vom Klima oder der Dauer der Bodenbildungsvorgänge bedingt sein kann. Diese beiden unsichtbaren und nur mittelbar wirkenden Faktoren in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, ist zwar leicht, aber eine Beweisführung zu ihren Gunsten überaus schwierig. Zuverlässig läßt es sich in der Regel nur nach sehr umfangreichen und oft unsicheren Vergleichen durchführen. Nach einer solchen ersten Übersichtsgewinnung ist es notwendig, im Rahmen des der Kartierung zugrunde gelegten Maßstabes die Bodenaufgrabungen zu häufen. Je größer der Maßstab und die Kartengenauigkeit sein soll, desto größer wird ihre

Zahl sein müssen. Ja, bei Detailkartierungen von etwa 1 : 25 000 an, bei denen 1 mm des Kartenblattes 25 m in der Natur entspricht, kommt man mit Aufgrabungen allein nicht mehr aus, sondern man muß zur Feststellung der Grenzen zwischen den Böden die Sondiernadel zu Hilfe nehmen, da die Aufgrabungen zu zahlreich und dadurch die Arbeiten in der Regel zu langwierig sein müßten. Im Zusammenhange mit den Aufgrabungen ist die Verwendung des Handbohrers bei der Bodenkartierung gut zu heißen und zu empfehlen, nicht dagegen als hauptsächlich oder alleinige Aufschlußmethode, wie sie z. B. bei der geologisch-agronomischen Kartierung verwendet wird, denn dabei geht zuviel von den wichtigsten morphologischen Eigenschaften des Bodens verloren. Mit Hilfe der Aufgrabungen, von kleinen Handbohrungen, der Beobachtung oberflächiger Bodenverschiedenheiten, des Pflanzenwuchses, des Auftretens von Feuchtigkeit, des Reliefs, eventuell auch der Art und Weise, wie sich der Boden beackern läßt, ist das Kartenblatt im Rahmen des zugrunde liegenden Maßstabes zu füllen, so daß praktisch jeder Teil der dargestellten Fläche untersucht sein muß. Um Zahlen für die Dauer der Kartierung und die Leistung des Kartierenden zu nennen, sei darauf hingewiesen, daß die genaue Spezialkartierung von Feldversuchen im Maßstabe 1 : 100 naturgemäß besonders lange dauert. Auf die Versuchsfläche von 1000 qm wird bei zwei bis drei Aufgrabungen und bei reichlicher Verwendung des Bohrers 1—2 Tage zu rechnen sein. Die Gutskartierung im Maßstabe 1 : 2500 bis 1 : 3000 erfordert für 250 ha eine Zeit von wenigen Tagen bis zu etwa 3—4 Monaten, wobei 1—2 Arbeiter zur Verfügung stehen müssen. Bei der geologischen und bodenkundlichen Landesaufnahme der Freien Stadt Danzig leistet ein Kartierender, dem ein Arbeiter zum Graben und Bohren zur Seite steht, monatlich etwa 750 ha im Maßstabe 1 : 10000. Diese Zahl gibt den Durchschnitt für die Aufnahmezeit von April bis Oktober an, im Hochsommer ist sie größer, vorher und nachher kleiner. Die bodenkundliche Aufnahme der 1900 qkm der Freien Stadt Danzig im Maßstabe 1 : 100000 hat etwa 4 Monate unter Benutzung eines Fahrrades erfordert. Je nach der Kompliziertheit der Bodenbildungen kann man in diesem Maßstab während einer Arbeitszeit von einem Monat 200 bis 500 qkm kartieren. Bei der bodenkundlichen Übersichtskartierung des Deutschen Reiches wird zur Beförderung ein Automobil benutzt, das monatlich etwa 4000 km zu fahren hat. Der Aufnehmende, der allein ist und zugleich das Automobil bedient, bringt monatlich etwa 20000 qkm für den Maßstab 1 : 500000 zustande, mit dem Fahrrad dauert es viermal so lange. Diese Feldaufnahmen liefern noch nicht die fertigen Karten, sondern diese müssen in oft monatelanger weiterer Arbeit aus den Feldergebnissen zusammengestellt werden.

Eine Erleichterung bei der Aufnahme, besonders bei der Spezialkartierung, gewährt unter Umständen ein Notizbuch mit vorgedruckten Spalten, in die nach vorgedruckter Reihenfolge die einzelnen Bodeneigenschaften einzuschreiben sind. G. MURGOČIS „Etat de l'étude et de la cartographie des sols“ enthält zwei solcher Vordrucke für die Bodenuntersuchung im Tschernosem- und im Waldsteppengebiet. Ersterer rührt von A. NABOKICH her und ist von N. FLOROV und G. MURGOČI, letzterer von N. FLOROV bearbeitet.

Die Methoden der Kartendarstellung.

Während das geschlossene System der geologischen Kartierung die Darstellung in der Weise erleichtert, daß im allgemeinen Farben für die Wiedergabe der einzelnen geologischen Formationen gewählt worden sind und bei der internationalen geologischen Karte von Europa auch die einzelnen Formationen ganz be-

stimmte Farben zugeteilt erhalten haben, die in vielen Ländern auch eingehalten werden, und innerhalb welcher Farben dann Schraffuren die Untergliederung durchzuführen erlauben, herrscht in der bodenkundlichen Kartendarstellung auch in dieser Beziehung wieder ein Chaos. Man verwendet je nach dem System der Aufnahmen ganz verschiedene Darstellungsmethoden. Die geologisch-agronomische Aufnahme hat die Formationen zur geologischen Grundlage, die agronomischen Verhältnisse kommen dadurch zur Wiedergabe, daß für jede geologische Zeichenklärung (Farbe, Schraffur, Buchstabe) eine besondere Übertragung erfolgt. Außerdem wird mit besonderen Buchstaben das Bodenprofil, und zwar der petrographische oder physikalische Zustand desselben, bis zu 2 m Tiefe mit Angabe der Mächtigkeit der Schichten in Dezimetern eingetragen. Eine profilmäßige Darstellung einzelner Schraffuren findet sich am Rande der Karte. Hier entwickelt sich also das Bodenprofil auf der geologischen Grundlage von unten nach oben.

Trotz ziemlich weitgehender Ähnlichkeit der Aufnahme — früher Bodenartenprofil auf geologischer Grundlage, jetzt allerdings auch Bodentypen- bzw. Horizontfeststellung — ist doch die Darstellungsweise der Karten des U. S. Soil Survey völlig von der geologisch-agronomischen verschieden. Es werden nur „Bodeneinheiten“ wiedergegeben, die aus dem Kennwort für die „Bodenserie“ — in der Regel der Name des Ortes, an dem die Serie zuerst festgestellt wurde und an dem sie besonders verbreitet ist — und der Bodenart (texture im amerikanischen Sinne, Korngröße) bestehen. Die Karten sind infolgedessen überaus einfach gehalten, wenn auch die Zahl der Bodeneinheiten recht bedeutend ist. Für den Außenstehenden ist die Karte schwer zu gebrauchen, eine wissenschaftliche Bedeutung hat sie an sich nur in Verbindung mit der Erläuterung, deren Angaben man auf die Karte übertragen muß, wenn man sie mit anderen vergleichen will. Es ist eine praktische Karte, die dem Bestreben der Landwirte, die charakteristischen Eigenschaften von Böden und Bodengebieten durch die Orte ihres Vorkommens zu bezeichnen, gut entgegen kommt. Durch diese Art der Namengebung wird nicht nur der Boden, sondern zugleich seine Anbaumöglichkeiten und die auf ihm betriebene Wirtschaftsart bezeichnet.

Wieder völlig anders ist seit langer Zeit die Mehrzahl der russischen Karten eingestellt. Sie geben in ziemlich einheitlicher Weise den hauptsächlichsten Bodenentstehungstypus des dargestellten Gebietes wieder, wobei oft die Bodenarten oder eventuell auch geologische Bezeichnungen die Untereinteilung abgeben. Bei den Spezialkarten in großen Maßstäben ringt man um die möglichst treffende Darstellung der Bodenkomplexe. Eine besonders fortgeschrittene Methode gibt nicht mehr Bodentypen an, sondern Bodengebiete, in welchen die verschiedenen Bodenbildungsfaktoren die einzelnen Typen in gesetzmäßiger Weise hervorrufen und beeinflussen. Trotz äußerlicher Ähnlichkeit sind 2 Arten der Bodendarstellung in der Tschechoslowakei zu unterscheiden; die eine gibt mit der Farbe die geologisch-petrographischen Feststellungen und darin mit Schraffen und Nummern das Bodenartenprofil an, das, an Nummern kenntlich, am Rande dargestellt wird. Die andere benutzt die Farben für die Bodenentstehungstypen und die Schraffuren und Nummern in der gleichen Weise wie vorstehend beschrieben für das Bodenartenprofil. Bei jener ist das Bodenprofil auf der geologischen Grundlage von unten nach oben, bei dieser innerhalb des Bodentyps entwickelt. Die ungarische Übersichtskartierung bedient sich der Farben für die pflanzengeographisch-bodenmorphologischen Regionen, der Schraffuren für die physikalisch-petrographische Unterteilung. In Finnland war zunächst die Darstellung der Spezialkarten mit Farben und Schraffen versehen, jene für die Bodenarten,

diese für die Bodenentstehungstypen. Heute sind auf den Übersichtskarten die Farben für die Bodenarten bestehen geblieben, wo hinein z. T. die p_H -Zahlen der Bodenreaktion, auch in Profildarstellung, eingetragen, die Entstehungstypen aber fortgelassen sind.

Über die Entwicklung der Danziger Spezialkartierung kann das Folgende gesagt werden: Anfänglich schien es bei der Gutskartierung in großen Maßstäben, als wenn mit einer flächenmäßigen Darstellung der Bodenarten auszukommen sein würde, in die hinein das sehr eingehende Profil der natürlichen Horizonte mit Buchstaben und Bewertungspunkten unter Verwendung zahlreicher verschiedener Beobachtungsreihen gebracht wurde. Das Profil wurde also von der Krume aus nach unten entwickelt. Die Grenzen wurden nach den Profilunterschieden festgelegt. Aber bei der Durcharbeitung der in dieser Weise dargestellten Feldversuche ergab sich, daß die flächenmäßige Bezeichnung der Bodenentstehungstypen für die Erklärung der Ertrags- und der Düngewirkungsverschiedenheiten notwendig sei. Dasselbe ergaben Vergleiche der Böden mit den landwirtschaftlichen Roherträgen bei Guts- und Übersichtskarten. Infolgedessen wird jetzt mit den Flächenfarben der Bodentypus, untergeteilt durch Typenvariationen, angegeben. Da hinein wird mit Schraffen das Bodenartenprofil und mit Buchstaben und Punkten das Profil der natürlichen Horizonte nach sehr eingehender Beobachtung (Lage, Humus, Feuchtigkeit, Durchlüftung, Kulturzustand, Bodenarten, Körnigkeit, Struktur, Eisenrostabsatz u. a.) geschrieben. Das Profil ist also innerhalb des Bodentyps entwickelt. Für die Landesaufnahme wird der Maßstab 1:10000 benutzt. Mit Farben werden dabei die Bodentypen in freierer Unterteilung, mit Schraffuren und Mächtigkeitszahlen das Profil nach Horizonten und Bodenarten angegeben. Besondere Profildarstellung am Rande wird vermieden, dagegen wird in der Zeichenerklärung sowohl die geologische Zugehörigkeit der Böden als auch eine Namengebung nach Landschaften (Oberwerder-, Niederungs-, Oberhöhen- Niederhöhen-, Prausterfeldböden) verwendet, welche letztere sich durch markante Unterschiede der Bodentypen, Erträge, Wirtschaftsweise, Landbaumöglichkeiten von einander trennen lassen. Dies wird durch eine kurze wirtschaftliche Bewertung (für Acker gut, für Grünland mäßig geeignet usw.) verdeutlicht. Sowohl die Gutskarten als auch die der Landesaufnahme werden mit einer Reihe von Meliorationskarten im gleichen Maßstabe versehen, auf denen kartenmäßig die zur Verbesserung notwendige Humus-, Kalk-, Kunstdüngerzufuhr, Entwässerung und Bodenbearbeitung, ferner die beste Nutzungsmöglichkeit vorgeschlagen werden. Auf Beigabe einer Erläuterung wird verzichtet. Es wird alles kartenmäßig ausgedrückt. Auf Übersichtskarten in 1:100000, 1:500000, 1:1000000 usw. werden die Bodentypen mit Farben, die Bodenarten mit Signaturen dargestellt. Eine besondere Unterscheidung des Profils findet nicht statt, es ist im Bodentypus ausgedrückt.

Sehr verschieden ist auf den sonstigen Bodenkarten die Darstellung der physikalischen, chemischen u. a. Feststellungen, so z. B. die chemischen teils mit Zahlen und Grenzlinien, teils mit kleinen bunten Strichen, teils mit Isolinien (z. B. Isohumosen u. a.). Alle vom Verfasser eingesehenen Karten sind auch nach ihrer Darstellungsweise in der Übersicht über die Kartierung der einzelnen Länder beschrieben.

Von besonderem Wert scheinen dem Verfasser solche Darstellungsweisen zu sein, welche einen Vergleich der Zahlen landwirtschaftlicher Erträge oder forstlicher Bewertungsmethoden mit den Böden ermöglichen, weil hieraus ein exakter Übergang von wissenschaftlichen Zustandskarten zu praktischen Vorschlägen gewonnen wird.

Theoretische und praktische Karten.

Wenn auch für einen Teil der Karten rein wissenschaftlich-theoretische Forschungen die Haupttriebfeder der Aufnahme und Darstellung gewesen sein mögen, so ist doch für einen weitaus größeren Teil das praktisch-wirtschaftliche Erfordernis maßgebend gewesen. Trotzdem sind die meisten Karten in Aufnahme und Darstellung rein theoretisch. Sie geben streng wissenschaftlich den gefundenen Zustand wieder, ohne irgendwelche praktische Einstellung auf der Karte zu bekunden. Dies gilt von der geologisch-agronomischen Spezialekartierung ebenso wie von der tschechischen und finnischen morphologisch-physikalisch-petrographischen, sowie von der niederösterreichischen teils morphologisch-physikalischen, teils physikalisch-petrographischen Kartierung, wie auch von fast allen übrigen Arten derselben. Schon in alter Zeit waren daneben auch praktische Bodenkarten vorhanden. Eine solche ist die dänische nach Tonnen Bodenmaß rechnende Bonitierungskarte, ferner die preußische Katasterkarte, auf welcher die Äcker, Wiesen, Holzungen, Gärten nach 8 Reinertragsklassen gegliedert sind. Wenn auch die Erträge in Silber Groschen ausgedrückt werden, so sind doch zu der Kartenaufnahme in der Hauptsache gründliche Bodenuntersuchungen im Felde verwendet worden. Ähnliches gilt von den zahlreichen anderen Katasterkarten. Eine durchaus praktische Darstellung ist die nordamerikanische, die außer in den Vereinigten Staaten auch in Kanada, Kuba, Philippinen, China, Niederländisch-Indien und Großbritannien angewendet wird. Durch die Benutzung der Ortsnamen für charakteristische Bodenserien ist ein rein landwirtschaftlich-praktisches Element unmittelbar auf die Karte gebracht worden unter Ausschaltung wissenschaftlicher Bezeichnungsweisen. Allerdings ist hierin zugleich ein Mangel zu erkennen. Die Karten sind für wissenschaftliche Vergleiche erst zu benutzen, nachdem man aus den Erläuterungen die Einzelangaben herausgeholt hat. Doch fällt auch dann bei den allermeisten die wissenschaftliche Brauchbarkeit etwas dürrig aus. Bei der Danziger Landesaufnahme hat sich der Verfasser der wertvollen praktischen Bezeichnungsweise in Verbindung mit einer genauen wissenschaftlichen Charakterisierung bedient. Die amerikanische Bezeichnung ist zugleich auch eine Bonitierung, aber nicht nur der Roh- oder Reinerträge, sondern der ganzen Wirtschaftsweise und der Produktionsmöglichkeiten. Darauf ist auch die Erläuterung eingestellt.

Eine neue Art der Bonitierungskarte wird gegenwärtig in Rußland aus dem Vergleich der Bodentypenkarten mit einer pflanzengeographisch-pflanzenbaulichen entwickelt. Es werden dabei die für den Ackerbau in den verschiedenen Stufen geeigneten von den bedingt geeigneten oder ungeeigneten geschieden. Auf manchen niederösterreichischen Karten A. TILLS sind Profile mit den auf ihnen gedeihenden Nutzpflanzen angegeben. Auch dies ist eine Art einfacher Bonitierung.

Wie man Übersichtskarten in Bonitierungskarten umwandeln kann, zeigt das Beispiel der Karte der Landbaumöglichkeiten Afrikas in der Darstellung von H. L. SHANTZ und C. F. MARBUT. Auf ihr ist flächenmäßig ein Klassenbuchstabe von A bis B angegeben, bei welchem in der Erläuterung die Eignung zu tropischem oder subtropischem bzw. gemäßigtem Ackerbau mit allen Nutzpflanzenarten, zu Weideland und zur Forstkultur mit den vorkommenden und anzubauenden Holzarten angegeben ist. Als Bonitierungskarten sind auch solche anzusprechen, die aus Ertragsstatistiken ausgearbeitet sind, wobei allerdings nicht versucht werden sollte, eine rein wissenschaftliche Einteilung an Stelle der praktischen Bewertung zu geben. Ohne die Grundlage der Ertragsstatistik sollte andererseits auch keine Bewertung der Böden nach den allgemeinen Eigenschaften gut, gering, günstig, ungünstig usw. erfolgen.

Weitergehende praktische Karten oder besser Kartenwerke sind dann die nach den Methoden von J. HAZARD und H. STREMMER gewonnenen Kartendarstellungen. Das, was bei anderen Systemen Bodenkarte heißt und eine petrographisch-physikalisch-geologische Abart darstellt, bezeichnet HAZARD als Gesteinskarte. Er überträgt sie in seine Bodenkarten mit Hilfe eines auf der Beobachtung der Vorgänge im Bodenrelief beruhenden Schlüssels, welcher einerseits zu einer landwirtschaftlichen mit Weizen-, Gersten-, Hafer-, Roggen-, Kartoffelböden, andererseits zu einer forstlichen Darstellung mit Rotbuchen-, Tannen-, Fichten-, Kiefern-, Birken-, Weidenböden führt. Hiermit sind Bonitierung und Anbaumöglichkeit ausgedrückt. Die forstlichen Kartenwerke sind mit solchen Bodenkarten, aus welchen hervorgeht, welche Holzarten auf den verschiedenen Böden am besten gedeihen und angepflanzt werden sollten, abgeschlossen. In den landwirtschaftlichen folgen nun zunächst die Schlägekarten, auf welchen die zusammengehörigen Böden zu Schlägen vereinigt werden und angegeben ist, durch welche einfachen ackerbaulichen Maßnahmen der Zustand auf gefährdeten Stellen erhalten oder verbessert werden kann. Der letzte Schritt ist die kartenmäßige Festlegung von Fruchtfolgen für die verschiedenen Böden, die unter Beachtung der betriebsmäßigen Besonderheiten des Gutes vor sich geht.

Die Karten STREMMERS und seiner Mitarbeiter gehen von Zustandskarten aus, auf welchen die Bodentypen, die Bodenarten- und die Profilhorizonte in sehr eingehender Gliederung dargestellt werden. Das Meliorationsziel der Gutskartierung „Herstellen des für die meisten Nutzpflanzen besten Bodenzustandes der Steppenschwarzerde“ ergibt die daraus zu entnehmenden ackerbaulichen Maßnahmen. Bei der Landesaufnahme wird das Ziel etwas anders gefaßt. Es lautet hier: Herstellung des für den Bodentyp günstigsten und ertragsreichsten Bodenzustandes. Unter anderem wird bei sehr armen Böden in hängiger, dem Abschweben unterworfenen Lage das Aufforsten angeraten, also nicht das Herstellen der Steppenschwarzerde erstrebt. Die Praxis hat allmählich eine Reihe von kartenmäßigen Festlegungen und Vorschlägen ergeben, so bei Gutskarten eine Bonitierungs- oder eine Nutzungskarte nach einem der Zahl der Typen angepaßten Schema, ferner Vorschläge von Humus-, Kalk-, Kunstdüngerzufuhr, Ackerarbeiten, Entwässerung, eventuell auch von Fruchtfolgen, Schlägeeinteilung usw.

Die Bodenkarten der Erde, der Kontinente und der einzelnen Länder.

Bodenkarten der Erde.

Eine als Bodenkarte bezeichnete Karte der Erde ist diejenige von C. ROHRBACH¹ in H. BERGHAUS' Physikalischem Atlas. Sie ist nach C. ROHRBACHS eigener Erläuterung der Versuch einer kartographischen Darstellung der Bodentypen von F. VON RICHTHOFEN². Die Meeresböden sind nach Karten von MURRAY und RENARD angegeben. Ohne diese werden 14 Bodentypen unterschieden, die zu 5 Hauptgruppen zusammengefaßt sind. Die erste Gruppe bilden die Eluvialregionen (vorwiegend Lehm, Gebirgsschutt, Laterit); zweitens sind die Gebiete hervorgehoben, in denen ein Ebenmaß der Zerstörung und Fortschaffung stattfindet; drittens die Gebiete mit überwiegender Denudation (äolische, glaziale Denudation); viertens die Gebiete mit überwiegender Aufschüttung (Gletscherschutt, marine Aufschüttung, Alluvionen der Ströme und Seen, beweglicher Sand, feinerdige äolische Aufschüttungssteppenböden, vulkanische Aufschüttung); fünftens die

¹ ROHRBACH, C.: Grund- und Bodenkarten. In H. BERGHAUS' Physikalischem Atlas I, 4. 1892. — Vgl. auch M. ECKERT: Die Kartenwissenschaft 2. Berlin u. Leipzig 1925.

² RICHTHOFEN, F. v.: Führer für Forschungsreisende, S. 45. Berlin 1886.

erodierte äolische Aufschüttung, der LÖß. Außerdem ist mit Schraffur das Vorkommen von Salzböden angegeben, während die übrigen Typen mit Farben dargestellt werden. K. GLINKA¹ kann den größten Teil der oberflächigen Bildungen dieser Karte nicht als Böden ansehen. Es seien teils mechanische Ablagerungen, teils Muttergestein, teils nur Produkte geologisch-dynamischer Vorgänge. Als Steppenböden würden mit derselben Farbe bezeichnet Rußlands Tschernoseme, Halbwüstenböden von Zentralasien und ein Teil der Sahara sein. ROHRBACHS Karte sei infolgedessen keine Bodenkarte.

Eine solche Karte der Erde in russischer Einteilung hat K. GLINKA² selbst 1908 veröffentlicht. Er nennt sie schematische Bodenkarte, um damit anzudeuten, daß sie nicht überall auf Beobachtungen beruhe, sondern nach solchen und nach Klima-, Vegetations- und anderen Karten ergänzt sei. Er unterscheidet 18 Bodentypen, nämlich: Podsol- (auch Rasen-) Böden, Waldböden und entarteter Tschernosem, Tschernosem (und Regur), kastanienfarbige Böden, schicht- und säulenartige Böden der gemäßigten Halbwüsten, öde Krusten der gemäßigten Wüsten, Roterde (und Terra rossa), Laterit, Gelberde (Gehängelehm nach VON RICHTHOFEN), Böden der trockenen Tundren, Wiesen- (und wiesensteppenartige) Böden, Roterde der subtropischen und tropischen Halbwüsten, öde Krusten der subtropischen und tropischen Wüsten, senkrechte Zonen (und endodynamomorphe Böden) der Gebirgsgegenden, Sumpf- und Moorböden, Wüstensand, Salzböden, dunkelfarbige Böden der subtropischen Savannen.

Nach H. STREMMER³ hat die Podsolzone mit den bei abnehmender Temperatur zahlreicher werdenden Sumpf- und Mooregebieten den bei weitem größten Anteil an der Kartenfläche. Sie durchzieht als geschlossene Zone die große eurasische Landmasse vom Atlantischen Ozean (Großbritannien und Skandinavien) bis zum Stillen Ozean (nördliche Hälfte Kamschatkas und anschließende sibirische Küste). In ähnlicher Weise wird von ihr ein breiter geschlossener Streifen Nordamerika durchzogen. Hier wie dort reicht die Podsolzone am Atlantischen Ozean weiter nach Süden als am Stillen Ozean. Nördlich schließt sich die Tundra, südlich in Eurasien und z.T. auch in Nordamerika die Tschernosemzone, mit dem Übergang der degradierten Tschernoseme, an. Sie ist weniger ausgedehnt als die Podsolzone, untermischt mit Salzböden an Stelle der Moorböden und geht nach Süden und gegen den Stillen Ozean zu in das ausgedehntere Gebiet der Halbwüstenböden über, welche die inselartigen öden Krusten der gemäßigten Wüste einschließen und von Salzböden und den Gebirgszonen umzogen werden. In Asien folgen weiter nach Süden die Roterden und der Laterit, und auch bis nach Mittelamerika erstrecken sich solche hinein. In Europa schließt sich die Terra rossa z. T. unmittelbar an die Podsolzone an. Ein Teil Spaniens, der nordafrikanische Saum des Mittelmeeres und Mesopotamien leiten mit ihrer Zone der „Roterde der subtropischen Halbwüsten“ zu den öden Krusten der großen arabisch-nordafrikanischen Wüstenzone über. An diese schließt sich nach Süden in der umgekehrten Reihenfolge der Übergangsböden (Roterde der Halbwüstenböden, Terra rossa) das große afrikanische Lateritgebiet an, auf welches nach Süden zu wieder der Wechsel zur südwestafrikanischen Wüste und von da an zur Roterde in Südafrika und bis zum Laterit in Südostafrika folgt. Den gleichen Übergang haben Madagaskar (bis zur Roterde der Halbwüste), Australien (bis zur öden Kruste der Wüste), Südamerika (Wüste im mittleren Ostbrasilien und auf der Westseite der Anden). In den Steppen am Silberstrom erkennt man Tschernosem, welcher nach Süden in die gemäßigten Halb-

¹ GLINKA, K.: Die Typen der Bodenbildung, S. 26. Berlin 1914.

² GLINKA, K.: Schematische Bodenkarte der Erde. Ann. géol. et min. Russie 10, 69—75. Nowo Alexandria 1908.

³ STREMMER, H.: Grundzüge der praktischen Bodenkunde, S. 281. Berlin 1926.

wüstenböden übergeht, und schließlich auf Feuerland Podsol. Der Maßstab der Karte in MERKATORS Projektion ist nicht angegeben, er mag etwa 1:50000000 sein. — Die Karte ist häufig nachgedruckt worden.

Modernisiert wurde sie auf Veranlassung des Verfassers von W. HOLLSTEIN¹. Europa wurde nach der ersten allgemeinen Bodenkarte von 1927, Afrika und Nordamerika nach denjenigen von C. F. MARBUT, Asien nach den neueren russischen Bodenkarten umgearbeitet, Südamerika auf Grund eingehenden Studiums der geographischen und der landwirtschaftlichen Literatur. Von Australien gab W. GEISLER² eine neue Skizze auf Grund seiner mehrjährigen Durchquerung des Kontinentes. So sind nur verhältnismäßig wenige Teile der Karte GLINKAS unverändert geblieben, so u. a. Madagaskar. Auch die Einteilung hat sich wesentlich geändert. Dabei sind 4 Bezeichnungen fortgefallen, so daß die Karte nur 14 Bodentypen hat. Die Einteilung lautet: Graue und braune Böden der Trockengebiete, z. T. Wüstensand und Skelettboden, kastanienfarbiger Steppenboden und hellkastanienfarbiger Trockenwaldboden, schwarzer Steppenboden, Böden der gemäßigten und subtropischen Zone mit mäßigem Illuvialhorizont, podsolierte Waldböden der subtropischen Zone, podsolierte Waldböden der gemäßigten und subarktischen Zone, Waldböden mit Abschwächung der Podsolierung, Böden der Tundren, Roterde der Halbwüsten z. T. Wüstensand und Skelettboden, tropische Roterde, Laterit, Böden der Gebirgszonen teilweise unter Eis, Schwemmlandböden, Salzböden. Die Karte zeigt, wie schnell sich seit 1908 die Kenntnis der Bodenentstehungstypen auf der Erde erweitert hat. Gegenwärtig sind in allen Erdteilen Ausschüsse der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft gebildet, welche die Kartierung zum Ziele haben. Es wird hier sehr schnell systematisch vorwärts gearbeitet, so daß in wenigen Jahren eine Karte der Erde vorliegen dürfte, die, weniger schematisch als die bisherigen, auf wirklicher Kartierung beruht.

Europa als Kontinent.

Außer auf den Erdkarten ist Europa wiederholt in Sonderdarstellungen behandelt worden. E. RAMANN³ hat in seinem Lehrbuche der Bodenkunde eine schematische Karte der Verbreitung der Bodenzonen in Europa in sehr kleinem Maßstabe, etwa 1:40000000 gegeben. Sie hat die Einteilung: A. Humides, B. Arides Gebiet. Das humide Gebiet ist in I. Physikalische Verwitterung, II. Humussäureverwitterung, III. Kohlensäureverwitterung zergliedert; das aride Gebiet in I. mit kaltem Winter, II. mit warmem Winter geteilt. Die weitere Einteilung der physikalischen Verwitterung ist: Hochgebirge, Tundren; Gebiet der Humussäureverwitterung, atlantisches Gebiet, nordisch-germanisch-skandinavisches Gebiet, Heiden, nordrussisches Gebiet. Die Kohlensäureverwitterung hat keine weitere Unterteilung erfahren. Im ariden Gebiet mit kaltem Winter werden Schwarzerde und Salzboden, in dem mit warmem Winter spanische Steppen und Roterde unterschieden. Die Karte zeigt mit Schraffuren die letzten Einteilungsstufen, ferner sind die Worte Humides Gebiet (reichend von Frankreich bis Nordrußland) und Arides Gebiet (vom Mittelmeer über Italien und die Balkanhalbinsel hinweg zum Schwarzen Meer und nördlich des Kaukasus weiter zum Kaspischen Meer) eingedruckt. Die Obereinteilung ist die von

¹ HOLLSTEIN, W.: Bodenkarte der Erde. — Tafel III zu H. STREMMER: Die Bleicherde-waldböden oder podsolige Böden. Dieses Handbuch 3, 119—160. 1930. Die Originalkarte hat in flächengetreuer Darstellung den Mittelpunktmaßstab 1:65000000. Sie ist bei der Wiedergabe auf 1:125000000 verkleinert. — Auch AGAFONOFF und AFANASSIEFF haben GLINKAS Erdkarte verbessert.

² Nach privater Mitteilung an den Verfasser.

³ RAMANN, E.: Bodenkunde, 2. Aufl., S. 394. Berlin 1905.

E. W. HILGARD übernommene klimatische, die Unterteilung im humiden Gebiet stammt aus E. RAMANNS Verwitterungslehre, ihre weitere Unterteilung ist teils allgemein-, teils regionalgeographischer Natur, die Unterteilung im ariden Gebiet ist wieder klimatisch, ihre weitere Unterteilung bringt 3 Bodentypen (Schwarzerde, Salzboden, Roterde) und einen regional pflanzengeographischen Begriff (spanische Steppen).

In der dritten Auflage¹ ist zwar die Karte die gleiche geblieben, aber die Erläuterung der Schraffuren ist anders geworden. Sie lautet: humides und arides Gebiet. Im humiden Gebiet werden unterschieden Hochgebirge, Tundren, atlantisches Gebiet, nordisch-germanisch-skandinavisches Gebiet, Heiden, nordrussisches Gebiet, Braunerden und veränderte Schwarzerde (an Stelle der Kohlen säureverwitterung), Roterden (aus dem ariden Gebiet mit warmem Winter hineingenommen). Im ariden Gebiet ist die Einteilung geblieben, nur aus dem mit warmem Winter sind die Roterden herausgenommen und in das humide Gebiet gebracht. Es sind das Verschiebungen in der Erkenntnis, wie sie durch den weiteren Fortschritt der Bodenkunde bedingt gewesen sind. In Deutschland war E. RAMANNS Kärtchen ein vielbeachteter und oft nachgedruckter Anfang der Beschäftigung mit den natürlichen Bodenbildungsvorgängen seitens der speziellen Bodenforscher.

Einen größeren Teil Europas hat P. TREITZ² in recht ins Einzelne gehender Weise kartenmäßig dargestellt. P. TREITZ hat in der genannten Arbeit folgende Karten mit einander vereinigt: K. GLINKAS Bodenkarte der Erde mit einer anderen Zusammenfassung der verschiedenen Bodentypen (kalte, gemäßigte, subtropische, tropische Zonen, Böden der Hochgebirge); eine Bodenkarte des Südostens Europas; eine Karte der jährlichen Niederschläge im Osten Europas und E. DRUDES Vegetationskarte Europas. Die Arbeit gibt auf nur 44 Seiten eine bemerkenswerte Übersicht über die bodenbildenden Kräfte und ihre Ergebnisse. Die Karte des Südostens von Europa hat den Maßstab 1:10000000. Sie unterscheidet 17 verschiedene Böden, die zur Zone der Wälder, Zone der Steppen und zu den Typen der azonalen Böden zusammengefaßt werden. In der Zone der Wälder mit bleichten Böden werden unterschieden: 1. bleicher sandiger Boden auf quartären Sanden und Kiesen. Koniferen- und Birkenwälder. 2. grauer toniger Boden auf quartärem Ton. Koniferen- und Mischwälder; 3. grauer toniger Boden auf tertiärem Ton. Laubwälder verschiedener Arten; 4. graue Böden auf älteren Unterlagen. Koniferen- oder Mischwälder; 5. weniger ausgelaugter Boden auf Löß. Mischwälder, im Osten Buchenwälder; 6. seltene Wälder mit grauem Boden, von Gras bedeckt, toniger Unterboden. Eichenwälder; 7. gelbe Böden auf quartären Sanden; 8. Roterde (Nyirok), Unterboden grauer Ton oder Löß (gelber Mergel). Eichen- und Buchenwälder mit behaarten Blättern; 9. Terra rossa, Unterboden kalkige oder kristalline Gesteine. Buchen- oder Tannenwälder; 14. Seen und Sümpfe in der Waldzone. Die Steppenzone wird näher bezeichnet als Gruppe der schwarzen und braunen Steppenböden; tonige oder mergelige Unterlage; Stiparosen. Unterschieden werden: 10. schwarzer Steppenboden (Tschernosjom): Rußland, Rumänien, Ungarn (Transsylvanien und Tiefebene); 11. brauner Steppenboden; 12. brauner Boden, sandig auf Flugsanden. Graswälder; 13. hellbrauner Steppenboden mit alkalischen (Szik) und salzigen Erden im Untergrund. Die gleichen Böden auf Flugsanden tragen die gleiche Signatur schwach gepunktet; 16. Wiesenton auf Seeablagerungen. Flora der Flachmoore mit Carex. 17. Flugsande an den Meeresküsten. Als Typen der azonalen Böden

¹ RAMANN, E.: Bodenkunde, 3. Aufl., S. 561. Berlin 1911.

² TREITZ, P.: La géographie des sols. Bull. Soc. Hongr. Géogr. Budapest 12, 1—44 (1914).

werden unter 15. die Böden der Hochgebirge genannt. Die Karte ist zusammengestellt nach den Arbeiten von P. TREITZ, A. R. FERMIN (Karte der russischen Böden), G. MURGOCI (Bodenkarte Rumäniens), E. LOZINSKI (Bodenkarte Galiziens). Sie zeichnet sich durch die Zusammenfassung von Bodentypen, Bodenarten und pflanzengeographischen Kennzeichen aus und ist in ihrer Art weit fortgeschritten, ja selbst über die 13 Jahre später erschienene Bodenkarte Europas hinaus.

Die Allgemeine Bodenkarte Europas¹ vom Jahre 1927 im Maßstabe 1:10 000 000 war durch einen Beschluß der vereinigten Ausschüsse für Nomenklatur und Klassifikation und für Kartierung der Böden auf der 4. internationalen Bodenkongress 1924 in Rom veranlaßt worden, ihre Arbeiten auf eine solche gemeinsame Kartierung zu vereinigen, und zwar sollte dem ersten internationalen Bodenkongress in Washington 1927 eine solche Karte vorgelegt werden.

Die Leitung dieses Unternehmens wurde zunächst G. MURGOCI und nach dessen Tode H. STREMMER übertragen. Die 1927 vorgelegte Karte wurde unter Leitung von H. STREMMER zusammengestellt. Sie hat die Einteilung: grauer und brauner Wüstensteppenböden; kastanienfarbiger Steppenböden; Tschernosem (schwarzer Steppenboden); Tschernosem und degradiertes Tschernosem der Vorsteppe; degradiertes Tschernosem und grauer („brauner“) Waldböden der Waldsteppe; „Brauner“ Waldböden schwach podsoliert; podsolierte Waldböden: mäßig podsoliert; stark podsoliert; stark zersetzt, Bleicherdehorizonte selten; Rohhumus im Gebiete der Waldböden; Moore über 40% der Fläche im Gebiete der Waldböden; hellkastanienfarbiger Trockenwaldböden; Roterde; Rendzina (Humuskarbonatboden); Rendzina, degradierte Rendzina und podsolierte Waldböden; Moorböden und Sümpfe, Sumpftschernosem; Aueböden und Böden der Flußmarschen, Böden der Seemarschen; Salzböden; Frostböden der Tundra; Skelettböden und skelettreiche Böden: mit podsolierten Böden (im Hochgebirge einschließlich Eis) und Humusböden, mit Rendzina, degradiertes Rendzina und podsolierten Böden, mit Roterde, mit Roterde und hellkastanienfarbigem Boden, mit braunem Waldböden und Roterde; brauner Waldböden, hellkastanienfarbiger Trockenwaldböden, skelettreich (Calveroböden). Die Karte ist im Schwarzdruck mit 27 Signaturen ausgeführt. Die Einteilung steht im ganzen auf dem Standpunkt russischer Anschauung, doch sind auch manche auf den russischen Karten nicht vorhandenen Vorstellungen, wie Trockenwaldböden und Calveroböden in Spanien, vertreten. Die Gebirgsböden (Skelett- und skelettreiche Böden) sind recht eingehend gegliedert. Allerdings fehlen die Bodenarten in der Weise, wie P. TREITZ sie auf seiner oben erwähnten Karte Südosteuropas bereits angegeben hat.

Auf dem 1. internationalen Bodenkongress in Washington 1927 wurde eine gemeinsame Bodenkarte Europas im Maßstabe 1:2 500 000 herzustellen beschlossen, welche wesentlich mehr ins Einzelne gehen und auch die Bodenarten berücksichtigen soll. Zum 2. Internationalen Bodenkongress in Rußland 1930 waren bereits zwei Drittel der neuen Karte fertiggestellt. Sie wird die Bodenentstehungstypen mit Farben, die Bodenarten mit Schraffuren wiedergeben.

¹ Allgemeine Bodenkarte Europas. Im Auftrage der V. Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft nach den Karten von V. AGAFONOFF, J. VAN BAREN, K. BJÖRLYKKE, G. BONTSCHOFF, N. COMBER, P. ENCULESCU, G. FRASER, B. FROSTERUS, G. GEORGALAS, K. GLINKA, J. HALLISSY, J. HENDRICK, K. HEYKES, V. HOHENSTEIN, W. HOLLSTEIN, H. JENNY, G. KRAUSS, T. MIECZYNSKI, S. MICLASZEWSKI, F. MÜNICHSDORFER, G. MURGOCI, G. NEWLANDS, V. NOVAK, W. OGG, A. OPPERMAN, E. PROTOPESCU-PAKE, G. RORINSON, B. RAMSAUER, A. STEBUT, H. STREMMER, O. TAMM, A. TILL, P. TREITZ, E. DEL VILLAR, G. WIEGNER, J. WITYN, W. WOLFF bearbeitet von H. STREMMER. 1:10 000 000. Danzig 1927. Erläuterung von H. STREMMER. Mit französischer und polnischer Übersetzung von S. MIKLASZEWSKI, erschienen Warschau 1928; mit englischer von W. OGG, erschienen Edinburgh 1929 (1930).

Belgien.

Der Anfang der agronomischen Kartierung Belgiens ist nach F. HALET¹ eng verknüpft mit der geologischen Kartierung. Diese wurde als Grundlage jener angesehen. Die erste geologische Karte des belgischen Bodens von A. DUMONT im Jahre 1853² im Maßstabe 1:160000 sollte auch den Zwecken der Landwirte dienen. 1855 ließ der gleiche Autor eine geologische Karte des Untergrundes im gleichen Maßstabe erscheinen, auf welcher die lehmigen und sandigen Oberflächenbildungen abgedeckt waren. Er teilte Belgien in 7 geologisch-landwirtschaftliche Zonen oder landwirtschaftliche Regionen ein, die auf die lithologische Zusammensetzung des Bodens gegründet waren. Er hatte beobachtet, daß Natur, Textur, Zusammenhang, Kapillarität und Lage des Bodens einen bedeutenden Einfluß auf die Vegetation ausübten, und daß man, um mit Unterschied die landwirtschaftlichen Meliorationen ausführen zu können, die geologische Natur des Bodens und der darunter liegenden Gesteine kennen müsse.

Im Jahre 1867 stellte C. MALAISE³ eine geologisch-agronomische Karte im Maßstabe 1:200000 auf der Weltausstellung in Paris aus, die sich einerseits der Karte A. DUMONTS von 1853, andererseits der offiziellen landwirtschaftlichen Statistik als Grundlage bediente. Er teilte ebenfalls Belgien in Regionen ein, die sich durch ihren Boden und ihren Ackerbau unterschieden, und die sich nach minder wichtigen Eigenschaften noch weiter in Zonen zergliedern ließen. 1871 führte C. MALAISE⁴ eine neue landwirtschaftliche Karte aus, die eine Verkleinerung derjenigen von 1867 auf den Maßstab 1:800000 darstellte.

Von 1878 ab wurde die geologische Spezialkarte Belgiens im Maßstabe 1:20000 aufgenommen, die zwar ihre besondere Aufmerksamkeit dem Untergrunde zuwandte, ohne jedoch nicht ganz die Verschiedenheiten des landwirtschaftlichen Charakters der Erden zu vernachlässigen, zu welchem Zwecke viele Handbohrungen ausgeführt werden mußten. Man legte auch großen Wert auf die Feststellung der Regenalluvionen. Diese vom naturwissenschaftlichen Museum veranstaltete Kartierung wurde, nachdem 13 Karten erschienen waren, 1885 eingestellt. Im Jahre 1889 wurde die Geologische Kommission von Belgien eingesetzt, die eine Spezialkartierung im Maßstabe 1:40000 ausführte, welche 1914 fertig geworden ist. Mit Ausnahme der Küstenniederung und der Talböden ist die Karte abgedeckt, so daß sie ohne bodenkundliche Bedeutung ist. 1890 und 1901—1904 wurden verschiedene Versuche unternommen, eine agronomische Karte herzustellen, die jedoch zu keinem Ergebnis führten. Zu diesem Mißerfolge trugen die seit 1890 in Aufnahme gekommenen chemischen und pflanzenphysiologischen Arbeiten erheblich bei.

Im Jahre 1905 haben DE BROUWER und F. HALET eine unveröffentlichte Karte der belgischen Böden im Maßstabe 1:160000 ausgeführt. Sie umgrenzt die verschiedenen Böden nach ihrer Gesteinszusammensetzung und geologischen Natur und ist nach den geologischen Karten im Maßstabe 1:40000 ausgeführt.

Seit 1905 haben A. GRÉGOIRE und F. HALET⁵ die Methode J. HAZARDS übernommen, die um 1900 in Leipzig entstanden war, jedoch nach HAZARDS Tode in

¹ HALET, F.: Belgique. L'Etat actuel des Etudes sur le terrain et de la cartographie agrogéologique. Etat de l'Etude et de la cartographie des Sols, S. 15—20. Bukarest 1924.

² DUMONT, A.: Sa vie et ses travaux. Paris et Liège 1864.

³ MALAISE, C.: Carte agricole de la Belgique. Brüssel 1869.

⁴ MALAISE, C.: La Belgique agricole dans ses rapports avec la Belgique minérale. Brüssel 1871.

⁵ GRÉGOIRE, A.: Leservice agrolologique de la station agricole de Mœchern. Bull. agricult. Brüssel 1904. — GRÉGOIRE, A. u. F. HALET: Etude agrolologique d'un domaine d'après la méthode synthétique de J. HAZARD. Brüssel 1906. — GRÉGOIRE, A.: Les cartes agrono-

Deutschland keine direkte Fortsetzung erfuhr. Sie nahmen das Gut Raideux (Comblent au Pont) nach dessen Vorbilde auf. Aber 1908 wurde die Weiterentwicklung dieser Kartierung durch eine Erörterung von E. LEPLA¹ vor der wissenschaftlichen Gesellschaft in Brüssel gehemmt. E. LEPLA erklärte nämlich, daß die Aufnahme einer agronomischen Kartierung von der Vervollkommnung der Bodenanalyse und von der Erfindung einer Methode abhängig zu machen sei, welche die Aufnehmbarkeit der Bodenbestandteile durch die Pflanzen bestimmen ließe. Erst 1923 hat A. GRÉGOIRE² erneut auf die Notwendigkeit einer agronomischen Kartierung nach dem System von J. HAZARD hingewiesen. A. GRÉGOIRE ist der Ansicht, daß eine elementare agronomische Karte nach dem preußischen oder französischen Muster der Landwirtschaft keine Hilfe gewähre, wohl dagegen eine synthetische, sehr ins Einzelne gehende Karte nach Art der HAZARDSchen oder der in den Vereinigten Staaten gebräuchlichen, welche von besonders ausgebildeten Kräften aufzunehmen seien.

Eine dem Verfasser 1931 durch A. GRÉGOIRE übersandte Carte administrative des régions de la Belgique (ohne Verfasser und Jahreszahl) im Maßstabe 1:500000 unterscheidet 9 Regionen und die kiesigen Ablagerungen (Quarz, Feuerstein). Die Regionen sind die der Polder, der Sande (mit den drei Zonen der Dünen, von Flandern und des Kempenlandes), der sandigen Lehme, der Lehme, die condrusische Region, die der Ardennen, die luxemburgische oder jurassische (mit der kalkigen, tonigen oder mergeligen und sandigen Zone), die alluviale und die kretazische. Diese Zonen und Regionen sind z. T., der orographischen Gestaltung des Landes entsprechend, in Streifen, die von West nach Ost verlaufen, in der Richtung Nordwest—Südost angeordnet. Sie beginnen an der Küste mit der Zone des Dünensandes. Dahinter breitet sich die Polderregion aus. An diese schließt sich im Westen eine schmale Lehmzone, nach Osten folgend der flandrische Sand und der des Kempenlandes an. Weiter nach Süden folgt ein breiter Lehmgürtel, der durch einen Streifen mit sandigem Lehm in zwei Teile zerrissen ist. Der südliche Teil des Lehmgürtels ist z. T. von Streifen der Kreideregion und der Ardennengesteine durchbrochen, welche aus quarzitischer und schieferigen Bildungen mit geringmächtigen Böden bestehen. Der Hauptteil der Ardennengesteine kommt erst weiter im Süden und Südosten vor, während im Maastal und südlich davon die Kalke und quarzitischeschieferigen Gebilde des Kondroz anstehen. Den Südzipfel des Landes nimmt die luxemburgische oder jurassische Region mit ihren kalkigen, knorpeligtonigen und sonstigen Zonen ein. Die Alluvialbildungen verteilen sich in den Flußtäälern über das ganze Land. Die Kiese finden sich auf den Sanden des Kempenlandes. Die Karte hat somit eine geologisch-petrographisch-orographische Grundlage.

Bulgarien.

G. BONTSCHIEFF³ hat über die Bodenkartierung in Bulgarien für G. MURGOCIS Sammelband „Etat de l'étude et de la cartographie des sols“ einen kurzen Bericht geliefert. Nach diesem gibt es dort keine agrogeologische Anstalt, weder ein staatliches noch privates Institut noch eine Gesellschaft. Es besteht jedoch

miques et les analyses des terres. Bull. Soc. Chim. Belgique 1907, 21. — GRÉGOIRE, A. u. F. HALET: Les cartes agronomiques. Ann. Gembloux 1908. — GRÉGOIRE, A.: Les cartes agronomiques. Congr. d'Agricult. Gand 1912.

¹ LEPLA, E.: Une carte agronomique de la Belgique est elle actuellement réalisable? Communication faite à la Soc. scient. de Bruxelles. Louvain 1908.

² GRÉGOIRE, A.: La carte agronomique comme base indispensable pour l'utilisation des résultats des recherches agronomiques. 1923.

³ BONTSCHIEFF, G.: Bulgaria. Etat de l'étude et de la cartogr. des sols, S. 276. Bukarest 1924.

eine pedologische Abteilung bei der Zentrale der landwirtschaftlichen Versuchstationen in Sofia. Ihr Leiter, H. PUSCHKAROFF¹, hat mehrere agrogeologische Karten ausgeführt, von denen eine des Beckens von Sofia im Maßstabe 1:126000 veröffentlicht ist. Auf ihr sind Tschernosem, Rasenboden, Roterde, Halbsumpfboden, Kalkhumatboden, Ablagerungsboden (zweierlei) und Alluvium dargestellt. Pedologische Studien wurden auch in den Becken von Pirdop und Orhanie ausgeführt, ihre Karten sind aber noch nicht veröffentlicht worden.

G. BONTSCHJEFF² selbst hat eine kleine Übersichtskarte der Bodentypen des ganzen Landes veröffentlicht, die für die erste Bodenkarte Europas in 1:1000000 verwendet wurde. Sie enthält kastanienfarbige Böden, Tschernosem, braunen Waldböden, Halbwüsten, Salzböden, Kalkböden und Böden der Hochgebirge.

Eine Übersichtskarte von Bulgarien im Maßstab 1:2050000 ist einem zusammenfassenden Werk über die bulgarische Landwirtschaft beigegeben worden³. Sie stammt von W. HOLLSTEIN und ist das Ergebnis einer Bereisung des ganzen Landes und von Auskünften an Instituten und Versuchstationen. Sie sollte die Unterlagen für die Darstellung Bulgariens auf der Bodenkarte von Europa 1:2500000 liefern. Sie enthält mit schwarzen Zeichen die Bodenarten (Letten- und Tonböden, Lehmböden, Staubböden, Sand- und Kiesböden, steinige Böden, steinige Böden auf Kalkstein, Steinböden auf Kalkstein), mit Farben die Bodentypen (Tschernosem, degradiertes Tschernosem, brauner Waldboden, podsolierter Waldboden, Rendzina, Moorböden und verschiedene Böden ohne entwickeltes Bodenprofil). Besonderer Wert ist darauf gelegt, die Orographie des Landes hervortreten zu lassen.

Eine Bodenkarte größeren Maßstabes ist neuerdings von N. PUSCHKAROFF herausgegeben worden⁴. Sie ist in der Auffassung der vorbeschriebenen Karte ähnlich. Die Bodenarten sind mit roten Zeichen, die Bodentypen mit Farben angegeben. An Bodenarten sind auf ihr staubiger Lehmboden, Tonboden, Lehmboden und sandig-lehmiger Tonboden, sandiger Tonboden mit Skelett, sandiger Tonboden mit Skelett auf Kalkstein und toniger Sandboden enthalten. An Bodentypen bringt sie kastanienfarbigen Steppenböden, dunkelkastanienfarbigen Steppenböden, schokoladenfarbigen Tschernosem, tschernosemartigen Tonböden, braunen Waldböden schwach podsoliert, podsoligen Waldböden mäßig podsoliert, podsoligen Gebirgsböden mit Skelett, Skelettböden mit Rendzina, podsoligen Bergwiesenböden, Aueböden, Moorböden und Salzböden.

Dänemark.

In dem landwirtschaftlich hochkultivierten Dänemark wird die Bodenkunde schon seit langer Zeit betrieben. Eines der bedeutendsten bahnbrechenden Werke sind P. E. MÜLLERS⁵ Studien über die natürlichen Humusformen, in welchem

¹ PUSCHKAROFF, N.: Agrogeologische Untersuchungen im Becken von Sofia. Veröff. Landw. Versuchstat. Sofia 1913. — Der Boden im Regierungsbezirk Pirdop. Rev. Inst. rech. agricult. Bulgarie Sofia 1, 1921. — Der Boden des administrativen Kreises Orhanie und Umgebung. Ebenda 2.

² BONTSCHJEFF, G.: Verteilung der Bodentypen Bulgariens und der europäischen Türkei. In P. KRISCHE: Bodenkarten, S. 77—79. Berlin 1928.

³ BOTTLEFF, S. u. J. G. KOVATSCHEFF: Die Landwirtschaft in Bulgarien. Hrsg. vom Ministerium für Landwirtschaft und Staatsdomänen. Bulgarisch mit kurzer deutscher Inhaltsangabe. Sofia 1930.

⁴ PUSCHKAROFF, N.: Bodentypenkarte von Bulgarien 1:500000. Sofia 1930.

⁵ MÜLLER, P. E.: Studier over Skovjord som Bidrag til Skovdyrknings Teori. I. Om Bøgemuld og Bøgemor paa Sand og Leer. Tijdskrift for Skovbrug Kopenhagen 1879, 3. — II. Om Muld og Mor i Egeskove og paa Heder. Ebenda 1884, 7. — Studien über die natürlichen Humusformen. Berlin 1887.

bereits seit 1879 die verschiedenen Wald-, Heide- und Moorböden gekennzeichnet wurden.

Die dänische geologische Landesanstalt beschäftigt sich nach J. ANDERSEN¹ nicht direkt mit der Bodenkartierung, sondern erforscht den Untergrund Dänemarks. Trotzdem sind ihre Ergebnisse von großem Werte für das Studium der oberflächigen Bodenbildungen, die ja in der Regel aus dem Untergrunde hervorgegangen sind. Ihre Karten werden im Maßstabe 1:100000 veröffentlicht. Die Aufnahmearbeiten werden mit dem Handbohrer nach A. ORTHS Methode ausgeführt. Die genommenen Proben werden an Ort und Stelle bestimmt und das Ergebnis entweder gleich auf die Karte oder in das Tagebuch eingetragen. Größere Proben werden in das Laboratorium gesandt und dort chemisch und physikalisch untersucht. Das Hauptaugenmerk wird aber stets auf die Untersuchung der historisch-geologischen Erscheinungen gerichtet. Dazu kommen systematische Arbeiten über das Grundwasser, die einen bedeutenden Umfang angenommen haben. Die hauptsächliche agronomische Arbeit der Landesanstalt richtet sich auf das systematische Aufsuchen von Kalk- und Mergellagern, und zwar im Zusammenhange mit den Anforderungen durch den dänischen Heidekulturverein (Det danske Hedeselskab) und andere landwirtschaftliche Gesellschaften.

Gegen Ende des Weltkrieges wurde ein offizieller Dienst für die Bodenverbesserung eingerichtet, der untersuchen sollte, in welchem Grade der dänische Boden eine gründliche Verbesserung nötig habe, und einen Plan zu diesem Zwecke auszuarbeiten hatte. Dieser offizielle Dienst arbeitete mit der geologischen Landesanstalt und den landwirtschaftlichen Gesellschaften zusammen. Die Feststellungen wurden in Form von Pflanzenkulturkarten mit Erläuterungen veröffentlicht. Die Funktionen dieses Dienstes sind später auf den Heidekulturverein, einer privaten, vom Staate unterstützten Gesellschaft, übergegangen, die sich schon mit ähnlichen Arbeiten beschäftigt hatte. Sie stellt in der in Untersuchung befindlichen Gegend fest: die Lage, die Bodennutzung, die Natur des Bodens, den Kalkbedarf, die Vorkommen von Kalk- und Mergellagern, die hygrometrischen Beziehungen, das Ausgesetztsein gegen die Winde, den Zustand der Pflanzenkultur, die Höhenlage und die Bedingungen zur Ableitung des Wassers. Die Karten werden im Maßstabe 1:10000 oder 1:20000 ausgeführt. Sie enthalten mit punktierten Linien umgrenzt die landwirtschaftlichen Besitzungen. Beigefügt ist der Arbeit ANDERSENS eine Karte der Verteilung des Bodenmaßes in Dänemark. Dänemark hat eine alte Bodenwertschätzung, die aus dem Jahre 1688 stammt. Für jedes Grundeigentum wurde eine Landeinteilung mit abnehmender Staffel nach der Güte aufgestellt, gekennzeichnet durch Ziffern von 24 und darunter. 1 t Bodenmaß wurde zu $5\frac{1}{7}$ t Land der Klasse 24 bestimmt. Danach gibt die Karte die Zahl der Tonnen Bodenmaß auf die Quadratmeile an. Die Einteilung auf der Karte hat 6 Stufen der Bodenmaßtonnen je Quadratmeile. Die höchste Stufe hat mehr als 1 Million Tonnen, die niedrigste zwischen 0 und 200000 Tonnen. Jene ist auf den dänischen Inseln zwischen Nord- und Ostsee, am meisten auf Møen, Falster und Laaland, diese in den jütländischen Heiden verbreitet. Bornholm hat überwiegend zwischen 400 und 600000 t.

Eine Bodenkarte Dänemarks hat C. F. A. TUXEN² 1923 veröffentlicht. Sie unterscheidet Lehmboden, Sandboden, Heideboden, Moorboden, Marschboden, Meeresgrundboden (z. T. lehmig, z. T. sandig, z. T. moorig) und Dünen. Im Vergleich zu der Bodenmaßkarte zeigen die am höchsten bewerteten Inseln

¹ ANDERSEN, I.: Etat des études sur le terrain et de la cartographie agrogéologique. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 37—48. Bukarest 1924.

² TUXEN, C. F. A.: Bodenkarte von Dänemark: Ernährung der Pflanze. 1931.

Möen, Falster, Laaland fast nur Lehmboden, die niedrigst bewerteten jütländischen Heiden den Heideboden. Bornholm hat an den Rändern überwiegend Lehmboden, im Inneren dagegen Sandboden.

Kleine Karten der Waldtypen und im Vergleich dazu solche der Bodenreaktion hat C. H. BORNEBUSCH¹ ausgeführt.

Zur Bodenkarte Europas in 1:1000000 (1927) hat A. OPPERMANN die Bodentypenkarte Dänemarks beigezeichnet, zur neuen Karte 1:250000 V. MADSEN die Karte der Bodenarten, C. H. BORNEBUSCH die Karte der Bodentypen. Grundlegende neuere Untersuchungen über die dänischen Heideböden mit einer Fülle von analytischen Tabellen, neuen Angaben über den Gehalt der Heideböden an anorganischen Kolloiden und an Stickstoff sowie in Verbindung mit Bauschanalysen und Hervorhebung der großen Bedeutung der Ortsteinschicht, ihres großen wasserhaltenden und Absorptionsvermögens hat F. WEIS² veröffentlicht und daraus neue Gesichtspunkte über die Möglichkeit des Anbaus dieser Böden gefolgert. Es sind dieses Arbeiten, die sich würdig den eingangs genannten von P. E. MÜLLER anreihen und die unmittelbare Fortsetzung derselben darstellen.

Deutsches Reich.

Früheste Karten bis 1870. Nach E. BLANCK³ wäre die älteste „Bodenkarte“ in Deutschland die älteste geologische G. FÜCHSELS von Thüringen 1773. Allerdings führt sie keine eigentlichen Bodenkennzeichen, sondern nur geologische. Zu den ältesten Vorschlägen, eine spezielle Bodenkarte herzustellen, gehört ein solcher von I. G. KRÜNITZ im Jahre 1793⁴. Er wünscht die Bodenarten auf einer Landkarte mit Farben dargestellt zu sehen und dabei eine eingehende Abstufung jeder einzelnen Farbe für die verschiedenen Unterarten der Bodenarten zu benutzen, so z. B. Sand durch Gelb, Flugsand durch das höchste Gelb, der gemeine, heidetragende und zum Ackerbau nicht ganz untüchtige Sand durch die Mittelfarbe des Gelb, der lehmige oder mit Ton und Humus vermischte Sand durch Braungelb darzustellen und dementsprechend die Tonböden durch Braun, die Marschböden durch Violett wiederzugeben.

Als um die Mitte des 19. Jahrhunderts überall in Deutschland geognostische Karten entstanden, begann man auch der Bodenkartierung Aufmerksamkeit zu schenken. Doch waren die Karten der Gebirgsländer in der Hauptsache „abgedeckt“. Sie gaben die Schichten unter dem Boden an und vernachlässigten zu meist auch etwaige Deckschichten. Dagegen waren die geognostischen Karten des „Schwemmlandes“ zugleich bis zu einem gewissen Grade schon Bodenkarten, da sie die Bodenarten darstellten und bisweilen die Bodenbildung auf dem Gestein erkennen ließen. So hat die anscheinend älteste dieser Schwemmlandkarten, die der Umgegend von Berlin von R. VON BENNIGSEN-FÖRDER⁵, bereits die Bedeckung des Geschiebemergels mit Geschiebelehm durch Farben angegeben und

¹ BORNEBUSCH, C. H.: Skovbundstudier 4—9. Det forstlige Forsøgsvaesen i Danmark 8, 181—287 (1925).

² WEIS, F.: Fysiske och Kemiske Undersøgelser over danske hedejorder. Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Biol. Meddel. Kopenhagen 7, 9 (1929). — Über den Wert des Heidebodens zur Urbarmachung. Meddel. Dansk Skovfor. Gødningfors. Kopenhagen 8 (1929).

³ BLANCK, E.: Über die Bedeutung der Bodenkarte für Bodenkunde und Landwirtschaft. Fühlings Landw. Ztg. 1921, S. 123. GRUNER, H.: Landwirtschaft und Geologie, eine Untersuchung der Frage: Welche Bedeutung hat die geologische Untersuchung und Kartierung des Schwemmlandes Preußens für die Agrikultur. Berlin 1879.

⁴ KRÜNITZ, I. G.: Ökonomisch-technische Encyklopädie, 60. Teil, S. 228, 229. Berlin 1793; zitiert nach M. ECKERT: Die Kartenwissenschaft 2, 283. Berlin und Leipzig 1925.

⁵ BENNIGSEN-FÖRDER, R. v.: Geognostische Karte der Umgegend von Berlin, mit Erläuterungen. Berlin 1843. 2. Aufl. Berlin 1845/50. 1:50000.

ist damit sogar eher als die späteren geologisch-agronomischen als Bodenkarte zu betrachten, welch' letztere nur an den mit Buchstaben eingeschriebenen roten Bodenprofilen die Verlehmung (oder Versandung) des Geschiebemergels erkennen lassen. In den Erläuterungen weist VON BENNIGSEN-FÖRDER ausdrücklich darauf hin, daß infolge der Verteilung von ungünstigem Sand sowie wegen der Reichlichkeit und Zuverlässigkeit des Ertrages der so schätzbaren Lehm- (und Mergel-) Formation, eine geognostische Karte zugleich eine Bodenfruchtbarkeitskarte sei. Ein Anhang zu den Erläuterungen ist „Zur Kenntnis einer unerschöpflichen Quelle des Wohlstandes in unserm Vaterlande, der großen Mergelablagerung in den flachen Provinzen des preußischen Staates“, überschrieben. Hierin wird die große Bedeutung des Mergels für die Bodenmelioration auseinandergesetzt und auch an praktischen Beispielen, wie sie vorzunehmen sei, erläutert.

In ähnlicher Weise sind auch die Karten der Lausitz von E. F. GLOCKER¹ und die der Diluvialablagerungen der Mark Brandenburg in der Umgegend von Potsdam von G. BERENDT² bereits als geognostisch-bodenkundliche anzusehen.

Eine besondere Bodenkartierung wurde dann in Preußen durch das Gesetz zur anderweitigen Regelung der Grund- und Gebäudesteuer vom 21. Mai 1861 veranlaßt³. Sie führte einerseits in den Katasterplänen zur Sondervermessung jedes Ackers und der übrigen land- und der forstwirtschaftlichen Einheiten und ihrer Bezeichnung nach den jeweiligen 8 Ertragsklassen, andererseits zu der Bodenübersichtskarte MEITZENS im Atlas zu dem genannten Bande seines Werkes. Die Aufnahme geschah in den einzelnen Kreisen selbständig durch besondere Kommissionen, die zunächst Musterstücke der einzelnen Acker-, Wiesen-, Garten-, Forstklassen auswählten und damit alle übrigen Parzellen verglichen. Die Bodenuntersuchung war sehr eingehend, aber ohne Laboratoriumsuntersuchungen. Sie umfaßte die Mächtigkeit und Beschaffenheit der Krume und des Untergrundes, die Wasserverhältnisse, die örtliche Lage, kurz alles was man örtlich beobachten konnte, und zwar keineswegs etwa nur die Bodenarten. Die Zugehörigkeit zu geologischen Formationen wird im Gebirgsland angegeben, fehlt dagegen im Flachlande. Die Einteilung in die Klassen geschieht nach dem in Silbergröschen ausgedrückten Reinertrage, zu dessen Ermittlung außer dem Boden noch das Klima, die Verkehrslage, die Bevölkerung, Preis der Produkte und des Geldes u. a. gehören. Die bodenkundlichen Feststellungen, die bei der Bonitierung getroffen wurden, stellte man zu Kreiskarten zusammen, die nicht veröffentlicht worden sind. A. MEITZEN benutzte sie zur Übersichtskarte des preußischen Staates 1:300000, welche folgendes Einteilungsprinzip besaß: Günstige Lehm- und Tonböden, besonders Höhenlage des Flachlandes; Lehm- und Tonböden der Flußniederungen; ungünstige Lehm- und Tonböden, besonders Gebirgsböden; lehmiger Sand- und sandiger Lehmboden; Sandboden; Moorboden. Ferner sind die Kalk- und Mergelager im Boden angegeben. In der Hauptsache sind also die Bodenarten in starker Zusammenfassung mit einer gewissen Gliederung und Bewertung der wertvollsten Lehm- und Tonböden nach praktischen Vorstellungen dargestellt. Die Gliederung der Kreiskarten im Maßstabe 1:250000 war etwas eingehender.

Der durch diese große Arbeit veranlaßte Aufschwung der praktischen Bodenkunde und Bodenkartierung gab Anregung zu weiteren Arbeiten. A. MEITZEN⁴ berichtet darüber: Es sind „unmittelbar auf das geognostische Verhalten der

¹ GLOCKER, E. F.: 2 Karten zur Beschreibung der preußischen Oberlausitz, mit Text. 1857.

² BERENDT, G.: Die Diluvialablagerungen der Mark Brandenburg in der Umgegend von Potsdam. Berlin 1863.

³ MEITZEN, A.: Der Boden und die landwirtschaftlichen Verhältnisse des preußischen Staates I, 17—60. Berlin 1868.

⁴ MEITZEN, A.: a. a. O., S. 187.

Bodenlagen unter landwirtschaftlichen Gesichtspunkten gerichtete Untersuchungen im Gange. Die erste Anregung dazu hat R. VON BENNIGSEN-FÖRDER durch die erwähnte, 1843 bearbeitete geognostische Karte der Umgegend von Berlin mit ihren Erläuterungen gegeben. In ähnlicher und ausführlicher Weise ist von ihm eine Karte der Umgegend von Halle auf Veranlassung des Ministeriums für die landwirtschaftlichen Angelegenheiten aufgestellt worden. Auch die landwirtschaftlichen Zentralvereine zu Münster und zu Königsberg haben, ersterer durch VON BENNIGSEN-FÖRDER, letzterer durch G. BERENDT¹, derartige Untersuchungen und Kartierungen bewirken lassen. Endlich aber hat das Königl. Landesökonomiekollegium unter dem 28. Januar 1865 höheren Ortes in Antrag gebracht, seitens des Staates für die praktische Landwirtschaft brauchbare Bodenkarten in sämtlichen Teilen des preußischen Gebietes und zunächst denjenigen, welche dem Schwemmland angehören, herstellen zu lassen.“

Die 4 Halleschen Karten VON BENNIGSEN-FÖRDER² haben den Maßstab 1:25000 und gute Meßtischblätter als topographische Grundlage. Sie sind in Farben gehalten und scheinen ein klares, einfaches Bild zu geben. Aber bei näherer Betrachtung entdeckt man eine Fülle von ein- und mehrfarbigen Signaturen, die erkennen lassen, daß hier eine sehr genaue Kartierung vorliegt. Die Haupteinteilung bedient sich geologischer Merkmale, nämlich Bodengebilde der Alluvial- oder Humusperiode; quartärer, tertiärer und sekundärer Bodengebilde. Gemeint ist die Bodenbildung auf Gesteinen dieser Formationen. Im „Alluvium“ geht durch älteres und jüngeres Alluvium hindurch die Entstehung der verschiedenen Alluvialgebilde: Durch ältere Anschwemmung verdeckte oder durch Fortwaschung bloßgelegte und an früheren Ufern vermengte Schichten und Gebilde, oft auf älteren Erosionsgebieten; durch hydrochemische und organische Einwirkung entstanden in geeigneten Örtlichkeiten mächtig und verbreitet; durch mechanische Einwirkung von größeren Flüssen auf ihrem Talboden als gesonderte Bodensysteme auf verschiedenen Formationen und in verschiedenen Erosionsgebieten verbreitet; durch Menschenhand entstanden. Diese zuletzt genannten werden als Verstärkungen, Abraummassen, „Meliorationsmergel als Abraum“ unterschieden. Unter den Flußanschwemmungen gibt es Flußlehm (flach- und tiefgründig), Flußsand, Flußgerölle, Schotter, jetzige Flußstrandgerölle, Talschutt. Aus hydrochemischer und organischer Einwirkung sind Vennboden-Sickerton, Wiesenkalk, Wiesenmergel, saurer Humus, wilder Urbodenhumus entstanden. Die verdeckten oder bloßgelegten Schichten und Gebilde sind Lehm auf Sand (uneigentlich lehmiger Sand), Mergel auf Sand (uneigentlich mergeliger Sand), Steine oder Kies auf Sand (nicht immer steiniger Sand), Sand auf Lehm und Lößmergel (uneigentlich sandiger Mergel), Strandgerölle früherer Seebecken, Steinsohle. Stets ist die Mächtigkeit (Gründigkeit) durch verschiedene Zeichen unterschieden. In der gleichen Weise sind die älteren Gebilde behandelt. Dazu findet sich bei jeder Zeichenklärung eine ausführliche Mitteilung der Eigenschaften. Bis zu 6 Profilen trägt der untere Kartenrand. Teils sind es größere, geologische Profile, teils Wände von Gruben, Steinbrüchen, Felsen usw. — Die Aufnahmen sind so genau, daß es möglich scheint, Meliorationskarten danach zu zeichnen.

Die geologisch-agronomische Kartierung. Eine von A. MEITZEN nicht erwähnte Preisstiftung bei dem landwirtschaftlichen Zentralverein für den Regie-

¹ BERENDT, G. u. F. JENTZSCH: Geologische Karte der Provinz Preußen. 1:100000. Berlin 1867—1888.

² BENNIGSEN-FÖRDER, R. v.: Bodenkarte des Erd- oder Schwemmlandes und des Felslandes der Umgegend von Halle. Berlin 1876. Die Aufnahme ist 1864 bis 1867 erfolgt. Die Karten sind ohne Erläuterung erst nach dem Tode des Autors unter Oberaufsicht von Prof. Dr. A. ORTH, Berlin, gedruckt worden.

rungsbezirk Potsdam gab Veranlassung zu einer Kartierung, welche bedeutende Folgen hatte, worüber A. ORTH¹ etwa folgendermaßen berichtet: Der landwirtschaftliche Zentralverein setzte am 1. März 1861 einen Preis von 500 Talern Gold für das beste Werk einer Agrikulturgeognosie aus. Nächste der Agrikulturchemie und Physik habe die Geognosie für den Landbau die höchste Bedeutung, denn durch sie lerne man den Boden und seine Eigenschaften kennen, das eigentliche Fundament des Landbaues. Die Preisschrift solle eine landwirtschaftliche Bodenkunde, und zwar vorzugsweise eine Bodenkunde des norddeutschen Flachlandes sein, die sich auf wissenschaftlichem, besonders geologischem Fundament stütze. Sie solle ein Lehrbuch für den Landwirt sein. „In gemeinverständlicher Sprache wird sie die Entwicklungsgeschichte des Landbaues und seiner verschiedenen Formen, Viehzucht, Ackerbau, Waldbau, Gartenbau, unter dem Einflusse der geognostischen Verhältnisse, ebenso den Einfluß des Bodens auf die Bewohnbarkeit und Bevölkerung zu berücksichtigen haben. Die Schrift wird ferner eine mit den üblichen Bezeichnungen möglichst zu verbindende, allgemein gültige, für praktische Zwecke brauchbare Klassifikation des Bodens aufstellen, dessen ökonomischen Wert in Beziehung auf physikalische und geographische Lage und Klima, das Verhalten der Pflanzen zum Boden und überhaupt den Boden in allen seinen Beziehungen zur landwirtschaftlichen Kultur erörtern.“ Dies war aber ein hohes Ziel, das damals nicht zu erreichen war. Im Frühjahr 1867 wurde unter dem Einfluß der oben erwähnten Anregung des Landesökonomiekollegiums der Preis zum dritten Male ausgeschrieben, und zwar diesmal zur Herstellung einer geognostisch-agronomischen Karte. Den Preis hierfür erhielt die von A. ORTH ausgeführte geognostisch-agronomische Kartierung des Rittergutes Friedrichsfelde bei Berlin mit dem Vorwerk Karlshorst, die am 1. Dezember 1868 eingereicht wurde, aber erst im Jahre 1875 im Druck erschien. Eine grundsätzliche Erörterung dieser Arbeit hat A. ORTH² im Jahre 1869 als Habilitationsschrift in Halle benutzt. A. ORTH war nicht Geologe, sondern Landwirt, allerdings verraten seine damaligen Arbeiten ein erstaunliches Eindringen in die Geologie.

Von den 5 Karten, für welche A. ORTH den Preis erhielt, waren vier im Maßstabe 1:3000, eine im Maßstabe 1:3170 gehalten. Veröffentlicht sind sie im Maßstabe 1:5000, 1:10000 und 1:25000. Die Kartendarstellung ist außerordentlich sorgfältig. Mit den Hauptfarben ist die „geologische Grundlage“ angegeben, und zwar Diluvialsand, oberer Diluvialmergel, Sand des Plateaus und der Abhänge, Flugsand (Dünen), Spreetalsand, Wiesenmoor. Darauf sind mit Rastern die petrographischen Daten der Bodenprofile aufgetragen, z. B. lehmiger Sand über Lehm und Mergel, schwach humoser Sand über Sand, über Lehm und Mergel. Die Bodenprofile sind also flächenhaft angegeben. Außerdem aber ist mit Hilfe eines Viereckschemas an einzelnen Stellen eingetragen, was im einzelnen, besonders mit Hilfe der Analyse, über die Profile ausgesagt werden kann. Es bedeutet eine Zahl rechts außen vom Viereck die Mächtigkeit der Bodenartenschicht in Metern, eine Zahl links außen die Prozente an abschwemmbareren Teilen, eine Zahl in der Mitte den Glühverlust (Humus) in Prozenten, ein dicker waagerechter Strich die Grenze mit der geologischen Grundlage. Dann ist innerhalb des Vierecks mit feinen Punkten, feinen oder größeren Kreisen die Menge an Sand von 0,05—0,25 mm Korngröße bzw. von 0,25—0,5 bzw. über

¹ ORTH, ALBERT: Die geognostisch-agronomische Kartierung mit besonderer Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse Norddeutschlands und der Mark Brandenburg, erläutert an der Aufnahme von Rittergut Friedrichsfelde. Vorbericht, S. V—XII. Berlin 1875.

² ORTH, ALBERT: Die geologischen Verhältnisse des norddeutschen Schwemmlandes mit besonderer Berücksichtigung der Mark Brandenburg und die Anfertigung geognostisch-agronomischer Karten. Halle 1870.

0,5 mm in Prozenten angegeben. Jeder Punkt bedeutet 10%. Ferner wird mit *g*, *m*, *s* die gute, mittlere oder schlechte Mengung der Bodenbestandteile, mit Fe Eisenschuß und durch Eintragung von Zeichen die Eigenschaften „kalkhaltig, konchylienführend, in die Tiefe fortsetzend“ angegeben. Trotz der großen Zahl der Zeichen und Buchstaben sind die Profile ziemlich leicht zu lesen. Die Laboratoriumsanalysen sind im ganzen so einfach, daß man sie auch draußen ausführen könnte, wenn sie dabei auch weniger genau ausfallen würden. Außer den Rastern und den Vierecken sind an vielen Stellen die Profile oder wenigstens die Mächtigkeit der Oberkrume noch mit Buchstaben und Zahlen eingetragen. Es wird also der größte Wert auf die genaue Darstellung der Bodenprofile, allerdings in der Hauptsache nur in physikalischer und petrographischer Hinsicht, gelegt. Zur Charakteristik des Bodens ist am Rande angeführt, daß ein Boden mit 0—5% abschwemmbareren Teilen ein ungebundener Sandboden, ein solcher mit 5—10% ein schwach lehmiger Sandboden usw. sei, eine Oberkrume von 5—10 cm Mächtigkeit sei sehr flach usw., eine Neigung von 1—2,5° flach abfallend, eine solche von 2,5—5° abhängig usw. Mit blauen Buchstaben und Zahlen ist auf der Karte die Feuchtigkeit des Bodens eingetragen, W_0 bedeutet sehr trocken, W_1 trocken usw. Die Topographie berücksichtigt landwirtschaftlich Wichtiges in besonderem Maße: außer Wegen, Bahnen, Wasserläufen, Gräben, Bäumen, Gebäuden, Acker, Wiese, Weide, Wald, roten Höhenlinien in 1,6 m (5 Fuß) Abstand, z. T. mit Zwischenkurven, Grenzen verschiedener Kulturarten, Grenzen annähernd gleicher Kulturbezirke (die mit Buchstaben bezeichnet sind), die Stellen, an denen Flugsand den Boden beeinflusst und verschlechtert. An Maßstäben sind vorhanden, solche für Meter, Ruten, Schritt, die Böschung für die Niveaulinien bei 5 Fuß Abstand, ferner die Fläche eines Hektars und eines Morgens. Es ist erstaunlich, daß bei so viel Eintragungen die Karte des Rittergutes Friedrichsfelde nicht etwa überladen wirkt, sondern recht klar und einfach aussieht. Allerdings verlangt sie bei ihrer Benutzung ein sorgsames Studium, denn mit „einem Blick“ ist nichts erreicht und kann auch bei der nun einmal vorhandenen außerordentlichen Kompliziertheit des Bodens als eines naturwissenschaftlichen Gebildes und bei seinem überall stark auftretenden, beständigen Wechsel nichts erreicht werden. Eine dritte Tafel zeigt geologische, hydrologische, bodenkundliche Schnitte durch das Gelände in 1:10000 Längenmaßstab und wechselnden Höhenmaßstäben. Man sieht z. B. gut gemengten lehmigen Sandboden über schlecht gemengtem Diluviallehm über Diluvialmergel liegen. Eine dritte Karte im Maßstab 1:10000 enthält die Ergebnisse der Reinertragsschätzung zur Grundsteueranlagung, nämlich die Parzellenflächen der verschiedenen Kulturarten mit ihrer Klassenbezeichnung und in einer Tabelle ihren Reinertrag für den Morgen in Silber Groschen. Die vierte Karte im Maßstabe 1:25000 sieht von dem Eintragen der Profile auf die Flächentafel ab, sie gibt nur die wichtigsten Durchschnittsprofile am Rande an. Durch Nummern ist ihre Lage im Gelände bezeichnet.

Die Erläuterung umfaßt außer dem Vorbericht von 23 Seiten und einem Inhaltsverzeichnis von 10 Seiten 176 Seiten Text. Der erste, allgemeinere Teil, betitelt „Die geologischen Verhältnisse des norddeutschen Schwemmlandes und die Anfertigung geognostisch-agronomischer Karten mit besonderer Berücksichtigung der Mark Brandenburg und des Rittergutes Friedrichsfelde bei Berlin“, umfaßt 47 Seiten, die analytischen Belege und Folgerungen etwa 73 Seiten, die geognostisch-agronomische Kartierung im besondern 13 Seiten und der vierte Teil „Die Beziehungen zum Wirtschaftsbetriebe“ den Rest. Bemerkenswert ist die Feststellung, daß die Petrographie der Maßstab für die agronomische Beurteilung sei. Bereits früher hatten FALLOU, GIRARD, LORENZ u. a. diesen Satz vertreten, und er ist bis heute noch in Deutschland sowohl bei

der geologisch-agronomischen Kartierung als auch bei der Laboratoriumsuntersuchung der Böden überwiegend in Geltung geblieben, obwohl die Entwicklung der Bodenkunde in Rußland und während der letzten Jahre auch in Deutschland, wie überhaupt ganz allgemein, gezeigt hat, daß er nicht zutrifft. Der lange Weg der ORTHschen Kartierungsweise hat dies klar erwiesen.

Die Arbeit über Friedrichsfelde fiel in die Zeit hinein, in welcher infolge der oben erwähnten Anregung des Landesökonomiekollegiums die Kartierung des Flachlandes für landwirtschaftliche Zwecke viel erörtert wurde. Auch A. ORTH¹ beteiligte sich an dieser Erörterung. Er verwies dabei auf die Karten der Preußischen Geologischen Landesanstalt in der Provinz Sachsen und Thüringen und auf G. BERENDTS geologische Aufnahme der Provinz Preußen, aus denen bereits viel Nützliches für Bonitierungszwecke zu entnehmen sei, obgleich sie hierzu nicht genügen könnten. Der Boniteur habe vieles ins Auge zu fassen, was auf der geologischen Karte in der notwendigen Klarheit nicht zum Ausdruck zu bringen sei, wie z. B. die Zusammensetzung, Lagerung, Mächtigkeit und Lage des Bodens. Es sei dies die Aufgabe der eigentlichen Bodenkarten, die am besten von besonderen pedologischen Anstalten des Staates auszuführen seien.

Bereits im Jahre 1873 trat auf Veranlassung des preußischen Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten ein Ausschuß zusammen, welcher A. ORTH die Ausarbeitung einer geologisch-agronomischen Musteraufnahme im Maßstab 1:25000 übertrug. Gewählt wurde die Gegend von Rüdersdorf bei Berlin, welche bereits vorher von H. ECK geologisch kartiert war². Diese Karten wurden maßgebend für die spätere geologisch-agronomische Kartierung der Preußischen Geologischen Landesanstalt, der sich nach und nach die übrigen geologischen Landesanstalten der deutschen Bundesstaaten anschlossen. Von der geologischen unterscheidet sich seitdem die geologisch-agronomische Karte durch die Eintragung der Bodenprofile mit roten Buchstaben auf die Fläche der geologischen Schichten. Das Profil wurde entweder in natürlichen Aufschlüssen oder mit dem Bohrer bis 2 m Tiefe ermittelt. Die Auftragung gilt bei

ORTH entweder für eine Fläche z. B. auf Geschiebemergel $\frac{LS\ 5-18}{L}$ (die Zahl für dm) oder für den örtlichen Aufschluß, z. B. $\frac{S\ 13}{M}$ oder $\frac{g\ S\ 6}{LSK\ 3}$ ($gS =$ ge-

mengter Sand, $K =$ Kies). Typische Bodenprofile wurden am Rande durch eine Zeichnung wiedergegeben. In der Anordnung der Erklärung und Durcharbeitung der Bezeichnungen für geologische oder agronomische Zwecke und der Buchstabenwahl für die Bodenprofile hat allmählich die Praxis einige geringfügige Änderungen gebracht. In der Hauptsache sind die geologisch-agronomischen Karten bis zur Gegenwart dem Typus der ORTHschen Karten unverändert gefolgt. In den Erläuterungen geht ORTH sehr ausführlich auf die praktische Verwendbarkeit der Karte ein. Es werden Folgerungen gezogen für die Ansiedlungen, das Verhältnis von Wald, Feld und Wiese, für Bodenwert und Bodenkultur [a) Wert und Kultur der Wiesen, b) Wert und Kultur des Ackerlandes, c) Wert und Kultur des Waldbodens], Materialien für Industrie und Technik. Ähnliche Beiträge sind auch später bei geologisch-agronomischen Spezialkarten von Landwirten gelegentlich gegeben worden, so z. B. zu G. KLEMMs geologisch-agronomischer Untersuchung des Gutes Weilerhof bei Darmstadt eine

¹ ORTH, A.: Der Untergrund und die Bodenrente mit Bezug auf einige neuere geologische Kartenarbeiten. Vgl. Neue Jb. Min. 1873, 972 u. 973.

² ORTH, A.: Rüdersdorf und Umgegend. Auf geognostischer Grundlage agronomisch bearbeitet. Abh. geol. Landesanst. v. Preußen 2, 2. 114 S. 1 Karte. Berlin 1877.

ausführliche Auswertung¹ vom Besitzer des Gutes G. DEHRINGER. Im allgemeinen ist aber die landwirtschaftliche Erläuterung nur kurz. Erst in neuerer Zeit sind wieder von Diplomlandwirten ausführlichere Erörterungen, auch zu einzelnen Gebirgskartenblättern, gegeben worden, und zwar zumeist durch Mitteilung von Erträgen, wenn auch nicht der kartierten Böden selbst, so doch derjenigen des ganzen Blattes, der Gemeinden, der Gegend usw. Recht eingehend hat A. ORTH auch den analytischen Teil in seiner Erläuterung gestaltet. Außer chemischen Analysen der Triasgesteine werden Voll- und Teilanalysen der Diluvialgesteine und der daraus entstandenen Böden, auch viele Körnungsanalysen, Bestimmungen der Gesteins- und Mineralgemengteile wiedergegeben. Ganz allgemein sind diese hohe Wertschätzung und Verwendung der Laboratoriumsarbeit in den Erläuterungen und zumeist auch die von ORTH angegebenen Analysenmethoden geblieben; gelegentlich tauchen neue auf und andere verschwinden. Aber im Prinzip hat sich kaum etwas geändert, denn es handelt sich stets um die petrographische Untersuchung der Böden und ihrer Muttergesteine.

Die neue Kartierung wurde nach ihrem Erscheinen zunächst in der Landwirtschaft recht freudig begrüßt. So bespricht H. HELLRIEGEL² in einer Arbeit unter dem Titel „Ein wichtiges Geschenk des preußischen Handelsministeriums für die Landwirtschaft“ die Rüdersdorfer Karte für sich und auch im Vergleich mit der von Friedrichsfelde recht zustimmend. Von rein methodischem Standpunkt fragt H. HELLRIEGEL, ob die für Rüdersdorf gewählte mehr punktmäßige Darstellung des Bodenprofils oder die für die Karte 1:25000 von Friedrichsfelde im Anschluß an die von 1:5000 gewählte flächenmäßige die richtigere sei. Er verkennt zwar nicht den Wert der punktmäßigen, tritt aber doch auch für die flächenmäßige ein. Es ist das eine wichtige Kernfrage der Kartendarstellung, denn dadurch, daß die Flächendarstellung den geologischen Eigenschaften zuerkannt wird und somit sich das aufgelockerte, mehr lokale, nicht flächenmäßig dargestellte Bodenprofil auf dem Untergrunde erhebt, kommt ohne Zweifel die Agronomie zu kurz. Sowohl die Halleschen Karten von v. BENNIGSEN wie ORTHs Friedrichsfelder sind darin besser. Für den Fall, daß bei der punktmäßigen Darstellung geblieben würde, wünscht H. HELLRIEGEL wenigstens die Bevorzugung typischer, weiter verbreiteter von den lokalen durch andere Farben oder größeren Druck. Dem Wunsche ist später dadurch Rechnung getragen worden, daß nur noch typische Profile auf die Karte gebracht wurden.

Auch R. BRAUNGART³ begrüßte diese Kartierungsweise „als einen der bedeutsamsten Erfolge des heutigen Standpunktes der landwirtschaftlichen Naturforschung, der modernen Landbauwissenschaft, als einen Erfolg, ebenbürtig den höchsten Leistungen der älteren Schwestern“. Er wünscht aber eine Wiedergabe und Aufnahme der spontanen Flora in die Profildarstellung, um das Profil ins Leben zu übersetzen. Die Wurzeltiefe der Gewächse erscheint ihm als wichtiger Gegenstand. (Bei einigen seiner Karten hat 1927/28 A. TILL, Wien, diesen Wunsch aus seiner eigenen Anschauung heraus befriedigt, vgl. Österreich.)

Wenn demgegenüber anderslautende Ansichten von Hauptvertretern der heutigen Landwirtschaft geäußert worden sind, so ergibt sich daraus, daß die Kartierung nicht das gehalten hat, was sich A. ORTH von ihr versprach. F. AERE-

¹ KLEMM, G.: Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof (Wolfskehlen bei Darmstadt). Nebst Anhang über die Bewirtschaftung der verschiedenen Bodenarten von G. DEHRINGER. Abh. Großh.-Hess. Geolog. Landesanst. Darmstadt 3, 1 (1897).

² HELLRIEGEL, H.: Ein wichtiges Geschenk des preußischen Handelsministeriums für die Landwirtschaft, 7 S. Bernburg 1877.

³ BRAUNGART, R.: Die geognostisch-agronomische Kartenaufnahme im preußischen Staate. Z. landw. Ver. in Bayern 1878. Sonderabdruck, 12 S.

BOE¹ lehnt nämlich den mineralogisch-geologischen Ballast der Bodenkunde, der für die Landwirtschaft keinerlei Bedeutung habe, ab und erwähnt auch nicht die Benutzung der geologisch-agronomischen Karten bei der Taxation der Landgüter, auf welche von A. ORTH und den übrigen landwirtschaftlichen Verfechtern der Karten ein so großer Wert gelegt wurde.

Im Anschluß an eine Polemik zwischen seinem Schüler SCHWARZ² und W. WOLFF³ als Vertreter der Preußischen Geologischen Landesanstalt spricht sich E. A. MITSCHERLICH⁴ über die Bedeutung geologisch-agronomischer Karten für den Landwirt recht abfällig aus, denn er sagt: Es komme für die Pflanzen, die heute auf dem Boden wachsen, gar nicht darauf an, wie der Boden vor Jahrtausenden einst entstanden sei. Die Pflanzenerträge richten sich vielmehr danach, wie der Boden heute ist. Was fehle, sei die Wiedergabe der Beziehungen zwischen Boden, Wachstum der Pflanze und Pflanzenertrag. Diese Beziehung könne hergestellt werden durch die Kartierung von Feldversuchen, von welchen unzählige nicht ausgewertet werden könnten, weil sie infolge starken Wechsels der Bodeneigenschaften zu ungleichmäßig ausgefallen seien. Auch das Studium des Einflusses des Untergrundwasserstandes auf die Kulturpflanzen wäre ein gemeinschaftliches Arbeitsgebiet. „Die geologisch-agronomischen Karten dürften für den Landwirt nur mehr einen allgemein bildenden als einen wirtschaftlichen Wert besitzen.“ — Es wird bei solchen absprechenden Urteilen zumeist übersehen, daß die geologisch-agronomischen Karten nicht von Geologen, sondern von dem Landwirt A. ORTH erdacht worden sind, der seinerseits wohl in der Lage zu sein glaubte, den Zusammenhang zwischen den Pflanzen und dem auf der geologisch-agronomischen Karte dargestellten Boden zu finden. Nachdem die Kartierung von den geologischen Landesanstalten aufgenommen worden war, sind dann allerdings viele Geologen berufsmäßig für den praktischen Wert der Karten eingetreten. Auf die zahlreichen Arbeiten hier einzugehen, ist aus Raummangel unmöglich. Sie wiederholen immer wieder das, was schon A. ORTH in seinen grundlegenden Kartenerläuterungen darüber gesagt hat, und was auch K. KEILHACK⁵ in der offiziellen Einführung in das Verständnis der geologisch-agronomischen Karten darüber äußert: Dem Landwirt gewähren sie einen Einblick in die Zusammensetzung seines Bodens bis auf mindestens 2 m Tiefe und eröffnen ihm dadurch die Möglichkeit, die in seinem Gebiete vorhandenen Bodenschätze zu übersehen und zweckmäßig zu verwerten. Hierbei handelt es sich in erster Linie um das Vorkommen von solchen Bildungen, die als natürliche Meliorationsmittel, als Mergel, Verwendung finden können. Weiter bietet die Karte dem Landwirt Gelegenheit, die Zweckmäßigkeit seiner Schlag-

¹ AEREBOE, F.: Die Taxation von Landgütern und Grundstücken, S. 370—387. Berlin 1912.

² SCHWARZ, B.: Untersuchungen über den Wert der geologisch-agronomischen Karten für die praktische Landwirtschaft. (Unter Berücksichtigung der Verhältnisse auf dem Blatt Bartenstein.) Geol. Arch. Königsberg i. Pr. 1, 35—52, 57—64 (1923).

³ WOLFF, W.: Die Bedeutung der geologisch-agronomischen Karten für den Landwirt. Geol. Arch. 2, 213—218 (1928).

⁴ MITSCHERLICH, E. A.: Die Bedeutung geologisch-agronomischer Karten für den Landwirt. Geol. Arch. 3, 110—113 (1924). Vgl. demgegenüber E. BLANCK: Bd. 1 dieses Handb. S. 12.

⁵ KEILHACK, K.: Einführung in das Verständnis der geologisch-agronomischen Karten des norddeutschen Flachlandes. Eine Erläuterung ihrer Grundlagen und ihres Inhaltes, 3. Aufl. Berlin 1902. Sehr bemerkenswert ist in der „Einführung“ eine Entkalkungskarte. — Eine gründliche Erörterung der Bedeutung der geologisch-agronomischen Karte für den Landwirt und einen Vergleich mit landwirtschaftlichen Erträgen, Maßnahmen und der Bonitierung von 1861 gibt TH. WÖLFER: Die geologische Spezialkarte und die landwirtschaftliche Bodeneinschätzung. Abh. Preuß. Geol. Landesanst., N. F. 11. Berlin 1892.

einteilung zu prüfen und eventuell zu verbessern. Auch die Fruchtfolge dürfte oft einer Revision unterworfen werden können. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung, welche in den Erläuterungen niedergelegt sind, lassen auch das Fehlen oder Vorhandensein wichtiger Pflanzennährstoffe erkennen. Besonders groß ist der Wert der Karten für solche Landwirte, welche sich in einer ihnen unbekanntem Gegend ankaufen wollen. Auch für Meliorationsarbeiten, Berieselungsanlagen, Entwässerungsarbeiten, Verkoppelungen vermag die Karte Nutzen zu stiften. Für den Forstwirt liegt die Bedeutung der Karte darin, daß sie den Untergrund bis 2 m Tiefe zur Darstellung bringt, welche das Fehlen oder Vorhandensein eines wasserhaltenden, nährstoffreichen Untergrundes zeigt.

Von Geologen, die mit guten Gründen die Trennung der geologisch-agronomischen Karten in eine geologische und eine agronomische gefordert haben, sei auf O. M. REIS¹ verwiesen. Nach eingehender Besprechung der beiden Arbeitsgebiete stellt er fest, daß die Aufgabe des Agronomen anfängt, wo die des Geologen endet.

Den im ganzen heute noch zutreffenden Stand der geologisch-agronomischen Kartierung in Preußen, Hessen und Bayern geben die Arbeiten wieder, welche W. WOLFF², W. SCHOTTLER³, F. MÜNCHSDORFER⁴ in MURGOCIS Werk über den Zustand des Studiums und der Kartierung der Böden in verschiedenen Ländern beschreiben. W. WOLFF berichtet: Die Aufnahmen werden von Geologen ausgeführt, die den Boden bis 2 m Tiefe abbohren lassen. Die Bohrungen dienen teils zur Feststellung der oberirdischen und Untergrundgrenzen der verschiedenen geologischen Formationen, teils zur genauen Ermittlung der agronomischen Beschaffenheit einer und derselben Bildung. Die Zahl der Bohrungen schwankt je nach den örtlichen Verhältnissen zwischen 1000 und 6000 auf einem Kartenblatt von etwa 100 km². Bei Moor- und Kalklagern werden die Bohrungen bis zum Liegenden ausgedehnt. Außerdem zieht der aufnehmende Geologe möglichst genaue Erkundigungen über die wirtschaftlichen Eigenschaften jeder Bodenart ein. Für die Untersuchung der Böden im Laboratorium werden Proben von 1 kg nach sorgfältiger Auswahl genommen. Es müssen besonders typische Böden, wenn möglich im Urzustande, sein. Seit 1923 sind auch Versuche unternommen, die Bodenreaktion gleich bei der Aufnahme zu ermitteln. Doch haben sie zu keinem dauernd erfolgreichen Ergebnis geführt. Die weitere Arbeit erfolgt in der Geologischen Landesanstalt. Hier werden die Ton-, Lehm-, Sand-, Kies-, Kalkböden, Moorerden, zusammengeschwemmte Bildungen mit Schraffuren auf die Farben der geologischen Formationen eingetragen. Außerdem werden eventuell Ortstein und Raseneisenstein eingetragen, bei den Sandböden die Körnung durch engere und weitere Stellung der Punkte, der Kiesgehalt durch Kreise, Geschiebe durch Kreuzchen angedeutet. 7 Kombinationen von Sand, Kies und Geröll werden angewandt, deren Ermittlung der traditionellen Schulung der Geologen überlassen bleibt. Bis 1901 wurden besondere Bohrkarten veröffentlicht und dazu die Profile in besonderen Listen beigegeben, in welchen die unterschiedenen Bodenschichten durch Symbole, ihre Mächtigkeit durch Dezimeterziffern bezeichnet wurden. Aus sämtlichen Profilen einer einheitlichen Bodenfläche, z. B. einer Lehm- oder Sandfläche, werden außerdem Durchschnittsangaben berechnet und

¹ REIS, O.: Geologisch-agronomische oder geologische und agronomische Aufnahmen? Vjschr. Bayer. Landw.rats 1907, Erg. zu H. 1, 22.

² WOLFF, W.: Die Agrogeologie im Rahmen der geologischen Arbeiten der Preußischen Geologischen Landesanstalt. Etat de l'étude et de la cartographie des sols. Bukarest 1924, 57—64.

³ SCHOTTLER, W.: Die bodenkundlichen Arbeiten in Hessen-Darmstadt. Ebenda, S. 53—56.

⁴ MÜNCHSDORFER, F.: Die agrogeologischen Karten Bayerns I : 25000. Ebenda, S. 10.

mit roten Buchstaben und Ziffern auf die Karte eingetragen. Die Zahl dieser Angaben schwankt im allgemeinen zwischen 50 und 200 auf einer Karte. Am Rande werden dann weiter die wichtigsten Bodenprofile mit ihren geologischen und ihren agronomischen Symbolen angegeben. In der Legende werden nicht nur Alter und geologischer Charakter jeder Schicht, sondern auch der agronomische Charakter derselben vermerkt. Der Schwerpunkt der agronomischen Darstellung eines Kartengebietes liegt in dem bodenkundlichen Teil der zugehörigen Erläuterung. Hier sind die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen im Laboratorium zusammengestellt und diese zusammen mit den Felderfahrungen ausgewertet. Außer den normalen Kartierungen 1:25000 werden auf Antrag auch Spezialaufnahmen von Gütern im Maßstabe 1:10000, 1:5000 nach den gleichen Grundsätzen ausgeführt, doch sind alle Feststellungen detaillierter, die Zahl der Bohrungen größer. Hierbei werden auch von besonderen Fachleuten Säurekarten aufgenommen (s. weiter unten). Eine weitere Arbeit ist die Spezialaufnahme der Moore und Ödländereien nach einem in Bremen ausgearbeiteten Kataster, der als Unterlage der großen amtlichen Kultivierungspläne der Ödländereien dienen soll.

W. SCHOTTLER schildert die ähnlichen Untersuchungen der Hessischen Geologischen Landesanstalt. Als besondere Arbeiten erwähnt er die bodenkundliche Feststellung der Ursachen der Gelbsucht bei den Weinstöcken, ferner die Sammlung von Bodenproben der hessischen Böden.

Die Bodenaufnahme und Kartendarstellung in Bayern ist etwas andere Wege gegangen. F. MÜNICHSDORFER beschreibt sie folgendermaßen: Erst 1910 wurde die Bodenkartierung in Bayern aufgenommen. Sie geschieht im Maßstabe 1:5000, die Kartenblätter wurden, auf 1:25000 verkleinert, veröffentlicht. Für Interessenten werden Kopien der Karten im Maßstabe 1:5000 angefertigt. Die Handbohrungen werden bis 1 $\frac{1}{2}$ m Tiefe ausgeführt. Ihre Zahl beträgt 2500—3000. Zur Prüfung der Gesteine und Böden im Freien wird auch die Bestimmung der Wasserkapazität nach КОРЕЦКЫ, des Porenvolumens und der Luftkapazität herangezogen. Bei der Kartendarstellung liegt eine eigene Art, den Untergrund darzustellen, vor, sie besteht darin, daß in der durch Farbe oder Signatur dargestellten Oberschicht Ausparungen gemacht werden in Form von parallelen Streifen von links oben nach rechts unten. Diese Untergrundstreifen kennzeichnen durch Farbe und Signatur das Alter und die Beschaffenheit der Untergrundschichten. Die Laboratoriumsuntersuchung benutzt mehr physikalische Verfahren als die der anderen Landesanstalten. In ihren Erläuterungen ist der bodenkundlich-praktische Teil weit ausgedehnter, die landwirtschaftliche Beurteilung wird durch Landwirte, die forstwirtschaftliche durch Forstleute ausgeführt. Auch ein wetterkundlicher Teil wird beigelegt.

Die Württembergische Geologische Landesanstalt¹ hat das Gebirgsland ebenfalls agronomisch aufgenommen, nicht nur das Flachland, wie Preußen. A. SAUER² hat auch, wie schon früher H. THÜRACH³ in Baden, eine Übersichtskarte der Bodenarten Württembergs herausgegeben, deren Haupteinteilung den Kalk- und den Kaligehalt der Böden benutzt. Auf H. THÜRACHS badischer Karte lautet die Einteilung: I. Kalkreiche Böden: Kalksteinböden, Molasseböden, LÖB- und Lößlehm Böden, Moränenböden, Böden der Rheinebene. II. Kalk- und meist kalireiche Böden: Basalt- und Phonolithböden, Mergelböden des Keupers und

¹ SAUER, A.: Über die Darstellung der Bodenverhältnisse auf den geologischen Spezialkarten des Königreichs Württemberg nach neuen Grundsätzen. Ber. Hauptvers. dtsh. Forstver. Ulm 1910, 160—169.

² SAUER, A.: Die Hauptbodenarten Württembergs. Ernährg. Pflanze, Berlin, 6, Nr. 24 (1911).

³ THÜRACH, H.: Übersichtskarte der Bodenarten des Großherzogtums Baden nach ihrem charakteristischen Nährstoffgehalt. 1:400000. Nach 1894. Neu hrsg. v. d. Bad. Geol. Landesanst. Heidelberg 1926. Maßstab 1:200000.

Lias. III. Kalireiche und kalkarme Böden: Gebirgsböden, Arkose- und Schiefer-tonböden, Porphyrböden. IV. Kalkfreie und kaliarme Böden: Buntsandstein.

Die Sächsische Geologische Landesanstalt¹ hat neuerdings eine Übersichtskarte der Hauptbodenarten des Freistaates Sachsen im Maßstabe 1:400000 herausgegeben, nachdem bereits vorher F. HÄRTEL² eine schematische Übersichtsskizze der Hauptbodenarten des Freistaates im Maßstabe 1:500000 veröffentlicht hatte. Diese letztere enthält 17 Hauptarten, und zwar eine sorgsame Unterscheidung der verschiedenen Sand-, Lehm-, Tonböden mit geologischen Gesteinsbezeichnungen, ferner anmoorige und Moorböden. Die Erläuterungen zur Übersichtskarte bringen auch eine vereinfachte Übersichtskarte der Hauptbodenarten Sachsens im Maßstab 1:1,5 Millionen mit 6 Hauptbodenarten ohne geologische Bezeichnungen, ferner eine schematische Übersichtsskizze der Verbreitung der natürlichen Bodentypen Sachsens von G. KRAUSS und F. HÄRTEL und drei meteorologische Karten.

Die Kartierung J. HAZARDS. Aus der geologisch-agronomischen Kartierung hat sich, wenn auch in einem gewissen Gegensatz zu der üblichen, die Bodenkartierung J. HAZARDS³ entwickelt. J. HAZARD führte sorgfältige Beobachtungen des Gedeihens der land- und forstwirtschaftlichen Kulturpflanzen auf den verschiedenen Böden aus. Unter vorsichtiger Ausscheidung aller Fehlerquellen fand er für die Dresdener Gegend, daß, vom Tonboden ausgehend, bei einer allmählichen Zunahme des Sandes und der Korngröße des letzteren, und zwar so weit, bis zuletzt daraus ein reiner Sandboden resultiert, folgende Kulturpflanzen zu gedeihen vermögen: Wiesengräser, Weizen, Kraut, Gerste (Klee, Zuckerrübe), Hafer, Roggen, Kartoffeln (Buchweizen), Lupine, Kiefer. (Eine Reihenfolge, die auch sonst häufig gilt, allgemein ist sie allerdings nicht.) Die Entstehung dieser Böden aus den verschiedenen Gesteinen beruht auf mancherlei Gesetzmäßigkeiten, von welchen J. HAZARD klar den Wert der Oberflächen-gestaltung erkannte. „Jede Schwankung in der Gestaltung der Oberfläche bedingt neben der lokal zur Geltung kommenden ungleichen Verteilung des Meteorwassers eine abweichende Zusammensetzung des Bodens und somit einen andern Kulturwert desselben. So vermögen beispielsweise lokal innerhalb des aus Grauwacken entstandenen Bodens sämtliche landwirtschaftlichen Gewächse mit alleiniger Ausnahme des Weizens gleich gut zu gedeihen. Diese Erscheinung bekundet sich jedoch nur auf dem Boden kleiner Depressionen der Oberfläche. Innerhalb einer ganz ebenen Bodenfläche hingegen gedeihen nur Hafer und die noch geringere Ansprüche an den Boden stellenden Roggen, Kartoffeln und Lupinen sicher, während Kraut, Gerste und Klee ausgeschlossen sind. Innerhalb einer Abdachung ist lokal nur noch der Anbau der Kartoffeln und anderwärts sogar nur die Lupine zulässig; es liegt somit hier ein Unterschied des Bodenwertes vor, wie er beispielsweise zwischen einem Lehmboden einerseits und dem ärmsten Sandboden andererseits bei ebener Lage nicht größer sein kann. Die Ursache dieser oft schon auf kurze Distanz sich bekundenden abweichenden Zusammensetzung des Ackerbodens beruht auf der Abschwemmung der feineren, namentlich der tonigen Teile von den Anhöhen und ihrem Wiederabsatz in den Vertiefungen der Oberfläche.“ An anderer Stelle heißt es über

¹ HÄRTEL, F.: Erläuterungen zur Übersichtskarte der Hauptbodenarten des Freistaates Sachsen im Maßstab 1:400000. Leipzig 1930.

² In H. VATER u. G. KRAUSS: Vorschläge zu einer orographischen Abgrenzung der natürlichen Wuchsgebiete Sachsens. Tharandter forstl. Jb. 1928, 322, 323.

³ HAZARD, J.: Die Geologie in ihren Beziehungen zur Gegenwart. Ztschr. dtsh. geol. Ges. 43, 811—818 (1891). — Die geologisch-agronomische Kartierung als Grundlage einer allgemeinen Bonitierung des Bodens. Landw. Jb. 29, 805—911 (1900).

den verwitternden Keupermergel: Dieser produziert „bei verschieden starker, aber gleich gerichteter Neigung der Oberfläche hier nur Roggen, dort zugleich Hafer, anderwärts außerdem Klee und stellenweise vorzüglichen Weizen. Die Untersuchung der verschiedenen, an den Flanken sämtlicher Hügel mit Beständigkeit wiederkehrenden, von jenem Mergel produzierten Bodengattungen lehrt sehr mannigfaltige Gebilde kennen, die in ihrer Zusammensetzung von groben Mergelbrocken bis zu plastischem Tone alle Zwischenstufen durchlaufen. Die Verwitterung des Keupermergels ist nämlich durch Auslaugung des kohlen-sauren Kalks überall auf die Bildung von Ton gerichtet; letzterer wird aber von den höheren Partien einer Bergelehne durch das Meteorwasser beständig weggeschwemmt und am Fuße derselben wieder abgesetzt.“ Solche durch lange Jahre hindurch währenden Beobachtungen stellte J. HAZARD zu Tabellen¹ zusammen, welche als Bestimmungsschlüssel für Böden auf entsprechenden Gesteinen, in einem entsprechenden „Klima“ (dieses als Sammelbezeichnung für gewisse natürliche Pflanzenvereine gedacht) bei entsprechender natürlicher Wasserführung und entsprechender menschlicher Arbeit gelten können.

Auf dieser bodenkundlich-pflanzenphysiologischen Beobachtung hat J. HAZARD seine neue Kartierung aufgebaut, mit welcher er dem Praktiker unmittelbar ein Rezept in die Hand geben wollte, nach dem er bei dem Anbau des Bodens zu verfahren habe. Der wesentliche Unterschied zwischen der offiziellen geologisch-agronomischen Kartierung und der von HAZARD erdachten liegt darin, daß jene sich mit der rein wissenschaftlichen Statistik der Bodeneigenschaften auf der Karte begnügt — die praktischen Vorschläge in den Erläuterungen sind selbst bei A. ORTH zu allgemein —, während HAZARD auch seine praktischen Vorschläge kartenmäßig durchführt. Das ist einer der fundamentalsten Fortschritte auf dem Gebiete der Bodenkartierung, der sie praktisch wertvoll gemacht hat. Für Land- und Forstwirtschaft hat HAZARD diese Methode durchgearbeitet.

Die landwirtschaftliche Aufnahme wird an der des Rittergutes Dittersbach in der Lausitz erläutert. Die erste Karte enthält die Aufnahme der frühreifen Gewächse im Erntebestande der Jahre 1897 und 1899. Der Maßstab ist wie der der Gesteins-, Boden- und Schlägekarte 1:10000. Man sieht große Stellen des Erntebestandes, welche in trockenen Sommern frühreif waren und damit auf schnelles Austrocknen und schlechtes Wasserhaltungsvermögen des Bodens hindeuten.

Die zweite Karte ist eine Gesteinskarte, auf welcher die verschiedenen Gesteine mit ihren bei den einzelnen meist verschiedenen Bodenarten geologisch-agronomisch kartiert sind. Die topographische Grundlage zeigt diesmal Isohypsen mit Abständen von 5 bzw. 10 m. Nur im schwach lehmigen Sand des Quadersandsteins und in diluvialen Lehmen mit drei verschiedenen Ausbildungen sind Bohrungen auf der Karte angegeben, deren Zahl über einem Striche die Mächtigkeit der oberflächlichen Gesteinsschicht feststellt, während unter dem Striche Buchstaben das Untergrundgestein bedeuten.

Die dritte Karte ist die Bodenkarte, welche nun schon das Ergebnis aus der in Art der Bestimmungstabelle ausgeführten Beurteilung ist. Sie enthält die landwirtschaftlichen Bodenarten (Kartoffelboden, Roggenboden usw.), bei deren Farbenerklärung angegeben ist, für welche Früchte die Böden hauptsächlich geeignet sind, z. B. der Kartoffelboden für Kartoffeln, Lupine, Wintergerste und mittelmäßigen Roggen, der Roggenboden für Kartoffeln, Wintergerste, Roggen, der Haferboden für die vorigen und Hafer, der Kleeboden für die vorigen,

¹ Ausführlich auch abgedruckt in H. STREMMER: Grundzüge der praktischen Bodenkunde, Tafel 1. Berlin 1926.

ferner für Rotklee und Sommergerste, die drei verschiedenen Weizenböden für die vorigen, ferner für Zuckerrüben und Weizen und in tiefen bzw. nassen Lagen für Wiesen. Auf dieser Grundlage ist dann die neue Schlägeinteilung entstanden, welche die zueinander gehörigen Böden nach Möglichkeit so zusammenfaßt, daß der landwirtschaftliche Betrieb nicht durch Bodenverschiedenheit gestört wird und regelrecht vonstatten gehen kann. Die Stellen der frühreifen Gewächse sind soweit als möglich zu besonderen Schlägen gemacht, wobei auf die Ursache der frühen Reife, soweit sie vom Boden abhängt, Bezug genommen ist. Es ist vielfach die Gehängeneigung, welche den Regen- und Schneewässern gestattet, die Krume zu enttonen und sie selbst auch fortzuführen. Diesem Abschlämmen wird durch die Anlage von Schutzvorrichtungen entgegen gewirkt, deren Lage, Linienführung, Breite auf dieser Karte z. T. schon angegeben sind.

Die vierte Karte ist die Schlägekarte, auf welcher die auf der Bodenkarte bereits skizzierte Neueinteilung der Schläge vollständig durchgeführt wird. Die neuen Schläge sind mit Nummern und Größenangaben in Hektar durch Zahlen angegeben. Mit Farben sind die Böden nach ihrem Nutzwerte als Kartoffel- und Roggenboden, Haferboden, Kleeboden, Weizenboden und „Wiesen sowie beraste Vorränder und Böschungen“ bezeichnet. Strichelung gibt die Richtung der Beete und Zeilen an, Einzelstriche mit Pfeil „Streifen, welche mittels Wendepfluges zu bearbeiten sind“. Die Richtung des Pfeils bedeutet, wohin der Boden zu wenden ist, d. h. der Gehängeneigung entgegen. Die Schutzvorrichtungen gegen die Abschwemmung des Bodens sind jetzt genau eingezeichnet; es sind Mulden, einfache und mit Kirschbäumen bepflanzte Böschungen.

Die fünfte Karte von Dittersbach endlich enthält einen sechsjährigen Anbauplan in kleinerem Maßstabe. Auf sechs Einzelkärtchen ist für jedes der 6 Jahre HAZARDS Vorschlag der Fruchtfolge mitgeteilt. J. HAZARD empfiehlt Roggen (z. T. mit Zottelwicken), Weizen, Gerste, Hafer (z. T. in Gerstenboden), Rotklee, Klee mit Gras, Kartoffeln (z. T. in Zuckerrübenboden), ferner als Herbstgründungspflanzen Serradella, Lupine, Erbsen und Senf anzubauen. Verfolgt man die Vorschläge im einzelnen, so sieht man z. T. eine etwas verschiedene Behandlung der einzelnen Schläge auf gleichen Böden, so sollen zum Beispiel die beiden Schläge mit Kartoffelboden Nr. 1 und 2 bewirtschaftet werden: im 1. Jahrgang beide mit Kartoffeln, im 2. mit Winterroggen und Zottelwicken zu Grünfutter, dann Serradella bzw. Kartoffeln, im 3. mit Lupine bzw. Roggen mit Zottelwicken zu Grünfutter, dann Serradella, im 4. mit Roggen und Zottelwicken bzw. Lupine, im 5. mit Lupine bzw. Roggen mit Zottelwicken, im 6. mit Kartoffeln bzw. Lupine. Die ebenfalls nebeneinander liegenden Schläge mit Kleeboden Nr. 5 und 15: im 1. Jahrgang Kartoffeln bzw. Senf, im 2. Jahrgang wird 5 geteilt und mit Hafer im Gerstenboden und mit Gerste bestellt, 15 mit Kartoffeln, im 3. Jahrgang 5 wieder insgesamt bewirtschaftet, und zwar mit Roggen, 15 mit Hafer im Gerstenboden, im 4. Jahrgang mit Rotklee bzw. Roggen, im 5. mit Erbsen bzw. Rotklee, im 6. mit Senf bzw. Erbsen. Für die zwei Weizenschläge Nr. 20 und 27 wird vorgeschlagen zu geben: im 1. Jahrgang Rotklee bzw. Roggen, im 2. Jahrgang Weizen und Erbsen bzw. Rotklee, im 3. Jahrgang Gerste und Senf bzw. Weizen und Erbsen, im 4. Jahrgang Kartoffeln im Zuckerrübenboden bzw. Gerste und Senf, im 5. Jahrgang Hafer im Gerstenboden bzw. Kartoffeln im Zuckerrübenboden, im 6. Jahrgang Roggen bzw. auf dem geteilten Nr. 27 Gerste bzw. Hafer im Gerstenboden. Diese 6 Beispiele aus der Bewirtschaftung der 29 Schläge mögen genügen. Im allgemeinen lautet nach dem Text der Turnus I Winterroggen, II Klee, III Winterung, IV Sommerung, V Hackfrüchte, VI Sommerung. Bei der Aufstellung dieses Turnus war das vorzugsweise auf Milchproduktion gerichtete Bewirtschaftungssystem maßgebend, daher wurde 1. dem Anbau der Futtergewächse mit

etwa $\frac{1}{2}$ der gesamten Fläche Rechnung getragen, 2. den Hackfrüchten mit Rücksicht auf den Brennereibetrieb ein wesentlicher Platz eingeräumt, 3. der Gerste, welche in ähnlichen Böden der Gegend eine geschätzte Braugerste gibt, dem Hafer gegenüber möglichst der Vorzug gegeben und dabei von der Kleeensaat in den Gerstenacker Abstand genommen, 4. die Einschaltung von Gründungs-pflanzen in die Fruchtfolge tunlichst berücksichtigt.

Der Text, ein Abdruck des an den Besitzer erstatteten Gutachtens, hat die folgende Ordnung: A. Oberflächengestaltung und klimatische Verhältnisse (über diese nur einige allgemeine Bemerkungen hinsichtlich der Winde und Milde). B. Allgemein geologische Zusammensetzung. C. Spezielle Beschreibung der Gesteinsarten, aus welchen der Kulturboden des Rittergutes Dittersbach hervorgegangen ist. D. Einfluß der Schwemmkraft des Meteorwassers auf die Zusammensetzung des Bodens. E. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens 1. das Verhalten des Bodens zum Wasser. (Praktische Ergebnisse: Um den Wasservorrat möglichst zu vergrößern und zu erhalten, sollten die Lehme und sandigen Lehme, die Klee- und Weizenböden so tief wie möglich im Herbst gepflügt werden. Von Zeit zu Zeit, wenigstens einmal im Laufe des Fruchtfolgeturnus, sollte auch der Untergrund so tief wie möglich mit dem Untergrundpfluge aufgelockert werden. Bei den sandigen Böden, dem Kartoffel-, Roggen- und Haferboden, sollte die Pflugtiefe nicht größer sein, als zum Reinhalten des Ackers unbedingt nötig ist. Tieferes Arbeiten zerstreut die spärlichen tonigen Teile der Krume so sehr, daß das an sich geringe kapillare Hebungsvermögen des Bodens gänzlich aufgehoben wird. Im Frühjahr und zu Anfang des Sommers ist es notwendig, mit der Bodenfeuchtigkeit ganz besonders haushälterisch umzugehen. Nach oberflächlicher Lockerung des Bodens für die Frühjahrsbestellung durch den Grubber sollte vor oder kurz nach dem Drillen die Kapillarität durch Anwendung der schweren Walze wiederhergestellt, zugleich aber mittels leichter Egge die Ausdunstung der Oberfläche niedergehalten werden. Schrindstellen sollten nach der Bestellung mit dünn gestreutem, frischem Stallmist überdeckt werden, um die Feuchtigkeit im Boden zurückzuhalten.) 2. Die Bodenwärme (zu deren Verbesserung die Drainage der schweren Böden besprochen wird. Bei den leichten Böden, welche infolge ihres Hanges nach S und SW sich zeitig erwärmen, wird die zeitige Bestellung im Frühjahr empfohlen, damit bei einsetzender Sommerdürre der Bestand bereits voll entwickelt ist.) 3. Das Aufspeicherungsvermögen des Bodens für Pflanzennährstoffe. F. Beziehungen des Kulturbodens zu den wesentlichsten land- und forstwirtschaftlichen Gewächsen. G. Bodenzustand und Nutzungswert. (Die Besetzung hat bei 92 ha Gesamtanbaufläche $\frac{1}{3}$ Sandboden. Diese erhebliche Menge nicht kleefähigen Bodens wird durch das günstige Wiesenverhältnis nur z. T. ausgeglichen. In trockenen Sommern treten 8—10 ha Schrindstellen auf. Die Verteilung ist zudem ungleichmäßig und die 19 Schläge sind uneinheitlich. Infolgedessen wird Verkleinerung und Vermehrung der Schläge vorgeschlagen und auf der Schlägekarte durchgeführt. Etwa 20 ha des geringen Bodens ließen sich zwar aufforsten, aber dadurch würde das die Verzinsung der Gebäude und Einrichtungen aufbringende Acker- und Wiesenland zu klein.) H. Boden- und Meliorationsmittel. (Hier ist eine Tabelle angegeben, die über die Wirkung der Raine hinsichtlich ihres Einflusses auf das Abschwemmen der Krume unterrichtet. Im Anschluß daran werden die auf der Boden- und Schlägekarte angegebenen Schutzvorrichtungen begründet. Die Herstellung der flachen „Mulden“ geschieht mit Hilfe des Pflügens.) Die Verbesserung des Sandbodens mit Lehm ist nur an einigen kleinen Stellen möglich. Die Böden sind allgemein humusarm, infolgedessen wird in weitgehendem Maße, besonders auf den Sandböden, die Meliorierung mit Gründungs-pflanzen empfohlen. I. Fruchtfolge. J. Dün-

gung. (Nach dem Ergebnis von Analysen wird auf Kalkarmut und starkes Kalkbedürfnis geschlossen.)

Nach J. HAZARDS Angaben ist das Gut melioriert und neu eingeteilt worden, die von ihm vorgeschlagene Fruchtfolge wurde eingeführt. Das Ergebnis war im ersten Jahre befriedigend, im zweiten gut.

Ebenso gründlich und restlos ist die Durcharbeitung der Forstkarten, von welchen J. HAZARD zwei Aufnahmen mitteilt. Es sind die des Wermisdorfer Waldes (Sektion Dahlen der geologischen Spezialkarte Sachsens) und die der Westhälfte der Dresdener Heide (Sektion Dresden und Moritzburg), von welchen beiden 2 bzw. 3 Karten veröffentlicht wurden. Die zwei Karten des Wermisdorfer Waldes sind eine Gesteins- und eine Bodenkarte, die drei der Dresdener Heide eine Gesteins-, eine Boden- und eine Bestandeskarte.

Die Gesteinskarte des Wermisdorfer Waldes im Maßstabe 1:30000 unterscheidet mehrere Porphyrrarten und Porphyrtuff, eine quarzitische Grauwacke, drei Lehme, nämlich Geschiebelehm, Wiesenlehm, sandigen Lehm, einen Sand und zwei steinige Sande, nämlich einen scharfsandig-steinigen Grus in abschüssiger Lage, lehmigen Grus und Sand. Die sandigen Lehme sind durch Schraffur in drei Gruppen nach ihrer Mächtigkeit und nach den Unterlagerungen von durchlässigen Gebilden eingeteilt, und zwar die Geschiebelehmé entsprechend in zwei. Von diesen und dem Sande sind tiefe, zeitweilig recht nasse Lagen besonders bezeichnet. Vom Wiesenlehm wird die Mächtigkeit und der hohe Grundwasserstand angegeben. Die Bohrstellen sind markiert und mit danebenstehenden Zahlen die Mächtigkeit der oberflächlichen Schicht über dem anders gearteten, durch die Signatur bezeichneten Untergrund ausgedrückt. Die Höhenschichtlinien haben einen Abstand von 2,5; 5 oder 10 m.

Das Gebiet fällt in den Bereich des nördlichen Randes des nordsächsischen Hügellandes, welcher den Übergang zu diesem und dem norddeutschen Flachlande vermittelt. Der Wald liegt auf einer Hochfläche der Wasserscheide zwischen Elbe und Mulde und wird von drei Bächen entwässert. Im Osten wird der Collenberg mit 280 m Meereshöhe berührt. Nach Westen und Nordwesten senkt sich das Gelände auf 150 m Meereshöhe, wobei im ganzen die höheren Erhebungen mit 170—190 m im Süden und im Mittelteil stehen bleiben. Die Niederschläge betragen nach den Angaben zweier etwas südlich gelegenen Stationen im Mittel des Jahrzehnts 1886—1895 588—593 mm, die Mitteltemperatur 8,1 bzw. 7,8°. Ursprünglich mit schlecht bewirtschaftetem Mittelwald bestanden, wurde das Gebiet vor 1820 rationell bewirtschaftet, und zwar zunächst mit Kiefern, welche den Boden bald verbesserten, so daß man noch vor Ablauf des angesetztten Umwandlungszeitraumes zum Anbau von Fichten, der Hauptholzart um 1900, überging und bereits um 1850 in den besten Lagen Eichen anpflanzte.

Von den Porphyrrarten liefert der Pyroxenquarzporphyr bei ebener hoher Lage und bis zu einer Abdachung von 1:7,5 einen leichten Fichtenboden, welcher sich zum Anbau der Fichte in geschlossenen Beständen eignet. An steileren Hängen mit scharfsandig-steinigem Grus gedeiht die Fichte nur noch als Unterholz in Kiefernbeständen, es ist Birkenboden. Mehrfach macht sich an den exponierten Partien der Porphyrydecke zugleich der Einfluß der Abdachungsrichtung geltend, indem die Fichte an Nordhängen noch bei größerer Neigung, als allgemein üblich, normal zu gedeihen vermag, während sie an Südhängen bereits bei einer Neigung von etwa 1:9 von der Kiefer gänzlich unterdrückt wird. In tieferen Lagen liefert der Pyroxenquarzporphyr wegen des dort höheren Tongehaltes seines Gruses einen Boden, in welchem außer den genannten Holzarten auch Rotbuchen und Weißtannen gut gedeihen (Rotbuchenboden). Die sauren Quarzporphyre weichen etwas von dem Pyroxenquarzporphyr ab. Ihre zu klein- bis mittel-

körnigem Gruse zerfallenden Varietäten sind bei ebener hoher Lage und bis zu einer Neigung von 1:10 zum Anbau von Fichte und Lärche sowie der mit einem geringeren Boden vorlieb nehmenden Birke und Kiefer geeignet (leichter Fichtenboden). Bei steileren Böschungen gedeiht zwar die Birke noch normal, die Fichte aber nur noch als kümmerliches Unterholz in Kiefernbeständen (Birkenboden). Die Porphyrtuffe liefern wegen ihres verhältnismäßig raschen Zerfalles unter der Einwirkung der Atmosphärien einen zum Anbau der Fichte in geschlossenen Beständen geeigneten leichten Fichtenboden, welcher sich nur an einem Steilhange zu Birkenboden verschlechtert.

Der sandige und der lehmige Grauwackenboden liefern auf einer Platte und ihrer nördlichen Abdachung Fichtenboden, an steileren Lehnen nur noch Birkenboden und an dem ganz steilen Fuße des Berges Kiefernboden.

Die Kiese und Sande sind auf diesem Rücken Birkenboden, bei stärkerer Oberflächenneigung und zugleich südlicher Abdachung selbst für Unterholzschichten zu trocken und nur für den Anbau der Kiefer tauglich, dagegen in einem Talausstrich infolge zeitweilig hohen Grundwasserstandes für normale Fichten geeignet.

Der tiefgründige Geschiebelehm ist bei ebener hoher oder bei geneigter Oberfläche schwerer Fichtenboden, für Rotbuche und Weißtanne ist er zu naßkalt, für Rotbuche und Eiche im Sommer zu trocken. Nach dem Anbau überholt die Kiefer anfangs die Fichte, später dreht sich das Verhältnis, besonders in feuchten Einsenkungen, um. In solchen gedeihen außer der Birke auch noch die Eiche und Erle (Eichen- und Erlenboden). Der flachgründige Geschiebemergel über schwer durchlässigem Ton ist für die Fichte geeignet, für Weißtanne und Rotbuche zu naßkalt und für die Laubhölzer mit Ausnahme der Birke im Sommer zu trocken. Flache Einsenkungen mit zeitweilig hohem Grundwasserstande weisen wieder Eichen- und Erlenboden auf.

Die sandigen Lehme von 3—5 dm Mächtigkeit vermögen nur Kiefern, Birken und kümmerliche Fichten in Kiefernbeständen zu tragen (Birkenboden). Bei einer Mächtigkeit von 5—10 dm gedeihen schon normal ausgebildete Fichten (leichter Fichtenboden). Die größere Mächtigkeit von 10—15 dm findet sich hauptsächlich in tieferen Lagen und am Fuße flacher Böschungen und vermag auch Rotbuche und Weißtanne zu produzieren. Die feinsandigen Wiesenlehme der Taleinschnitte besitzen in hohem Grade die Eigenschaft, das in ihrem aus Kies, Sand und Geröllschutt bestehenden Untergrund zirkulierende Wasser zu heben und der Pflanze zugänglich zu machen. In den oberen wannenartigen Talenden hält dieser Lehm das aus der Nachbarschaft zufließende Meteorwasser besonders hartnäckig zurück und begünstigt, wie auch in den anderen Vorkommen, das Gedeihen der Fichte und sämtlicher Laubhölzer mit Ausnahme der Rotbuche. Die Kiefern zeigen massigen Wuchs, aber häufig krumme Stämme und ein meist nur zu Brennmaterial taugliches Holz (Eichen- und Weidenboden).

Auf Grund dieser eingehenden Beobachtungen ist die Bodenkarte des Wermisdorfer Waldes gezeichnet, welche folgende Bodengattungen enthält: Kiefernboden, Birkenboden (Kiefer, Birke sowie mittelmäßige Fichten), leichten Fichtenboden (Kiefer, Birke, Fichte, Lärche), schweren Fichtenboden (Kiefer, Birke, Fichte, Lärche), Rotbuchenboden (die vorigen, ferner die Rotbuche und die Weißtanne), Eichen- und Erlenboden (Kiefer, Fichte, Birke, Eiche, Erle), Eichen- und Weidenboden (Kiefer, Fichte und sämtliche Laubhölzer mit Ausnahme der Rotbuche). Am stärksten verbreitet ist der leichte, dann der schwere Fichtenboden, dann folgen in weitem Abstände Rotbuchen- und Eichen- und Weidenboden. Birkenboden und Eichen- und Erlenboden sind nur noch spärlich und Kiefernboden nur an zwei kleinen Stellen vertreten.

Ein anderes Bild gewähren die Karten der Dresdener Heide im Maßstabe 1:25000. Das Gebiet gehört zu der Elbtalwanne nördlich von Dresden und zu der angrenzenden Hochfläche, welche von der Elbe, der Prießnitz und der Röder entwässert werden. An Gesteinen sind Granite, Quarzbiotitfels, Biotitgneis, Geschiebe- und Wiesenlehme, von Sanden Höhen-, Fluß-, Wiesensand und flachgründiger steiniger Grus, ferner lehmiger Grus und Sand vorhanden. Die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse sind in ähnlicher Weise angegeben wie auf der Wermisdorfer Karte. Das stärker zerschnittene Gelände dacht sich von Ost nach West und Südwest aus 250—210 m Meereshöhe ab, dann kommt ein Steilrand, an welchem es bis etwa 150 m abfällt. Der tiefeingeschnittene Flußlauf der Prießnitz, verläßt das Gelände bei 120 m. Der überwiegende trockene und tiefe Sand tritt auf der Bodenkarte als Kiefernboden in die Erscheinung, doch ist auf den Granitplatten und an ihren flacheren Hängen auch ziemlich viel leichter Fichtenboden, auf der Sohle des Prießnitztales überwiegend Tannenboden (Kiefer, Birke Fichte, Lärche und Weißtanne) vorhanden. Außer den übrigen Bodengattungen des Wermisdorfer Waldes wird noch Kiefern- und Fichtenboden angegeben, welcher für Kiefer, Birke und Fichte geeignet ist. Er ist ein vorzüglicher Standort für Kiefern und für die Produktion mittelmäßiger, brauchbarer Durchforstungshölzer, wie Fichten, und zwar sind es in der Hauptsache die Sandböden mit ziemlich tiefem Grundwasserstande, während sie bei ziemlich hohem Grundwasserstande Tannen- und bei hohem Grundwasserstande nassen Fichtenboden liefern.

Die Bodenkarte in der Art des Vorschlages von HAZARD zeigt im Einzelnen erhebliche Unterschiede gegenüber der Bestandeskarte. Auf dieser werden angegeben: Kiefernbestände; Kiefernbestände mit Fichtenunterholz; überständige Kiefernbestände, in besseren Bodenarten mit eingesprengten Birken und Fichten bzw. Weißtannen und Rotbuchen; Fichtenbestände sowie durch Läuterung in reine Fichtenbestände verwandelbare Mischbestände von Kiefern und Fichten; jugendlicher Lärchenbestand; Eichenbestände; Kulturen sowie unbewaldete Flächen. Die überständigen Kiefernbestände sind Überreste der älteren, welche durch Selbstbesamung regeneriert sind. In ihnen finden sich häufig solche Holzarten eingesprengt, welche für die Beurteilung des Anpassungsvermögens der einzelnen Baumarten an ihre Unterlage besonders wertvoll sind. Über die Auswahl der angebauten Holzarten teilt J. HAZARD die folgenden ausschlaggebenden wirtschaftlichen Gesichtspunkte der Forstverwaltung mit. Zu Anfang des 19. Jahrhunderts diente das Holz wesentlich nur zur Feuerung; infolgedessen bildete die Kiefer neben hier und da vorzugsweise gedeihenden Bauhölzern, die bei weitem vorherrschende Holzart. Als später die Aussaat künstlich vorgenommen wurde, verdrängte die Kiefer die Laubhölzer völlig. Häufig wurden auch Fichten ausgesät und auf den besten Bodengattungen für sich angebaut. Die übrigen Fichtenbestände stammen erst aus dem Anfang der achtziger Jahre des 19. Jahrhunderts. Neben der großen Nachfrage nach Fichtennutzholz hat sich dann die Notwendigkeit ergeben, den Anbau der Kiefer wegen der sie vorzugsweise befallenden Schädlinge tunlichst einzuschränken. Nicht selten wird auch die Dresdener Heide von Waldbränden heimgesucht. Um solche elementaren Ereignisse möglichst zu lokalisieren, wird der Prießnitzgrund größtenteils mit Eichen sowie zahlreiche netzförmige schmale Streifen mit Birken angepflanzt. Die in jener Zeit bedeutend gestiegenen Löhne für Läuterungsarbeiten vermag der Holzertrag nicht mehr zu decken. Der Forstmann sieht sich infolgedessen gezwungen, überall dort, wo er den Boden für geeignet erachtet, direkt mit der Anlage reiner Fichtenbestände statt der alten Mischungen vorzugehen, ein Umstand, der besonders dazu dienen sollte, jede auf wissenschaftlicher Grundlage ruhende Er-

fahrung zu berücksichtigen, um vor Zeit und Geld kostendem Experimentieren geschützt zu sein. Zur Beseitigung aller dieser Schwierigkeiten soll HAZARDS Bodenkarte dienen, welche, ohne zu experimentieren, dem Forstmann die richtigen Holzarten für die dazu geeigneten Böden auswählen hilft, zumal sie ihm überall auf Grund der wirtschaftlichen Gesichtspunkte die notwendige Auswahl zwischen den verschiedenen Holzarten gestattet.

Wie in diesen Kartenarbeiten, so ist auch in den analytischen Untersuchungen J. HAZARD eigene Wege gegangen, deren Ergebnisse für die Bonitierung der Böden erfolgreich herangezogen wurden.

Die weitere Entwicklung der Bodenkartierung. Außer den bisher besprochenen Karten sind in Deutschland eine große Anzahl herausgegeben worden, die mehr oder weniger von jenen abweichen oder ganz eigene Wege einschlagen.

M. FESCA¹ hat kurz nach der Veröffentlichung der ersten geologisch-agronomischen Karten 2 Gutskarten ausgearbeitet, in welchen sich nur geringfügige Abweichungen von dieser feststellen lassen. So gibt er der geologischen Formation die Farbe und den daraus entstandenen Böden Signaturen in der gleichen Farbe. Es sind Gebirgsblätter mit älteren Formationen. Ferner sind die am Rande stehenden Profile mit römischen Ziffern in die Karte eingetragen. Der Maßstab der Veröffentlichung ist 1:5000 und 1:10000. Der analytische Teil der Erläuterungen ist besonders ausgedehnt. Auf Kurventafeln sind die Schwankungen des Grundwasserstandes mitgeteilt.

A. BAUMANN² hat mehrere forstliche Bodenkarten ausgeführt, die zwar auch die rein gesteinskundliche Auffassung der Böden tragen, aber von der geologisch-agronomischen in einem noch zu erörternden wesentlichen Punkte abweichen. Die Einteilung umfaßt in der Bodenkarte Behringersdorf zunächst nur die Bodenarten Sand, Lehm und sandigen Lehm, Ton und Humus. Die Unterteilung richtet sich nach dem Profil. Zum Beispiel sind die Sandböden eingeteilt in a) feinkörniger Sand (Alluvialsand) mit rotem tonigem Lehm (Keuperletten) im Untergrund; b) Sand mit Sandstein im Untergrund (teils oberer, teils mittlerer Keuper); c) Sand (im Alluvialgebiet des Langwassergrabens) feinkörnig, z. T. humushaltig und schwach lehmig, übergehend in grobkörnigen Sand mit Grundwasser in einer Tiefe von 150—200 cm. Der Sandboden a ist nach der Mächtigkeit der Sandbedeckung über den Keuperletten untergeteilt in 10—100 cm, 100—200 cm, über 200 cm mächtig. So ergeben sich im ganzen 5 Profile der Sandböden, die am Rande abgebildet sind. Ähnlich ist es mit den auf der Karte verbreiteten Lehm- und Tonböden und den Humusböden. Sumpfige oder regelmäßig feuchte Stellen sind besonders markiert. Alle Bohrungen sind in die Karte eingetragen und die Profilzeichen bei jedem Bohrpunkt angegeben. Die Topographie ist einfach, der Maßstab 1:20000. Die anscheinend später gedruckte Bodenkarte vom Hauptmoorwald bei Bamberg ist in der Zeichnung gröber, in der Farbengebung weniger fein als die des Nürnberger Reichswaldes. Bei den Bodenarten fehlt die zusammenfassende Oberteilung. Der feinkörnige Alluvialsand über Keuperletten wird noch näher als Flugsand mit sehr geringem Tongehalte und arm an Nährstoffen ge-

¹ FESCA, M.: Die agronomische Bodenuntersuchung und Kartierung auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Mit 1 agronomischen Karte des Rittergutes Crimderode. Berlin 1879. — Beiträge zur agronomischen Bodenuntersuchung und Kartierung. Mit 1 Kurventafel und 1 agronomischen Karte des Rittergutes Linden bei Wolfenbüttel. Berlin 1882. Vgl. auch E. BLANCK: Über die Bedeutung der Bodenkarte für die Bodenkunde und Landwirtschaft. Fühlings Landw. Ztg. 60, 129, 132—133 (1911).

² BAUMANN, A.: Bodenkarte vom Nürnberger Reichswald I. Kgl. Forstamt Behringersdorf. Chem. bodenkundl. Labor. Kgl. Forstl. Versuchsanst. München. (Ohne Jahreszahl.) — Bodenkarte vom Hauptmoorwald. Kgl. Forstamt Bamberg Ost. Ebenda.

kennzeichnet. Sonst sind noch einige andere Formationsbezeichnungen vorhanden. Im ganzen ist aber kein prinzipieller Unterschied von der Karte des Nürnberger Reichswaldes. Die Hauptabweichung von den geologisch-agronomischen Karten liegt darin, daß hier der Boden von oben nach unten gesehen ist, d. h. vom Boden nach der etwas nebensächlicher behandelten geologischen Formation hin, während die geologisch-agronomischen Karten ihn von unten nach oben auf Grund der geologischen Formation aufbauend darstellen. Diese grundsätzlich andere Einstellung ist bodenkundlich die richtigere, denn bei der geologisch-agronomischen Karte ist die geologische Formation mehr in den Vordergrund gestellt, als es sich bodenkundlich rechtfertigen läßt. Gewiß ist unter Umständen die geologische Dauer der Bodenbildung, die man allerdings von der geologisch-agronomischen Karte nicht direkt entnehmen kann, ein wichtiges Moment für die Erklärung mancher Bodeneigenschaften, sicherlich erleichtert die Kenntnis der Zugehörigkeit des bodenbildenden Gesteins zu den Formationen die Vorstellung der ursprünglichen Gesteinseigenschaften. Zum Beispiel haben die Sandsteine der verschiedenen Formationen verschiedene Körnigkeit und verschiedenes Bindemittel. Die Zusammensetzung der Kalksteine, der Tone usw. ist ebenfalls so verschieden, daß auch verschiedene Böden daraus entstehen müssen. Aber im einzelnen ist diese Tatsache keineswegs so weit geklärt, daß man darauf mit Sicherheit aufbauen könnte, sondern es ist die allgemeine Tatsache als solche nur bekannt. Für die bodenkundliche Kartierung genügt an sich durchaus die Feststellung der geologischen Formation, wie sie A. BAUMANN vorgenommen hat.

Wesentlich andere Grundsätze als die bisher besprochenen hat R. HEINRICH¹ bei seinen Kartenaufnahmen in Mecklenburg befolgt. R. HEINRICH lehnt die historisch-geologische Grundlage bei der praktischen Bodenkartierung ab. Er äußert sich dazu: „Daß die Bodenkartierungen für die landwirtschaftlichen Zwecke in den letzten Jahrzehnten nicht weitergekommen sind, hat wohl darin seinen Grund, daß die Lehre ‚Bodenkunde ist Geologie‘ viel zu schroff in den Vordergrund gestellt wurde. Der Landwirt bedarf seiner Bodenkarten zur Beurteilung der Kultur der Pflanze und die letzteren machen Ansprüche an physikalische und chemische Beschaffenheiten des Bodens, die auf Karten, welche einer geologischen Darstellung dienen sollen, nicht dargestellt werden können. Die geologisch-agronomischen Bodenkarten bieten eine Vielheit von Bodenschichten, deren Kenntnis zwar für die geologische Wissenschaft von höchster Bedeutung, für die Landwirtschaft aber unwesentlich ist.“ R. HEINRICH'S Gutskarten haben größere Maßstäbe als die Meßtischblätter, z. B. Blatt Melkof 1:7818,8. Dargestellt sind die Bodenarten mit Farben und darauf mit Signaturen einerseits die Wasser- und Durchlüftungsverhältnisse, andererseits der Gehalt an Kali, Kalk, Phosphorsäure und Stickstoff. Ein genaues Nivellement ist durch Höhenlinien mit 1 m oder sogar 0,2 m Abstand eingetragen. Ferner stehen am Rande der Karten, z. T. auch im Text, Bodenprofile, welche („da, wo es galt, die unteren Bodenschichten kennen zu lernen“) mit Hilfe von Bohrungen bis 2 m tief festgestellt wurden. Bemerkenswert ist hierbei die Aufnahme der Wasser- und Durchlüftungsverhältnisse und der Nährstoffe K, P, N in die Karten und ihre Darstellung. Diese sind mit bunten Strichelchen von links oben nach rechts unten eingetragen, und zwar bedeutet ein jeder Strich von jedem der Nährstoffe 0,01—0,05 Gewichtsprozent, zwei dünne Striche 0,06—0,10%, drei dünne Striche 0,11—0,20%, ein dicker Strich 0,21—0,30%, zwei dicke Striche 0,30—0,50%, drei dicke

¹ HEINRICH, R.: Landwirtschaftliche Bodenkarten. Rostock 1910. 3 H. m. 5 Karten. — Vgl. auch H. STREMMER: Die Bodenkarten der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Rostock. Geol. Rdsch. 4, 389—393 (1913). — Grundzüge der praktischen Bodenkunde, S. 239—247. Berlin 1926. — Ferner E. BLANCK: a. a. O., S. 140—143.

Striche mehr als 0,50%. Bei den etwa 20 Jahre vor der Herausgabe liegenden Vorarbeiten war zunächst der absolute Gehalt der Böden an diesen Nährstoffen analytisch im Laboratorium ermittelt und auf die Karten eingetragen worden. Aber der Veröffentlichung sind die Salzsäureextrakte nach der Vorschrift der landwirtschaftlichen Versuchsstationen zugrunde gelegt, weil die Erfahrung gezeigt hatte, daß die absoluten Zahlen in keinen klaren Zusammenhang mit dem Nährstoffbedürfnis der Pflanzen auf den betreffenden Böden zu bringen sind. In den Erläuterungen wird zu den Zahlen der Karte ein Schema mitgeteilt, welches die Übertragung der Zahlen in das landwirtschaftlich-praktische ermöglicht. Auf Grund vieler hundert Gefäß- und Felddüngungsversuche entspräche für das norddeutsche Schwemmland:

	Der Gehalt in fruchtbaren Böden: (Düngung nicht oder schwach wirksam)	Große Armut in den Böden: (Düngung stark wirksam)
	%	%
Stickstoff	0,12—0,2 und mehr	0,1 und weniger
Kali	0,1 —0,2 „ „	0,08—0,05 „ „
Kalk	0,2 —0,3 „ „	0,1 „ „
Phosphorsäure	0,1 —0,2	0,05 „ „
Schwefelsäure	nachweisbare Spuren genügen	

Es wäre richtig gewesen, wenn R. HEINRICH statt der Zahlendarstellung diejenige ihres landwirtschaftlichen Wertes in die Karte eingetragen hätte, wie er selbst in einer Anmerkung für zukünftige Fälle vorschlägt. Man würde zu diesem Zweck mit drei Zeichen für Mangel, mittleren Gehalt und reichen Gehalt auskommen.

Nicht aber sind die Wasser- und Durchlüftungsverhältnisse im Laboratorium bestimmt. R. HEINRICH lehnt alle Laboratoriumsbestimmungen dieser Art ab und bedient sich der Schätzung, welche noch immer einen besseren Anhalt für die tatsächlichen Wasserverhältnisse ergäbe, als wenn man ihre einzelnen Faktoren, wie rasche oder langsame Durchlässigkeit, Wasserkapazität, Kapillarität, Schichtenmächtigkeit, Lage des Bodens zur Umgebung brächte. Die Schätzung ist nach den folgenden 10 Klassen vorgenommen:

1. Sehr trocken. Brandstellen, Flugsand. Bei günstigem feuchtem Wetter Kartoffeln und Lupinen tragend.
2. Noch trocken. Kartoffel- und mäßiger Roggenboden, Weizen kann nicht gebaut werden, weil nicht feucht genug.
3. Günstige Feuchtigkeitsverhältnisse für die Pflanzenkultur, Hafer- und Gerstenboden.
4. Weizenboden.
5. Tiefgründiger Weizenboden, Rübenboden bester Qualität.
6. Von hier ab ist der Boden mehr feucht; er trägt noch gut Weizen, ist aber infolge seiner größeren Feuchtigkeit schon zu graswüchsig, besitzt deshalb auch meistens etwas humosere Ackerkrume. Weideland.
7. Gewöhnliches Getreide kann nicht mehr angebaut werden, weil zu graswüchsig. Es treten die bekannten Unkräuter für feuchte und nasse Böden (Mentha, Valeriana u. a.) mit ihrem charakteristischen Geruche auf. Wiesenland.
8. Der Boden ist so feucht, daß man eben noch darauf fahren kann. Hier und da zeigen sich Phragmites und ähnliche feuchten Boden liebende Pflanzen.
9. Naß. Man kann auf dem Boden eben noch gehen, aber nicht fahren. Es finden sich vereinzelte Sumpfpflanzen.
10. Sumpf. Stehendes Wasser. Selbst bei trockenem Wetter ist die betreffende Fläche nicht mehr zu begehen, sie trägt nur Sumpfpflanzen.

Die Klassen 1—5 entsprechen dem Trockenlande (Getreide-Hackkultur), Klassen 6—10 dem Naßlande (graswüchsig), daher Wiesen und Weiden bis zum Sumpf. Dargestellt sind diese Wasserverhältnisse durch von rechts oben nach links unten laufende blaue Linien, die im rechten Winkel zu den Nährstoffstrichen stehen. Es werden 1—5 Linien verwendet, es sind also immer zwei der Klassen zusammengezogen, nur auf der zuletzt aufgenommenen Karte ist die 3. von der 4. und die 5. von der 6. besonders unterschieden worden. Die Zusammenfassung der Klassen auf den Karten lautet: trocken (Gersten- bis mäßiger Weizenboden Klassen 3 und 4), normal, tiefgründig (Weizenboden Klasse 5 und 6), feucht (Grasland, Klasse 7 und 8), sehr feucht (Klasse 9), naß (mit Flächendarstellungen für Sumpf, stehendes Wasser, fließendes Wasser). — Auch bei dieser Angabe könnte man glauben, daß an Stelle der Wasserlinien besser die flächenartige Darstellung der Bodeneignung gewesen wäre, wie sie J. HAZARD vorgenommen hat.

Einen speziellen Berührungspunkt mit der Kartierung des Agrikulturchemikers R. HEINRICH in Mecklenburg hat die der Landwirte H. KNAUER und J. WEIGERT¹ in Unterfranken (Bayern). Die Farben sind allerdings teils historisch-geologischen Bezeichnungen, wie Alluvium und Lettenkohle, teils Bodenarten, wie Lehm und Lößlehm, reserviert. In diese ist mit bläulichen Strichen von rechts oben nach links unten die Bindigkeit eingetragen. Fünf Striche bedeuten schwerste Lehmböden, vier lettigen und schweren Lehm, drei mittlere Lehmböden und bindige lößartige Lehme, zwei milde lößartige Lehme, senkrechte Striche schwersten Letten bis reinen Ton. Diese Bindigkeitsfeststellungen erinnern an R. HEINRICH'S Wasser- und Durchlüftungsschätzungen. Signaturen stellen dar: Wiese, nasse Wiese, Wald; humushaltig, humos; Torf; Kalksand, kalksandreich und Steine (Kalksteine). Am Rande der Karte stehen zahlreiche Profile, deren Lage mit unterstrichenen Nummern im Gelände angegeben sind. Nicht unterstrichene Zahlen sind die der Bohrlöcher, deren Verzeichnis im Text aufgeführt ist. Die Arbeit hat ein Vorwort des Professors für Landwirtschaft C. KRAUS, in welchem allgemein zur Frage der landwirtschaftlichen Bodenkarte Stellung genommen und deren Notwendigkeit vom Standpunkte des Landwirtes aus begründet wird.

In einer Reihe von Arbeiten von 1917—1920 hat H. NIKLAS² vorgeschlagen, die Ergebnisse der Agrarstatistik³ für die Bodenkartierung nutzbar zu machen. Die Arbeiten gipfeln in einer Karte (ohne Maßstabangabe), welche die Verbreitung der schweren und leichten Böden in Bayern darstellt. Benutzt wurde dazu die Statistik aus den 434 landwirtschaftlichen Erhebungsbezirken, welche zu 7 Gruppen zusammengestellt werden konnten: 1. Erhebungsbezirke mit überwiegend schweren Böden (teils Weizen-, teils Wiesenböden, keine Gerstenböden). 2. Erhebungsbezirke mit überwiegend schweren Böden, die indes auch für Gerste größtenteils noch geeignet sind (Weizenböden, fast Gerstenböden). 3. Erhebungsbezirke mit überwiegend mittleren Böden (ausgesprochene Gerstenböden). 4. Erhebungsbezirke, bei denen weder die schweren noch die leichten Böden über-

¹ KNAUER, H. u. J. WEIGERT: Landwirtschaftliche Bodenkarte des Gutes Gelchsheim in Unterfranken. Geognost. Jh. München 1914, 215—248, 1 Karte.

² NIKLAS, H.: Neue Grundlagen und Wege zur Erhöhung der Bodenproduktion Deutschlands. Internat. Mitt. Bodenkde Berlin 1917, 1—38. — Anbau und Ernte Bayerns und deren Beziehungen zu den geologischen und klimatischen Verhältnissen. Mit 17 Farbentafeln. Hrsg. v. Kgl.-Bayr. Statistischen Landesamt. München 1917. — Die Verbreitung der leichten und schweren Böden in Bayern. Mit 1 Karte. Ztschr. Bayer. Statist. Landesamt 1920, H. 1, 1—4. — Übersicht über Bayerns Bodenverhältnisse. Forstwiss. Zbl. 1920, 123—135.

³ Siehe hierüber auch die grundsätzliche Untersuchung von F. WALTER: Karte und Statistik mit besonderer Berücksichtigung der Landwirtschaftsstatistik. Mitt. Reichsamts f. Landesaufnahme 5 (1929/30).

wiegen (alle Kulturarten sind ziemlich gleichmäßig anbaubar). 5. Erhebungsbezirke, bei denen weder die leichten noch die mittleren erheblich überwiegen (Hafer- und Roggenböden mit mittlerem Gerstenbau). 6. Erhebungsbezirke mit überwiegend leichten Böden (Roggen- und Haferböden). 7. Erhebungsbezirke, bei denen alle Bodenarten unter dem Einfluß von klimatischen Verhältnissen, insbesondere der Niederschläge, zu Wiesenböden werden (ausgesprochene Wiesenböden). — Die Statistiken sind nach Erhebungsbezirken, also nach politischen Einheiten, verwendet worden. Infolgedessen können auch die aus den Statistiken konstruierten Böden nur nach solchen dargestellt werden. Es ist dies einer der Hauptgründe, weshalb man bisher so selten nach einem Zusammenhang zwischen den Böden und den auf ihnen entstandenen Rohertträgen geforscht hat.

In der durch die Benutzung der politischen Einheiten als Grundlage für die Bodendarstellung hervorgerufenen Unsicherheit der Übersicht entspricht diese Bodenkarte Bayerns der aus der Grundsteuerbonitierung Preußens entwickelten Bodenübersichtskarte Preußens von A. MEITZEN. Seit 1906 hat P. KRISCHE¹ diese in einzelnen Teilen neu herausgegeben und sie durch ähnliche Karten der 1866 neu zu Preußen gekommenen Provinzen und der übrigen Bundesstaaten des Deutschen Reiches ergänzt. Alle Teilkarten des Deutschen Reiches wurden 1921 zu einer Gesamtkarte vereinigt, welche die erste Bodenübersichtskarte Deutschlands ist. Ihre Einteilung lautet: Leichter Boden (Sandboden), mittlerer Boden (lehmiger Sand, sandiger Lehm), günstiger schwerer Boden (Marschboden), günstiger schwerer Boden (Lehm- und Tonboden), schwerer Boden (Kalkboden), ungünstiger schwerer Boden (Gebirgsboden), Moorboden.

J. KIENDL² hat zusammen mit H. NIKLAS³ eine Flurbereinigungskarte geschaffen, die sich zwar an die geologisch-agronomische anlehnt, aber doch wegen einiger Besonderheiten genannt zu werden verdient. Diese Karte, im Maßstab 1:10000, zeigt die für die Flurbereinigungszwecke notwendige genaue topographische Darstellung der Feldflur mit ihrer Ackereinteilung. Die Farben sind den geologischen Formationen vorbehalten, und zwar Jura (oberster Malm), Tertiär (tertiäre Süßwasserkalke mit Löß), Quartär (Alluvium), geologisch unbestimmt (sandige und lehmige Albüberdeckung). Mit Buchstaben werden besondere Gesteins- und Formationserscheinungen und Bodenprofile, diese z. T. auch mit Worten, wie Lößlehm über Dolomit, angegeben, desgl. mit Ziffern in weißen Kreisen die Stellen der am Rande stehenden Profile. Wegen der genauen Flureinteilung sind nur wenige Signaturen in die Farben eingezeichnet, die z. B. die Überlagerung der tertiären Kalksteine durch Löß feststellen. Die zahlreichen Profile am Rande sind mit Worten genau erläutert worden, z. B. Profil 13: 40—60 cm humusbrauner, humoser, etwas steiniger (2%), schwach grobsandiger, bindiger Lehm Boden mit geringem Kalkgehalt (ca. 1,2%), darunter anstehender Dolomitfels; Profil 21: von 0—45 cm brauner, schwach humoser Lößlehm Boden ohne wahrnehmbaren Kalkgehalt, von 45—90 cm Lößlehm, gelbbraun, kalkfrei, von 90 bis 135 cm gelbbrauner kalkarmer Lößlehm Boden. Diese genaue Beschreibung gestattet sogar die Bodenentstehungstypen zu vermuten, was übrigens auch bisweilen bei den mit roten Buchstaben auf die Karte gebrachten Bodenprofilen der geologisch-agronomischen Karten möglich ist. Die Profile hat KIENDL jedesmal durch

¹ KRISCHE, P.: Die Verteilung der landwirtschaftlichen Hauptbodenarten im Deutschen Reiche. Mit 19 Karten. Berlin 1921.

² KIENDL, J.: Die Flurbereinigung und ihre Beziehungen zur Geologie und Bodenkunde mit agrargeologischer Übersichtskarte der Flurbereinigung Eitensheim. Dissert. München 1921.

³ KIENDL, J. u. H. NIKLAS: Angewandte Bodenkunde und Flurbereinigung. Wochenbl. landw. Ver. Bayern 1920, Nr. 2.

Bohrungen festgestellt. Außerdem sind noch 5 größere Querprofile vorhanden. Die klimatischen Verhältnisse, die agronomischen Verhältnisse, nämlich die Böden und ihre Düngung, das Ackerbausystem, Bodenbearbeitung, Düngung, Erntezeit, die Durchschnittsernten auf den (geologisch orientierten) Bodenarten sind ebenfalls kurz auf dem Kartenrande dargestellt. Die Erläuterung zur Karte gibt historische und grundsätzliche Erörterungen über die Flurbereinigung und ihren Zusammenhang mit Bodenkunde und Geologie, ferner die Bedeutung der agrar-geologischen Übersichtskarte für die Land- und Volkswirtschaft.

Einige neuere forstliche Arbeiten¹ haben Karten der Bodenarten z. T. solcher forstlicher Art gebracht, welche vereinfachte geologisch-agronomische Karten, aber nicht eigene Aufnahmen, sondern von diesen unmittelbar übernommen, darstellen.

W. WAGNER² hat eine Übersichtskarte der hessischen Weinbaugebiete im Maßstabe 1:100000 ausgeführt, in welcher die Weinbaugebiete mit verschiedenen Farben wiedergegeben sind. Die Farben stellen die Böden dar, die in der Farbenklärung nach den Stichworten als kalkhaltige und kalkfreie Böden zusammengefaßt werden. Unter den kalkhaltigen Böden sind Löß, Flugsand, Rheinschlick mit einer Farbe bezeichnet und mit den Kiessanden gemeinsam zum Diluvium zusammengefaßt. Tertiärböden werden mit verschiedenen Farben unterschieden, so Kalke, untergeordnet auftretender wasserdurchlässiger Mergel, wenig oder völlig für Wasser undurchlässiger Mergel; Sande und Konglomerate. Damit sind die geologischen Formationen die Hauptgrundlage der Darstellung, trotzdem sie nur in Klammern zu den Gesteinsbezeichnungen hinzugesetzt werden.

Von einigen geologischen Landesanstalten werden heute auch Karten von der Verteilung der Bodensäure aufgenommen, von denen man sich praktischen Erfolg verspricht. So hat die Preußische Geologische Landesanstalt eine Karte von M. TRÉNEL³ gedruckt, welche die Bodensäurekarte einer Gutsfläche im Maßstabe 1:12500 darstellt. Mit Farben ist der Reaktionsgrad der Krume (Azidität) angegeben und zwar in der Art, daß über p_H 7 schwach alkalisch; p_H 6—7 neutral; p_H 5—6 schwach sauer; unter p_H 5 sauer bedeutet. Ferner ist mit Schraffuren ausgedrückt: kalkhaltiger Untergrund; zu hohes Grundwasser für Acker in weniger als 2 m Tiefe, für Wiese in weniger als 0,7 m Tiefe; kalkhaltiger Untergrund und stehende Nässe. In die Karte sind die nach Art der bei der Preußischen Geologischen Landesanstalt üblichen Bohrprofile eingetragen. Darüber steht die p_H -Zahl der Oberkrume. Eine wertvolle Eintragung ist die Beobachtung des Standes der Feldfrüchte zur Zeit der Bodenaufnahme, z. B. in Gestalt von: sehr guter Winterroggen, sehr guter Klee, schlechter Klee, guter Hafer, sehr schlechtes Gras, sehr guter Weizen, sehr hohes Gras, gute Luzerne.

Eine Zusammenfassung eines sehr zahlreichen Kartenmaterials, worunter sich auch Übersichtskarten von Deutschland befinden, gibt P. KRISCHE⁴ in einem großen Werk über Bodenkarten, das als ein Beitrag zur neuzeitlichen Wirtschaftsgeographie bezeichnet wird. Es lassen sich von den Karten des Deutschen Reiches nachstehende miteinander vergleichen: P. KRISCHE'S Übersichtskarte der Hauptbodenarten in der Wiedergabe von A. MEITZEN, H. STREMMER'S Verbreitung der Bodentypen, E. SCHEUS Karte der Nährflächen, E. WERTH'S Karten der

¹ KRUTZSCH, Forstmeister: Bärenthoren 1924. Neudamm 1926. Anlage 4. — HAUSENDORFF, E.: Deutsche Waldwirtschaft. Berlin 1927.

² WAGNER, W.: Die Bodenarten der hessischen Weinbaugebiete. Mit Bodenkarte. Darmstadt, ohne Jahreszahl, wahrscheinlich 1928.

³ TRÉNEL, M.: Untersuchung auf Kalkgehalt und Kalkbedarf des Rittergutes Nemitz. Mitt. bodenkdl. Labor. preuß.-geol. Landesanst., H. 6.

⁴ KRISCHE, P.: Bodenkarten und andere kartographische Darstellungen der Faktoren der landwirtschaftlichen Produktion verschiedener Länder. Berlin 1928.

Klimabezirke Deutschlands und der Waldwirtschaft, sowie der floristischen Grundlagen einer Klimagliederung, P. KRISCHES verschiedene landwirtschaftliche Wirtschaftszonen 1926, E. WERTHS Klimabezirke, H. HELLMANNS mittlere Jahresniederschläge, E. WERTHS Temperaturverteilung und Klimagliederung, A. WEGENERS Klimaprovinzen, W. SCHMIDTS vorherrschende Winde, schließlich die kleinen Kärtchen verschiedener Ernten der Jahre 1924 und 1926 und der Kaliverbrauch der deutschen Landwirtschaft.

Kartierung der Bodenbildungstypen. Seit 1922 sind sowohl Spezial- wie Übersichtskarten in ziemlich großer Zahl veröffentlicht worden, welche sich der russischen Aufnahmemethode des Bodenprofils in einer Aufgrabung unter Berücksichtigung der natürlichen Bodenhorizonte bedienen. Die ersten Veröffentlichungen waren Spezialaufnahmen gewidmet¹, und zwar Guts- und Feldversuchskartierungen. In ihnen wurde die Farbe bzw. bei Schwarzdrucken die Schraffur den Bodenarten eingeräumt und in die Farben, flächenartig begrenzt, das Profil mit Buchstaben und statt der Zahlen mit Bewertungspunkten eingetragen. Das Profil wurde nach den natürlichen Bodenhorizonten aufgenommen. Es enthält Angaben über die Krume, den Rohboden, den Untergrund, über Grundwasserabsätze, Kalkgehalt, Wassergehalt, Humusgehalt, Gefüge, Körnigkeit, Durchlüftung, Kulturzustand, Tongehalt, Sandgehalt, Gehalt an Eisenrost, örtliche Lage bzw. Oberflächengestaltung. Mit 1—5 Punkten werden alle diese Eigenschaften bewertet, und zwar bedeutet in der Regel ein Punkt wenig oder das Minimum, fünf Punkte sehr viel oder das Maximum der Eigenschaften, die übrigen Punkte geben Zwischenstufen an. Die Profilaufnahme ist also sehr eingehend. Die Angaben auf den auf die Karte eingetragenen Bodenprofilen sind sehr zahlreich, noch wesentlich zahlreicher und auch anders als die in A. ORTHS Aufnahme von Friedrichsfelde. Es ist für den Fernerstehenden nicht möglich, sie schnell mit einem Blick zu erfassen, was aber auch nicht beabsichtigt ist, denn die für den Pflanzenwuchs wesentlichen Bodeneigenschaften sind so zahlreich, daß man mit den wenigen Angaben der Profile z. B. der geologischen Landesanstalten für die ernsthafte Beurteilung eines Feldversuches oder einer Gutsfläche nicht

¹ STREMMER, H. u. K. v. SEE: Über eine landwirtschaftliche Bodenkarte nebst Bemerkungen über die geologisch-agronomische Flachlandaufnahme des Gebietes der Freien Stadt Danzig. *Z. dtsh. geol. Ges.* 74, M. I, 48—57 (1922). — KUHSE, F.: Bodenkarten. *Ostdeutscher Naturwart*, S. 108—115. Breslau 1924. — STREMMER, H.: Die bodenkundliche Kartierung in Deutschland. *Etat de l'étude et de la cartographie des sols*, S. 51—53. Bukarest 1924. — Verbreitung der Bodentypen in Deutschland. *Mémoires sur la nomenclature et la classification des sols*, S. 1. Helsingfors 1924. — Pflanzenbau und Bodenverhältnisse (ohne Karte). *Danziger Landbund* 5, 224—225 (1925). — STORP, R.: Einfluß des Faktors Boden auf Sortenanbau- und Düngungsversuche. *Dissert.*, Danzig 1926. — WOLTERS DORF, J.: Bodenaufnahme des Rittergutes Senslau auf der Danziger Höhe. *Dissert.*, Danzig 1926. — STREMMER, H.: Grundzüge der praktischen Bodenkunde, S. 266—279. Berlin 1926. — MEDING, E. v.: Die Bodenaufnahme des Niederungsgutes F. Riemann, Wossitz, und der Versuchsfelder des Versuchsrings der Danziger Niederung. *Dissert.*, Danzig 1927/28. — KORNOLD, O.: Der Pflanzenbestand einer Dauerweide und seine Beziehungen zum Boden. *Dissert.*, Danzig 1927. — STREMMER, H.: Ausstellung von Bodenkarten des Mineralog.-Geologischen Instituts in Washington. 1. Internat. Bodenkongr. 1927. — Die moderne Bodenaufnahme im Dienste der Landwirtschaft. In: 25 Jahre Techn. Hochsch. Danzig 1929, 129—133. — TASCHENMACHER, W.: Der Faktor Bodentypus und seine Bedeutung für die landwirtschaftliche Praxis. *Landw. Jb.* 1928. — Die bodenkundliche Kartierung von landwirtschaftlichen Betrieben nach der Methode H. STREMMER, ein neues Hilfsmittel für die Anlage von Feldversuchen und die Übertragung ihrer Ergebnisse auf größere Flächen. *Z. Pflanzenernährg.* usw. B 1928, H. 7. — Entwicklung der Bodenkartierung landwirtschaftlicher Betriebe und die Möglichkeiten ihrer praktischen Leistung. Mit dem Beispiel des Rittergutes Krzyzanki. *Dissert.*, Danzig 1930. — OSTENDORFF, E.: Die Grundwasserböden des Weichseldeltas. *Dissert.*, Danzig 1930. — HOLLSTEIN, W.: Bodentypus und Waldtypus auf Dünen sand. Danzig 1930.

auskommt. Das haben u. a. die Karten von etwa 50 größeren oder kleineren Versuchsfeldern erwiesen, welche F. KUHSE 1925, R. STORP 1925 und E. VON MEDING 1927 aufgenommen haben. Mit Ausnahme eines großen Lupinenversuches, den F. KUHSE kartierte, und bei welchem er während der ganzen Vegetationszeit das Pflanzenwachstum beobachtete und registrierte, ist bei allen übrigen durch die Feststellung der Pflanzenerträge quantitativ erwiesen worden, welche Eigenschaften der Böden sich in den Roherträgen widerspiegeln. Es waren der Gesamthabitus des Bodentyps, die Bodenart, der Humusgehalt und die Mächtigkeit der Krume, sowie örtliche Lage, Wassergehalt bzw. Trockenheit der Krume, des Rohbodens und des Untergrundes, ferner die Bodenarten des Rohbodens und des Untergrundes, Kalkgehalt der Horizonte, Gefüge, Körnigkeit der Bodenarten, Verdichtungen im Rohboden, Kulturzustand, welche sämtlich bei Abweichungen der Erträge eine mehr oder weniger große Rolle spielen, ja, vielleicht reichten nicht einmal bei einigen Abweichungen auch diese Bodeneigenschaften zur völligen Aufklärung aus.

Bei den Gutskartierungen ist stets in grundsätzlich ähnlicher Weise wie bei J. HAZARD an die rein wissenschaftliche Aufnahme der Bodeneigenschaften eine praktische Auswertung angeschlossen worden, sei es, indem an den Rand der Gutskarte unmittelbar die Meliorationsvorschläge eingetragen wurden (E. VON MEDING) oder durch besondere Meliorationskarten (K. VON SEE, F. KUHSE, J. WOLTERS-DORFF, W. TASCHENMACHER), die in der Regel Bodenbearbeitungs- und Düngemaßnahmen, bisweilen auch Fruchtfolgevorschlüge und Schlägeveränderungen zum Gegenstand haben. Besonders eingehend ist die Durcharbeitung sowohl der Karte wie der Meliorationsvorschläge in dem Beispiel des Gutes Krzyzanki von W. TASCHENMACHER geschehen. Die Karte gibt 13 Böden mit Schraffuren wieder, davon 7 Lehm Böden, 2 Lehm Böden mit Sanddecke, 7 Sandböden. Die Unterteilung der Bodenarten erfolgt nach Bodentypen, z. B. podsoliger und gleipodsoliger Boden, Grundwasserboden, etwas anmooriger podsoliger und gleipodsoliger Boden, brauner Waldboden, verschieden stark ausgelaugte podsolige Böden. Über die Schraffuren ist eine Farbe mit verschiedenen Nuancen gedeckt, welche die Unterabteilungen in Gestalt von kaum lehmigem Sand, schwach lehmigem Sand, lehmigem Sand, stark sandigem Lehm, schwach sandigem Lehm bezeichnen, und zwar aufsteigend von Hell nach Dunkel. Ohne Farbe sind Brenner gelassen. Da hinein ist in der erwähnten Weise das Bodenprofil gezeichnet, wobei, wie stets bei dieser Profildarstellung, nicht an allen Stellen das ganze große Profil steht, sondern auf der Fläche des Bodentyps ist unter Umständen nur einmal das große Profil angegeben, dafür dann an allen Stellen, an denen Abweichungen vorhanden sind, diese nur mit den abweichenden Eigenschaften bezeichnet werden. Die Aufnahme erfolgte in der Weise, daß zunächst die Flächenkartierung die Bodenarten und die örtliche Lage betraf, und daß gleichzeitig Aufgrabungen zur Feststellung der Bodenhorizonte und ihrer einzelnen Eigenschaften schlagweise erfolgten. Die in den Gruben aufgenommenen Bodenprofile wurden dann durch Handbohrungen über die Fläche verfolgt und ihre Grenzen gegeneinander festgelegt. Das Kartenbild erweist sich auf der großen Karte im Maßstab 1:2500 des 250 ha großen Gutes keineswegs verwirrend, sondern ist ziemlich klar und leicht zu übersehen. Zur weiteren Kennzeichnung der 13 verschiedenen Typen dienen noch 3 Tabellen im Text und als Tafeln, welche die Kulturfähigkeit der Böden und die Ergebnisse etwaiger Neubaueranalysen (Feststellen des Düngebedürfnisses für Kali und Phosphorsäure mit Hilfe der Roggenkeimlingsmethode) und Feldversuche bzw. die wahrscheinliche Veränderung der Bodenreaktion und Begünstigung des Verkrustens durch Kunstdünger bzw. ein zu erwartendes Ausgewaschenwerden der Kunstdünger und die

Möglichkeit ihres Festlegens enthalten. Die Tabellen sind zugleich auch Arbeitsblätter, in welche die späteren Erfahrungen eingetragen werden sollen. Auf Grund dieser sehr gründlichen Bodenkartierung, welche in zwei Vegetationsperioden unter fortwährender Beobachtung des Pflanzenwachstums durchgeführt wurde, sind 3 Meliorationskarten und eine neue Schlageinteilung ausgearbeitet worden. Die Meliorationskarten stellen einen Stallmistverteilungsplan, einen Kalkungs- und einen Bodenbearbeitungsplan dar, wobei als Meliorationsziel „die Annäherung der Bodeneigenschaften an die günstigen des Tschernosemtyps durch Zuführung positiv strukturbildender Materialien (Humus, Kalk) verbunden mit geeigneter Bodenbearbeitung“ festgelegt wurde. Auf allen drei Karten konnte entsprechend der Genauigkeit der Aufnahmen auch eine große Genauigkeit der Vorschläge erzielt werden, die dem Landwirt gestattet, über die Reihenfolge, die Kosten und den Erfolg seiner Meliorationsmaßnahmen rechnerische Aufstellung zu machen. Die neue Schlageinteilung ist sehr vorsichtig gehalten. Sie begnügt sich mit der Verbesserung größerer Fehler der alten Schlageinteilung, die darin bestanden, daß z. B. auf einem Schlage drei in größeren Flächen auftretende, z. T. grundverschiedene Typen zusammengefaßt waren. Aus 15 Schlägen von durchschnittlich 65—70 Morgen Fläche wurden 14 von durchschnittlich 55 Morgen für die Rübenrotation und 4 von durchschnittlich 50 Morgen für die Kartoffelrotation zusammengefaßt. Für diese Neueinteilung war auch maßgebend, daß auf Grund derselben die grundsätzliche Abgrenzung einer Rübenrotation erfolgen konnte, welche sich nach der Natur der Böden als notwendig erwiesen hatte. Im Text, der auf 76 Seiten die allgemeinen Grundlagen der Kartierung und die besonderen Notwendigkeiten der Meliorationspläne sehr sorgfältig behandelt, ist auch die alte Bonitierung nach dem Gesetz von 1861 mit einer auf Grund der Bodenaufnahme neu durchgeführten verglichen. Die alte machte nur 3 Unterschiede, die neue allein 7 für die Lehmböden, d. i. also eine wesentlich größere, praktisch ins Gewicht fallende Gliederung. Nach dieser Aufnahme und den Meliorationsplänen wird jetzt seit 3 Jahren praktisch gearbeitet¹.

Bei der Einrichtung der geologischen Landesaufnahme 1930 in Danzig wurden die vorstehenden Erfahrungen mit den Spezialkarten der Guts- und Feldversuchsaufnahmen für die Landesaufnahme benutzt. Außer geologischen und bodenkundlichen Karten im Maßstabe 1:100000 werden durch E. OSTENDORFF Kartenwerke von Gemeinden im Maßstabe 1:10000 hergestellt, bei welchen die Bodenprofile durch Aufgraben und Studium der Gruben aufgenommen und ihre Grenzen gegeneinander durch Bohrungen verfolgt werden und bei welchen auf alles Laboratoriumsbeiwerk verzichtet wird. Dieser Maßstab ist die untere Grenze bis zu welcher eine rein flächenmäßige, aber für Meliorationsvorschläge noch geeignete Flächendarstellung ohne Eintragung von Einzelprofilen stattfinden kann. Schon bei diesem Maßstabe mußten z. B. für die Kartierung der Gemeinde Strippau, Kreis Danziger Höhe, 36 verschiedene Kombinationen von Farben und Signaturen gewählt werden, um die notwendigerweise darzustellenden Unterschiede der Böden nach Typen und Arten zu erfassen. Dazu kommen noch 4 Signaturen für besondere Erscheinungen. Die 36 Kombinationen verteilen sich auf 7 braune Waldböden, 14 rostfarbige Waldböden, 4 Böden auf Abschlämmassen und 11 Naßböden. Die Unterschiede sind durch Verschiedenheiten des Typus, des Muttergesteins und der Bodenart bedingt. Hierzu werden 5 Beiblätter hergestellt, und zwar eine Humuskarte (Bedürftigkeit und Verteilung von Stallmist und Grün-

¹ Außer den oben angegebenen Gutskarten sind noch 4 weitere, nicht veröffentlichte aufgenommen, darunter die des 600 Hektar großen Versuchsgutes Bornim bei Potsdam durch W. TASCHENMACHER 1928/29.

düngung), eine Kalkungskarte, eine Kunstdüngerkarte, eine Entwässerungskarte und eine Nutzungskarte, die auf ähnlichen Grundsätzen beruhen wie die Meliorationskarten im Kartenwerk Krzyzankis. Auf solche Weise kann auch die Landesaufnahme unmittelbar praktisch nutzbar gemacht werden.

In Preußen und in Thüringen sind Spezialkarten mit ähnlichen Grundlagen ausgeführt worden. W. WOLFF¹ hat in Ostholstein die Landstelle Brookhorn kartiert. Die Karte ist in Farben bzw. in einem Durchlichtungsdruck, der zu Propagandazwecken vertrieben wird, ausgeführt, sie gibt allerdings in Schraffuren nur die Bodenarten Lehm Böden, Sandböden, Tonböden, gemischte Böden, Moorböden an, jedoch sind die einzelnen Bodenarten ziemlich ausführlich erklärt, z. B. Lehm Boden in ebener Lage mit genügend lockerer Krume und gut feuchtem Lehm untergrund, worin vereinzelt sandige Einlagerungen auftreten. Im Text sind dann die Typen als solche bezeichnet. Mit Ziffern zu Doppel- oder einfachen Kreisen sind Aufgrabungen in die Karte eingetragen, deren Ergebnis im Text mitgeteilt wird. Ein kartographischer Verbesserungsvorschlag wird nicht versucht.

Neuerdings ist seitens der Preußischen Geologischen Landesanstalt auf Antrag der Landwirtschaftskammer für die Provinz Pommern eine bodenkundliche Karte des Versuchsgutes Heinrichshof² der Landwirtschaftskammer aufgenommen worden. Die Farben geben Bodentyp und Bodenart an. Dazu ist als praktische Auswertung die Beurteilung des Bodens als Standort angegeben, wie z. B. „normaler“ brauner Waldboden, Lehm, charakteristischer Standort für Gerste, Klee; „schwach entarteter“ brauner Waldboden, Sand über Lehm, charakteristischer Standort für Roggen. Mit Ziffern und kleinen Rechtecken sind die Einschlüge bezeichnet, deren Untersuchung in der Erläuterung mitgeteilt wird.

E. BRÜCKNER und W. HOPPE³ haben ein thüringisches Forstgebiet nach Bodenarten, Bodentypen und „Bodenformen“ auf zwei Karten aufgenommen. An Bodenarten sind auf W. HOPPEs wissenschaftlichen Karten mit Farben feinkörniger Sand, mittel- und grobkörniger Sand, Lehm und Ton eingetragen, mit Schraffuren sind die Untergruppen, tonig, schwach tonig, einzelne Letteneinschaltung, sandig, schwach sandig, lehmig, schwach lehmig unterschieden und ferner mit schmalen schrägen Streifen im Untergrund Ton (Letten) einzelne dünne Letteneinschaltungen, Sand und Sandstein wiedergegeben. An Bodentypen sind mit Signaturen dargestellt vorhanden: günstiger Mineralbodenzustand, „Vergrauung“ der obersten Mineralbodenschichten, Bleicherde und Orterde oder Ortstein über unverändertem Sand- und Sandsteinuntergrund (darin 4 Stufen), Misse- oder misseähnliche Bildungen. An „sonstigen Bezeichnungen“ werden mit Schraffen u. a. angegeben: Boden leicht durchlässig, rasch und tief austrocknend; Neigung zur Verwässerung; Boden im tieferen Teil des Wurzelraumes weitgehend verdichtet; Boden flachgründig, Felsen nicht tiefer als 30 cm; ferner Steinbeimengungen im Wurzelraum, Bohrpunkt, Bodeneinschlag, Quellen. Die Karte ist unvollständig und nur um die Aufnahmestellen herum ausgeführt. Infolgedessen wird sie als Gerüst zu einer Bodenkarte bezeichnet. E. BRÜCKNERs forstliche Bodenkarte gibt als „ausgeschiedene Bodenformen“ an: Vorwiegend durchlässige Sandböden in trockenen Lagen mit meist stärkerer Bleichschicht; vorwiegend feinkörnigere Sandböden, meist dicht gelagert, weniger durchlässig

¹ WOLFF, W.: Bodenkarten für Landgüter. Jb. preuß. geol. Landesanst. Berlin 1928, 1047—1079. 5 Tafeln, Maßstab der Karte 100 m = 3 cm.

² GÖRZ, G. u. M. GOLLING: Bodenkarte der Nordhälfte des Versuchsgutes Heinrichshof bei Stettin. Erläuterung von G. GÖRZ. Maßstab 1 : 2500. Berlin 1930.

³ BRÜCKNER, E. u. W. HOPPE: Beitrag zur Kenntnis der Standortverhältnisse des thüringischen Forstamtsbezirks Paulinzella. Mit 2 Texttabellen und 2 Karten. Beiträge zur Geologie von Thüringen 2, 237—283, Maßstab 500 m = 3,75 cm. Jena 1930.

und trocken mit schwächerer Ausbleichung der Oberschicht; Sandböden mit Lettenbeimengungen im unteren Wurzelraum, daher weniger stark austrocknend, mit schwach ausgebleichter oder nur vergrauter Oberschicht; frische Sandböden, nicht verdichtet, meist ohne deutliche Ausbleichung der Oberschicht; schwach lehmige Sandböden; tonige Sandböden; tonige Böden des Röt; Stellen mit Neigung zu stehender, wenn auch nur vorübergehender Vernässung; feuchte Partien mit Neigung zu starker Sphagnumbildung; Steine im Wurzelraum; höherer Gehalt an adsorptiv gebundenem Kalk im Untergrund. Mit Ausnahme der beiden letzteren Angaben beziehen sich fast alle übrigen nur auf die Oberschicht.

Aus der gleichen Versuchsstelle für forstliche Bodenkunde an der Universität Jena rühren zwei kleine Karten her, welche R. JAHN¹ veröffentlicht hat. Sie zeigen mit Schraffuren 8 Bodenformen, nämlich I durchlässiger, trockener, meist mittelkörniger Sand mit Ortsteinprofil; steinig. II meist feinkörniger Sand mit Orterdeprofil, im allgemeinen günstiger durchfeuchtet. III im oberen Teil des Profils feinkörniger Sand mit Orterdeprofil; im unteren Teil des Profils wasserstauende Letten. IV fein- bis feinkörniger trockener Sand mit deutlicher Ausbleichungs-, aber ohne sichtbare Anreicherungszone. V fein- bis feinkörniger, anlehmiger, günstig durchfeuchteter Sand, nur gering oberflächlich vergraut. VI Brauner sandiger Lehm, günstig durchfeuchtet, mit geringer oberflächlicher Vergrauungszone. VII grauer, sandig-toniger Schwemmboden der Tal- und Muldenlagen, meist mit lettigen Einschaltungen. Nach Kahlschlag vernässend. VIII grauer toniger Sand mit Letteneinschaltungen auf flachen Bergrücken oder Hangplateaus. Jede Bodenform ist weiter durch ein Schaubild der Kornverteilung im Bodenprofil gekennzeichnet.

Die vorgenannten Spezialkartierungen mit Einschluß der Bodentypen zeichnen sich dadurch aus, daß sie sämtlich von der Oberfläche des Bodens ausgehen und entweder nur durch die Bodentypenbezeichnung oder durch besondere Profildarstellung von da aus in die tieferen Teile des Bodens, z. T. bis in den Untergrund, vorgehen. Die historisch-geologischen Feststellungen treten stark zurück. Jedenfalls fehlt ganz die Einstellung der geologisch-agronomischen Karte, die den Boden von unten her auf der geologischen Schicht in der Annahme aufbaut, daß die Genese des Bodens infolge der Herkunft der Bodenart aus dem Gestein mit der Genese des Gesteins zusammenhänge. Das ist ein Irrtum, der, wie Auslassungen von landwirtschaftlicher Seite gezeigt haben, den Widerstand der praktischen Landwirtschaft gegen die geologisch-agronomische Kartierung hervorgerufen hat. Im Bodentypus wird jetzt die Bodengenese angegeben, die zugleich auf das engste mit dem Pflanzenertrag und dem Pflanzengedeihen verknüpft ist. In vielen Fällen hängt auch die Bodenart passiv mit der Bodengenese zusammen². Die „Vergrauung“ oder Podsolierung der Waldböden ist zugleich auch eine Versandung der Oberkrume, eine Verlehmung des Rohbodens. Im Tschernosem oder der Steppenschwarzerde wird bisweilen selbst ein grober Sand durch den Humusgehalt bindig. Die nassen Böden zeigen häufig Tonablagerungen (Glei). Hierbei ist das ursprüngliche Gestein nur wenig oder gar nicht, in anderen Fällen aber zweifellos an der Genese der Bodenart beteiligt. In solchen wird man immer eine kurze geologische Bezeichnung mit Erfolg anwenden können und braucht sie nicht völlig zu vermeiden, denn sie besagt doch etwas für die Bodenkunde.

¹ JAHN, R.: Eine forstliche Bodenkartierung auf Buntsandstein, Forstl. Wochenschrift Silva 19, 209—213 (1931).

² STREMMER, H.: Die moderne Bodenaufnahme im Dienste der Landwirtschaft. In: 25 Jahre Technische Hochschule, S. 134. Danzig 1929.

Die Übersichtskarten der Bodentypen Deutschlands haben, wenn von Erd- und europäischen Karten abgesehen wird, von einer Serie kleiner Skizzen des Verfassers¹ ihren Ausgang genommen. Sie stellten zunächst nur die Bodentypen dar und sind allmählich mit dem Fortschreiten der Erkenntnisse vom Vorkommen und der Ausbildung der Bodentypen immer vollständiger geworden. In ein neues Stadium traten die Arbeiten zur Herstellung einer Bodenkarte Deutschlands durch die Bildung einer Arbeitsgemeinschaft, welche 1926 unter der wissenschaftlichen Leitung des Verfassers und der geschäftlichen von W. WOLFF zusammentrat. Es liegen an Teilarbeiten dieser Gemeinschaft bisher vor: die Karte Bayerns von F. MÜNICHSDORFER und K. SCHLACHT², die Karte Hessens von W. SCHOTTLER³ mit Beiträgen von W. WAGNER und O. DIEHL, eine Bodentypen- und eine Bodenartenkarte Sachsens von G. KRAUSS und F. HÄRTEL⁴, je eine Karte von Nordwestdeutschland, dem östlichen Mitteldeutschland und dem Mittelgebirge von der Saale bis zum Rhein von P. F. Freiherr von HOYNINGEN-HUENE⁵, eine Karte Schleswig-Holsteins von W. WOLFF⁶. Die Aufnahmen zur ersten zusammenfassenden Karte, welche sowohl die Bodentypen als auch die Bodenarten enthält, dürften im Jahre 1931 abgeschlossen werden. Über die bisher erschienenen Einzelkarten ist bereits im Abschnitte über die Böden Deutschlands⁷ ausführlich gesprochen worden, so daß sich eine Wiederholung erübrigt. Die Karten enthalten bis auf die sächsischen, die sie trennt, Bodentypen und Bodenarten kombiniert. In einer Bodenkarte Deutschlands hat bereits P. KRISCHE⁸ die Ergebnisse der bisherigen Veröffentlichungen, indem er seine Karte der Hauptbodenarten Deutschlands benutzte, aufgetragen, so daß bereits jetzt eine Übersichtskarte im Maßstabe 1:1800000 vorliegt.

Estland.

Als früherer Teil des russischen Kaiserreiches ist Estland von den russischen Bodenforschern auf ihren Karten mit angegeben worden. So handelt es sich nach K. GLINKAS⁹ schematischer Bodenkarte Rußlands (1:2000000) in Estland um podsolige, auf weichen Muttergesteinen auflagernde Böden. Später hat A. NÖMMIK¹⁰ eine Anzahl bodenkundlicher Arbeiten ausgeführt und eine Karte gezeichnet. Sie benutzt den Maßstab 1:800000. P. KRISCHE¹¹ hat sie mit deutschen Bezeichnungen in seinem Werke über Bodenkarten wiedergegeben. Es kommen auf dem Festlande und den Inseln Ösel, Mohn, Dagö und Worms die folgenden Böden vor: flachgründiger Kalk- und Kalkgeröllboden, mitteltiefer Kalk- und Kalkgeröllboden, tiefgründiger Kalk- und Kalkgeröllboden, leutig-toniger Fein-

¹ STREMMER, H.: Die Verbreitung der Bodentypen in Deutschland. Mém. sur la nomenclature et la classification des sols, S. 1—8. Helsingfors 1924. — Grundzüge der praktischen Bodenkunde, Tafel 10, S. 294—299. Berlin 1926. — Die Böden Deutschlands. Dieses Handbuch 5, 427. Berlin 1930.

² MÜNICHSDORFER, F.: Bodenkarte Bayerns, 1:400000. München 1930.

³ SCHOTTLER, W.: Bodenkarte von Hessen, 1:600000. Darmstadt 1929.

⁴ KRAUSS, G. u. F. HÄRTEL: Bodenarten und Bodentypen in Sachsen. Forstl. Jb. 81, H. 3, 131—147 (1930). 1:500000. — HÄRTEL, F.: Erläuterungen zur Übersichtskarte der Hauptbodenarten des Freistaates Sachsen. Leipzig 1930.

⁵ HOYNINGEN-HUENE, Frhr. P. F. v.: Die Bodentypen Nord- und Mitteldeutschlands. Jb. preuß. geol. Landesanst. 51, S. 524—564 (1930).

⁶ WOLFF, W.: Bodenkarte Schleswig-Holsteins. Jb. preuß. geol. Landesanst. 1930.

⁷ Dieses Handbuch 5, 271—429 (1930).

⁸ KRISCHE, P.: Bodenkarte des Deutschen Reiches. In: Ernährg. Pflanzen 26, H. 19. (Berlin 1930).

⁹ GLINKA, K. D.: Die Typen der Bodenbildung, S. 245, 246, 255. Berlin 1914.

¹⁰ NÖMMIK, A.: Kodumaa Mullastikust (Über den Boden Eestis). Veröff. Kab. Bodenkde. u. Agrikulturchem. Univ. Dorpat 1925, Nr. 2, Karte S. 55.

¹¹ KRISCHE, P.: Bodenkarten, S. 98. Berlin 1928.

sandboden, südestnische schwere podsolige Böden, südestnische leichte podsolige Böden, südestnische sandige und lehmige Bodenkomplexe, Sandboden, Moor, anmooriger Boden, Felstrümmerboden. Die größte Ausdehnung haben die Kalk- und Kalkgeröllböden, die etwa die Hälfte des Festlandes, z. T. bedeckt mit Moor und anmoorigen Böden, sodann fast die ganzen Inseln Mohn und Worms und die Ränder der Inseln Ösel und Dagö einnehmen. Das südliche Estland wird in der Hauptsache von den podsoligen Typen und zwar mehr von den schweren als von den leichten eingenommen.

Finnland.

Finnland besitzt gegenwärtig eine eigene bodenkundliche Landesanstalt, die früher ein Teil der geologischen war, aber jetzt ganz von ihr getrennt ist. Die von ihr betriebene Bodenkartierung hat nach B. AARNIO¹ die physikalischen Bodenarten zur Grundlage genommen, weil diese für die landwirtschaftlichen Zwecke und für die Bodenbonitierung am meisten geeignet seien. Dieser Umstand stehe mit dem geologischen Bau des Grundgebirges und mit den genetischen Verhältnissen der Bodenarten im Zusammenhang. Die Bodenarten werden auf den Karten mit Farben, die klimatischen Bodentypen mit Schraffuren bezeichnet. Im Schema für die Bodenarten werden die Korngrößen nach ATTERBERG und ihre physikalischen Eigenschaften herangezogen. Es werden an Mineralbodenarten unterschieden: Grusböden (Asgrus, Moränengrus), Sandböden (Grobsand, gewöhnlicher Sand, Feinsand), Lehm Böden (Mo, gewöhnlicher Lehm, Feinlehm), Tonböden (Leichtton, gewöhnlicher Ton, schwerer Ton), an organogenen Bodenarten Torfböden (Niederungsmoor, Hochmoor, Mudde, Gyttja). An Bodentypen werden angegeben: Podsolböden (Eisenpodsol, Humuspodsol), Grundwasserböden (Eisenglei, Salzglei), Salzböden und anmoorige Böden. Bei den Untersuchungen im Felde werden in Betracht gezogen: der allgemeine Charakter des Bodens (seine am meisten hervortretenden Eigenschaften), die Topographie (flach, hügelig, bergig usw.), die Bodenbeschaffenheit (Grus-, Sand-, Tonböden usw.), die Vegetation (Gras-, Heide-, Waldboden), der Kulturtyp (Acker, Wiese, Weide), die Feuchtigkeit (trocken, feucht, naß), die Bodenreaktion (im Felde mit Indikatoren nach WHERRY bestimmt). Von der Vegetation werden die verschiedenen Schichten, Baumschicht, Gebüschschicht, Feldschicht, Bodenschicht und deren Frequenzgrad bestimmt. Auch ihre Beziehungen zu einigen wichtigen physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Bodenfaktoren werden studiert und die Möglichkeit in Erwägung gezogen, sie als Indikator für die Bodengüte zu benutzen. Die sämtlichen Beobachtungen und auch diejenigen landwirtschaftlicher Art werden in Tagebücher (mit Namen des Beobachters, Nummer des Kartenblattes und Jahreszahl) eingetragen. Die Kartierer sind mit Spaten, Handbohrer, Indikatoren, Farbenskala, für Spezialuntersuchungen auch mit KOPECKYS Feldlaboratorium und mit Tiefbohrer ausgerüstet. Die Bodenproben werden in Säckchen gesammelt und in Pappkästen aufbewahrt. Umfangreiche Laboratoriumsuntersuchungen chemischer und physikalischer Art schließen sich an.

Als Unterlagen werden bei der Kartierung für Spezialuntersuchungen Katasterkarten in den Maßstäben 1:4000 und 1:8000, für Übersichtskartierungen topographische und Kirchspielkarten (1:20000) und „ökonomische“ Karten (1:100000) benutzt. Jeder Karte wird eine ausführliche Erläuterung beigegeben, welche bestrebt ist, das Ergebnis der Aufnahme nach allen Richtungen festzuhalten. Bei der praktischen Kartierung von Gütern wird als Ergebnis der Durch-

¹ AARNIO, B.: Finnland. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S 74—83. Bukarest 1924.

arbeitung in der Erläuterung eine Reihe von praktischen Maßnahmen der Bodenverbesserung, Bodenbearbeitung und Fruchtfolge vorgeschlagen.

Das Personal der bodenkundlichen Landesanstalt bestand ursprünglich 1924, als sie noch die agrogeologische Abteilung der Geologischen Kommission war, aus dem Leiter, einem älteren und einem jüngeren Assistenten. Nunmehr werden für die Feldarbeiten Studierende der Helsingforscher Universität mit agronomischer und geologischer Vorbildung als wissenschaftliche Gehilfen herangezogen, die unter der Leitung der Beamten arbeiten. In der Regel werden sie nach ihrer Ausbildung zunächst in der Übersichts-, später in der Spezialkartierung beschäftigt.

Die erste aus dieser Arbeit entstandene moderne Übersichtskarte Finnlands war die von B. FROSTERUS¹ herausgegebene schematische Übersichtskarte der Hauptbodentypen Finnlands im Maßstabe 1:7000000. Sie gibt die nachfolgenden Bodentypen wieder: Eisenpodsol, Humuspodsol, Humus- und Eisenpodsol in gleicher Menge, Grundwasserpodsol, Sulfatböden, Tundra. Eisen- und Humuspodsol erscheinen in Zonen von West nach Ost in nördlicher Richtung angeordnet. Im Süden folgt zunächst ein Gebiet mit der Mischung beider, dann eine Zone von Eisenpodsol. Weiter nach Norden ist der größte Teil des Landes durch Humuspodsol gekennzeichnet. Es folgt wieder eine Zone der Mischung, an die sich endlich die Tundra anschließt. In einem Streifen an den Küsten des Finnischen und Bottnischen Busens liegen die Sulfatböden, am Bottnischen umgeben von einem Streifen Grundwasserpodsol.

Aufgenommen und veröffentlicht sind bisher 6 Karten², die ersten von diesen sind Spezialkarten, die späteren Übersichtskarten, und zwar: Nr. 1. Die Karte der Bodenarten und Bodentypen des Kirchspiels Karislojo, sie gibt mit Farben die Bodenarten, mit Schraffuren die Bodentypen, wie oben beschrieben, an. Die Bodentypen werden als auf Grus, Sand, Schluff und Lehm, Schluffton und Ton vorhanden angegeben, nicht aber auf den Torfarten und solchen Stellen der Böden, auf denen „berg“, Fels, aus dem Grus herausragt. Mit Zahlen in Dezimetern ist die Mächtigkeit der Torfschicht über Ton an einzelnen Stellen deutlich gemacht. Größere Zahlen bezeichnen Beobachtungspunkte. Die Karte, die nur mit sehr einfacher Topographie ohne Höhenangaben oder Isohypsen ausgestattet ist, hat den Maßstab 1:25000. Zwei kleine Karten in Schwarzdruck des Landgutes Immola im Karislojo-Kirchspiel haben den Maßstab: 1:12000. Von ihnen weist die Karte der eingehend gegliederten Bodenarten Isohypsen auf, dagegen nicht diejenige der Bodentypen, deren Einteilung die gleiche wie auf der Kirchspielkarte geblieben ist. Auf beiden Karten ist das Umland ausgeschieden. Nr. 2. Die Karte der Militärstelle Gumnäs-Odnäs und des Eigentums Kyrkbacka hat den Maßstab 1:5000 und entspricht im ganzen der Kirchspielkarte von Karislojo. Auf einer kleinen Sonderkarte von Gumnäs-Odnäs sind die Bodentypen noch einmal in Schwarzdruck besonders hervorgehoben. Nr. 3. Mustiala, sie zeigt Bodenarten und Bodentypen getrennt von einander in Schwarzdruck und hat den Maßstab 1:16000. Auf der Bodenartenkarte finden sich zahlreiche Profile. Nr. 4—6 sind Übersichtskarten im Maßstabe 1:50000, die nur die Bodenarten, z. T. auch mit ihren Übereinanderlagerungen (1 m Sand über Ton, < 1 m Torf über Sand, über Ton usw.) enthalten. Auf 5. sind auch Laub- und Kiefernwald sowie kultiviertes Land, ferner mit roten Buch-

¹ FROSTERUS, B.: Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwesteuropas Moränengebieten. Geol. Kom. i. Finland, Geotek. Meddel. 14, 118. Helsingfors 1914.

² Geol. Komm. i. Finland. Agrogeol. Kartor 1. AARNIO, B.: Trakten söder om Karislojo Kyrkoby och Immola Egendom. Helsingfors 1917. — 2. FROSTERUS, B.: Trakten kring pojo vikens norra del och Gumnäs Odnäs Militieboställe 1916. — 3. AARNIO, B.: Mustiala. 1920. — 4. Paimion Pitäjä. 1924. — 5. Syd-Österbotten. 1928. — 6. Turku. 1930.

staben Salzböden und mit p_H und nachfolgendem Ziffernprofil die Wasserstoffionenexponenten der Krume und des Unterbodens angegeben. Gleiche Angaben enthält auch 6, auf der das kultivierte Land in Acker und Wiese zerlegt ist. Die Erläuterung zu 6 weist noch eine kleine Spezialkarte in 1:4000 mit Höhenschichtlinien und einer ins Einzelne gehenden Darstellung der Bodenarten auf. Die Hefte 5 und 6 enthalten zahlreiche Landschaftsbilder, 5 auch Profile der Bodenarten, die z. T. zu einer großen Tafel zusammengestellt sind. 5 und 6 sind die ersten Karten des „Statens Markforskningsinstitut“.

Interessante Sonderkarten enthält B. AARNIOS¹ Arbeit über die See-Erze, auf denen das Vorkommen der See-Erze in finnländischen Seen mit den Bodenarten und dem Humuspodsol an den Ufern und ihrer Umgebung in Beziehung gesetzt ist. Es ergibt sich hieraus eine ziemlich gute Ableitung der See-Erze von dem Humuspodsol.

A. SALMININ² hat in eine kleine Skizze der Bodenarten Finnlands die landwirtschaftlichen Distrikte eingetragen und dazu im Text Tabellen der Durchschnittsreaktion in p_H -Werten angegeben.

Frankreich.

Frankreich hat gegenwärtig keine offizielle Landesaufnahme, welche sich mit der Bodenkartierung beschäftigt. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts setzte eine lebhafte Bewegung zugunsten einer solchen ein, jedoch ist man in Frankreich in anderer Weise wie in Deutschland zu einer allgemeinen Kartierung gelangt.

M. L. CAYEUX³ bezeichnet DE CAUMONT als denjenigen, der sich zuerst mit dem Plane der Herstellung einer agronomischen Karte trug und der seit 1841 unablässig die wissenschaftlichen Versammlungen und die öffentlichen Behörden für seine Idee zu gewinnen versuchte. Bald danach erschienen Karten von Calvados, die durch DE CAUMONT aufgenommen wurden, und des Bezirkes Avallon, aufgenommen von BELGRAND, und von Châtillon an der Seine, aufgenommen durch BAUDOIN.

Die Karte von Avallon erschien 1851⁴. Ihr Verfasser, M. BELGRAND, war Brücken- und Straßeningenieur von Avallon. Die Karte im Maßstabe 1:80000 hat eine einfache Topographie ohne Höhenschichtlinien, aus denen hervorgeht, daß es sich um stark kupierte Gelände handelt. Mit Farben sind die Ackerböden, Weinberge, natürliche Wiesen, Wälder unterschieden und es sind mit schwarzen oder farbigen Schraffuren darauf eingetragen: Alluvionen; tonig-sandiges Gebiet unbekanntes Ursprungsgesteins, wahrscheinlich tertiär; von der Juraformation aus dem mittleren Oolith der Coralrag und die Oxfordtone, die oberliasischen Mergel, der Lias bis zum Gryphaenkalk und der Liassandstein; Granit. In der Zeichenerklärung ist zu allen diesen Formationen eine ausführliche Erläuterung des landwirtschaftlichen Wertes der Formationen oder Gesteine gesetzt. So heißt es bei den Alluvionen: fast immer ausgezeichnete Böden; im Lias sind sie bedeckt mit einer dicken Lage von toniger Erde, die von den benachbarten Bergen heruntergeschwemmt ist und die die guten Eigenschaften der guten Liasböden in

¹ AARNIO, B.: Om Sjömalmerna. Geol. Komm. i. Finland Geotkn. Medd. 20. Helsingfors 1918.

² SALMINEN, A.: Peltomaitemme reaktiosta. Maatalonstieftteallinen Aikakanskirja, S. 40—48. 1929.

³ CAYEUX, M. L.: Etat actuel de la question des cartes agronomiques en France. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 87—92. Bukarest 1924.

⁴ BELGRAND, M.: Carte agronomique et géologique de l'arrondissement d'Avallon. 1:80000. Mit: Notice sur la carte usw. Ancerre 1851.

sich vereinigt; im Oolith sind sie leicht, durchlässig, frisch infolge der durchfließenden Wasserläufe und für alle Kulturen geeignet; entwaldete Flächen. Die Böden des Ooliths werden bezeichnet als leicht, trocken, leicht bearbeitbar, ziemlich fruchtbar bei einiger Tiefe, besonders für den Anbau künstlicher Wiesen geeignet; die Getreidearten geben selbst in den besten Lagen, verglichen mit denen des Lias, nur mittlere Ernte; zur Kalkverwendung wenig nützlich, wenn nicht unbrauchbar; sehr bewaldete Flächen; von allen Schafrassen bevorzugt, besonders den Merinos, die darauf fast ohne Wartung gedeihen; mit durchlässigem Untergrund; natürliche Wiesen nur am Rande der Wasserläufe. In ähnlicher Weise sind auch die übrigen Formationen erklärt. Es zeigt sich bei diesen ältesten französischen Karten in ihrer Darstellungsweise von vornherein die Anknüpfung der Böden an die geologischen Schichten, die nicht nur die Verteilung der Böden an der Erdoberfläche bewirkt haben sollen, sondern auch deren Fruchtbarkeit mit ihren Gesteins- und Verwitterungseigenschaften beeinflussen. Wo die Höhenzahlen ziemlich dicht stehen, läßt sich erkennen, daß auf 1—2 km Entfernung Unterschiede von 7—70 m vorkommen. Der Süden wird von einer Granitmasse eingenommen, deren höchste Erhebung mit 609 m Meereshöhe angegeben ist, während in einer Entfernung von 35 km die niedrigste Meereshöhe auf unterem Oolith 220 m beträgt. Bei solchen Höhenunterschieden sind die Gesteine ohne Zweifel von bedeutendem Einfluß auf die stark unter Abspülung leidende Bodenbildung. Die Erläuterungen zur Karte enthalten auf 95 Seiten die ausführliche Beschreibung der verschiedenen Böden und ihrer landwirtschaftlichen Nutzung und Bedeutung. So ist z. B. das 3. Kapitel *Théorie agronomique de l'arrondissement d'Avallon* überschrieben und beginnt mit einer *détermination du système agricole le plus convenable dans chaque formation*. Dazu kommen 44 Seiten Anmerkungen, Tabellen und Beispiele aus der Praxis.

Auf Grund dieser ersten Karten erschien im Jahre 1852 eine Verfügung des Ministers der öffentlichen Arbeiten an die Präfekten, die bis dahin herausgegebenen zahlreichen geologischen Departmentskarten zu agronomischen Karten für die Zwecke der Landwirtschaft auszunutzen. Die Autoren der geologischen Karte Frankreichs, DUFRENOY und ELIE DE BEAUMONT, wurden beauftragt, ein Programm aufzustellen. Dadurch war die Anregung zu zahlreichen Arbeiten gegeben, von welchen L. CAYEUX die folgenden nennt: geologische und agronomische Karte der Isère von S. GRAS, der Bezirke Vouziers, Mézières, Rocroi, Sedan, Rethel von MEUGY allein oder zusammen herausgegeben mit NIVOIT 1873—1885 und der Meurthe et Moselle von A. BRACONNIER 1878. Die Maßstäbe waren meist ziemlich klein, z. B. 1:40000, 1:80000, 1:150000, 1:160000. Die Karten waren teils überwiegend geologisch wie die der Ardennen von MEUGY und NIVOIT, teils rein agronomisch, wie die des Bezirkes Toul von JACQUOT. Sie unterscheiden kieselige, kalkige, tonige, mergelige Böden usw., sodann durchlässige Böden usw.

Die Karten von MEUGY und NIVOIT¹ sind der oben beschriebenen Belgiens in mancher Hinsicht ähnlich. Der Maßstab ist wesentlich größer, nämlich 1:40000. Die Topographie zeigt Schummerung und Höhenzahlen, aus denen Unterschiede von 100 bis zu mehreren hundert Metern von der Höhe der Bergrücken bis zur Talsohle zu entnehmen sind. Die mit Zahlen versehenen Farben sind für die geologischen Formationen gewählt. Von solchen sind auf den Karten von Vouziers 13, von Mézières 16, von Rocroi 21, von Sedan 18 angegeben. Da hinein ist mit Buch-

¹ MEUGY u. NIVOIT: *Carte géologique agronomique de Vouziers (Ardennes)*. 1:40000. Paris 1873. — MEUGY: *Carte géologique de l'arrondissement de Mézières (Ardennes)*. 1:40000. Paris 1883. — *Carte géol. agron. de l'arrondissement Rocroi (Ardennes)*. 1:40000. Paris 1883. — MEUGY u. NIVOIT: *Carte géol. agron. de l'arrondissement de Sedan (Ardennes)*. 1:40000. (Desgleichen von Rethel.) Paris 1885.

staben z. B. A = argilleux tonig oder auch argillo-sableux tonig-sandig, T = tourbeux ou marécageux torfig oder sumpfig, Sa = sableux sandig oder auch sablo-argilleux sandig-tonig, M = marneux mergelig, Gr = gravelleux kiesig, die durch Verwitterung entstandene Bodenart eingetragen. Die Bezeichnungen tragen Zusätze wie mehr oder weniger humides bei argilleux ou argillo-sableux und bei marneux, secs ou d'humidité moyenne bei sableux ou sablo-argilleux usw., so daß auch der Feuchtigkeitsgrad der Böden aus der Zeichenerklärung gleich abzulesen ist. Auch die Verteilung von Acker, Wiese, Weide, Wald auf den verschiedenen Formationen ist angegeben.

Über Karten aus diesem ersten Abschnitt in der Geschichte der agronomischen Kartierung Frankreichs hat J. R. LORENZ¹ auf Grund des Materials, das auf der Pariser Weltausstellung von 1867 ausgestellt war, mehrere Berichte erstattet. Aus Frankreich waren dort 4 Karten zu finden. Die eine bildet einen Teil des Atlas physique et statistique du Département de l'Aveyron von A. BOSSE. Nachdem der Geodäsie, Orographie und Hydrographie, Meteorologie, Geologie, Elevation, Population des Départements je ein Blatt gewidmet ist, folgt ein mit dem Titel Agronomie, das aber keine Karte, sondern eine Tabelle darstellt mit den Feststellungen der natürlichen Gebiete (z. B. granitisches Plateau, Tal im Tertiär), ihres Anteils an den Gesteinen (z. B. 6 Teile Gneis, 7 Teile Granit, 3 Teile Hornblendefels), der tellurischen Zusammensetzung des Bodens (in Hektar mit Streifen von Kiesel, Kalk, Ton, Humus angegeben), des kulturfähigen Bodens in Hektar, der Ausdehnung der Kultur- und Fruchtarten nach Kantonen. Es wird auf diese Weise tabellarisch das geographisch-geologische, bodenkundliche und landwirtschaftliche Bild jedes Kantons gegeben. Die zweite Karte hatte den Titel „Carte agronomique du département du Jura d'après la nature chimique des sols“. Ihr Verfasser war OGÉRIEN. Ihre Farbenerklärung unterscheidet tonige, kieselige, eisenkieselige, eisentonige, kalkige, kieseligalkaline und humose Erden. In zwei Tabellen sind am Rande die chemische Zusammensetzung jeder der Erden mit der Analysenzahl und den Bestandteilen Ton, Kiesel, Kalk, Humus, Magnesium, Eisen, Wasser, die physikalischen Kennzeichen (spezifisches Gewicht, Absorption, Plastizität) wiedergegeben. Eine dritte Karte hatte den Titel „Carte forestière de la France (relation entre la distribution des forêts et la nature géologique du sol)“. Sie zeigte im Maßstabe 1:320000 mit verschiedenen hellen Farben die Hauptformationen Frankreichs, während die Forste mit Dunkelgrün hervorgehoben sind. Sie ist eine Kopie der geologischen Karte unter Heranziehung der Kulturverhältnisse. Sie läßt keinen irgendwie markanten Zusammenhang zwischen Boden und Forst erkennen. Auf allen Formationen stehen große und kleine Forste. „Da überdies keine Terrainzeichnung damit verbunden ist, läßt sich sehr wenig dabei denken.“ Die vierte Karte ist von DELESSE unter dem Titel „Carte frumentaire“ ausgestellt. Sie ist insofern mit den Bodenkarten verwandt, als sie die Güte des Bodens, freilich zugleich auch den Einfluß der Lage usw., durch Angabe des Samenquantums bezeichnet, welches man in den verschiedenen Gegenden Frankreichs braucht, um eine gewöhnliche Ernte zu erzielen. Die Angaben erfolgen in vier Stufen von 1—4 hl.

An einer anderen Stelle seiner Schrift bespricht J. R. LORENZ die Carte agronomique des environs de Paris von DELESSE², die ihm am meisten dem Begriffe einer agronomischen Bodenkarte zu entsprechen scheint. Sie gibt die Zusammensetzung der Kulturschicht nach ihren Bestandteilen und deren Ver-

¹ LORENZ, J. R.: Grundsätze für die Aufnahme und Darstellung von landwirtschaftlichen Bodenkarten, S. 17—20. Wien 1868. — Auch in: Peterm. Mitt. 1867.

² DELESSE, M.: Carte agronomique des environs de Paris. Bull. Soc. géol. de France, II. s., t. 20 (1862—63).

hältnis zu einander wieder. Die Haupteinteilung ist die in Böden mit Kalk und solche ohne Kalk. DELESSE wollte nachweisen, daß die Ackerkrume auf den Kalkhöhen um Paris weniger Kalk enthält als die Erde auf dem kalkfreien Untergrunde des am Fuße dieser Hügel liegenden Beckenbodens. Dazu wurde das ganze Gebiet in Vierecke von je 300 m Seitenlänge eingeteilt. Innerhalb jedes der entsprechenden Quadrate auf der Karte ersieht man aus verschiedenfarbigen senkrechten, waagerechten, schiefen Strichen von verschiedener Länge den Anteil, welchen Humus, Kalk, Ton, Sand, Grus und Trümmer an der Zusammensetzung des dortigen Bodens nehmen.

Dieser erste Abschnitt der agronomischen Kartenentwicklung Frankreichs ist nach Cayeux durch die große Anteilnahme, die der Geologie und den Geologen bei ihrem Entwurf und ihrer Ausführung zufiel, gekennzeichnet. Bis zur Wende des 19. zum 20. Jahrhunderts blieb diese Stellung der Geologie gewahrt. Nichtsdestoweniger war ein einheitlicher Typus der Karten nicht vorhanden, sondern es gab, je nach der Einstellung ihrer Verfertiger, viele verschiedene Typen. 1892 hat dann A. CARNOT der damaligen Nationalen Gesellschaft für Ackerbau, der jetzigen Akademie der Landwirtschaft, die ersten Versuche der Darstellung agronomischer Gemeindekarten vorgelegt. Es wurde ein Ausschuß eingesetzt, der die Vorschläge des Berichterstatters, A. CARNOT, und die Regeln, nach welchen agronomische Karten in großem Umfange aufgenommen werden sollten, annahm. 1896 wurde das Programm veröffentlicht.

Es sah zunächst vor: 1. Die Herstellung einer geologischen Karte im Maßstabe von möglichst 1:10000 und Entnahme von Proben für die Analysen. Auf die Katasterkarten der Gemeinden werden die Umriss der geologischen Karte des Maßstabes 1:80000 aufgetragen und, wenn notwendig, ergänzt. Die Oberflächenbildungen, die bei den geologischen Karten in kleinen Maßstäben abgedeckt sind, müssen eingetragen werden. Das geschieht gleichzeitig mit der Probenentnahme, deren Stellen durch Zeichen und Ordnungsnummern angegeben werden. Die Proben werden entweder nur vom Vegetationsboden oder auch von diesem und dem ursprünglichen Boden genommen. 2. Von diesen Proben werden physikalische und chemische Analysen ausgeführt. Es werden der relative Gehalt an Sand, Ton, Kalk, Humus, ferner an Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und kohlen-saurem Kalk bestimmt. Die Ergebnisse der Analysen werden auf dem Rande der Karten graphisch dargestellt. Von jeder Karte waren 2 Stück herzustellen, von welchen das eine dem Gemeindevorstand, das andere einem Erklärer der Karten bei den Landwirten zu geben sei. Nach diesen Vorschlägen wurde zunächst die Karte der Gemeinde Haspres (Dept. Nord) von LADRIÈRE im Maßstabe 1:10000 aufgenommen. Sie war keine einfache Vergrößerung der geologischen Karte 1:80000, sondern das Ergebnis einer sehr genauen Arbeit. Man findet in ihr zum erstenmal eine Unterscheidung der verschiedenen Lehm-bildungen. Dargestellt sind 10 verschiedene Böden, 16 Unterböden und 24 Überlagerungen von Böden und Unterböden. Die Böden haben auf der Karte verschiedene Farben und römische Ziffern erhalten. Die Beobachtungsstellen der Unterböden sind darauf mit farbigen und durch arabische Ziffern nummerierten Kreisen eingetragen, so daß sich aus dieser Kombination unmittelbar die Übereinanderlagerung der Böden und Unterböden ergibt. Am Rande der Karte befindet sich eine Tabelle mit Analysen von 20 Bodenproben aus solchen markierten Punkten, und zwar sind die Analysen von Oberkrume und Unterboden ausgeführt. Ebenso findet man am Rande die Verteilung der Hauptwasserflächen, das Profil einiger Brunnen und einen geologischen Querschnitt durch das Gemeindegebiet.

Die Karte der Gemeinde Nozay (Loire-Inférieure) von ANDOUARD ebenfalls im Maßstabe 1:10000 unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß die Farben

nicht für die Böden, sondern für geologische Einheiten genommen wurden. 172 physikalische und chemische Analysen sind zu einer besonderen Erläuterung vereinigt, in der der Autor auch eingehend die Geologie und die agronomischen Kennzeichen der Böden behandelt. Tafeln auf dem Kartenrande geben das Mittel der Analysen für jeden Teil.

Einen aus beiden gemischten Typ hat GAROZA für l'Eure et Loir angewandt. Bei ihm besteht der Grund aus Farben für die geologischen Formationen, darauf sind mit schwarzen Zeichen die Bodenoberflächen eingetragen.

Nach einer Feststellung von FROMAGEOT hat sich die Kartierung auf insgesamt 63 Departments ausgedehnt. Die Zahl der ausgeführten Karten war in den einzelnen Departments verschieden. An der Spitze stand l'Eure et Loir mit 293 von insgesamt 426 Gemeinden. In Le Gard waren etwa die Hälfte, nämlich 150, in den anderen Departments zumeist bedeutend weniger aufgenommen. Das Department L'Aisne war vollständig kartiert, allerdings nicht in Gemeindekarten, sondern im Maßstabe 1:40000. Dieses Kartenwerk in 17 Blättern ist von CAILLOT ausgeführt und von A. DEMOLON nachgesehen worden. Es nähert sich in der Darstellung der Gemeindekarte von Haspres. Die Farben stellen verschiedene Bodeneinheiten wie sandige, tonige, kalkige Böden usw. dar. Besondere Zeichen lassen die Lagerung erkennen. Auf dem Rande sind geologische und agrogeologische Feststellungen angebracht. Ausnahmsweise sind auch Bezirke und Kreise als Grundlage gewählt, wie z. B. C. FOUQUET: Carte agronomique de l'arrondissement de Bernay, HOMMEY, C. CANEL und G. LANGLAIS: Carte agronomique du canton des Sées (Orne). Bisweilen hat man auch nicht administrative Einheiten, sondern einzelne Besitzungen kartiert, z. B. domaine de Voucluse im Maßstab 1:2000. In 9 analysierten Proben des Bodens und Unterbodens hat man den Stickstoff, die Schwefelsäure, den Kalk, das Eisenoxyd, den Humus, Wasser, Kies, Sand, Kieselsäure, Ton und Kalkstein angegeben. Zur Ergänzung wurden die verschiedenen Wässer des Gutes, Abwässer, Irrigations- und Dränagewässer untersucht.

Die graphischen Darstellungen der Analysen werden in verschiedener Weise auf die Karten aufgetragen. Entweder wird unter der Nummer der Entnahmestellen der Gehalt an den hauptsächlichsten Nährstoffen bisweilen zu Tabellen gruppiert, oder er wird auf die Karte selbst gebracht, und zwar mit horizontalen Strichen von verschiedener Farbe. Oder es wird der Gehalt des Bodens an den Hauptpflanzennährstoffen durch Kreise mit verschiedenen Abschnitten in verschiedenen Farben dargestellt. Auch werden kleine Fahnen mit der Stange auf den Entnahmepunkt angebracht; schwarze Striche auf beiden Seiten der Stange geben die Zusammensetzung an physikalischen Elementen (links) und an chemischen (rechts) an, so daß der Vergleich von Fahnen mit verschiedenen Erden einen schnellen Überblick über deren Wert gestattet.

Nachdem die Kartierung eine Zeit starker Tätigkeit erlebt hatte, ist sie aus verschiedenen Gründen fast ganz eingestellt worden. Insbesondere waren es Mangel an Mitteln, sodann ungenügende Bearbeiter und, was besonders schwer wiegt, die Überzeugung gewisser agrogeologischer Kreise, daß die Karten keineswegs notwendig oder sogar unnütz seien. Gewiß ist diese Ansicht nicht allgemein verbreitet, aber sie besteht doch und es scheint notwendig, mit ihr mehr und mehr zu rechnen. L. CAYEUX selbst meint, daß die Kartierung wohl in einem Lande mit jungfräulichen Böden wie in Osteuropa angebracht sei, weniger aber in einem Lande mit altem Ackerbau und stark parzellierter Feldflur wie Frankreich, dessen Boden durch die lange Bewirtschaftung tiefgehend verändert worden ist. Hier wechselt der Boden von einem Fleck zum anderen und von einer Zeit zur anderen, während — wie L. CAYEUX irrtümlich

glaubt — der jungfräuliche Boden gleichmäßig und beständig sei. Auch wäre die Gemeindegartierung in Gebieten wie etwa der armorikanischen Halbinsel nicht angebracht, weil man allein nach der bekannten Beschaffenheit der armorikanischen Gesteine sagen könne, daß weder Kalk noch Phosphorsäure vorhanden wären. Soweit die Ausführungen von L. CAYEUX, der selbst ein Gegner der Bodenkartierung für Gemeindegartierung ist.

Eine Übersichtskarte der Hauptbodenarten Frankreichs hat P. LARUE zusammengestellt, die von P. KRISCHE¹ in seinem Werk über Bodenkarten wiedergegeben ist. Die Einteilung auf der Karte ist folgende. In Schwarzweißzeichnungen werden angegeben: leichte Böden (meist Sandböden oder weniger fruchtbares lehmiges Alluvium, Fruchtbarkeit unter mittel), mittlere Böden (tonig-sandig, kalkig-sandig oder Mischböden auf Granit oder Gneis, Fruchtbarkeit mittel), schwere Böden (tonig, tonig-kiesig, tonig-kalkig-mergelig, Fruchtbarkeit unter mittel). (Alle Böden unfruchtbar, wenn über 600 m Meereshöhe oder zu naß, aber dann oft Forstböden.) Ferner werden durch Buchstaben Ca = Kalkstein, Gr = Granit, Gneis, Diorit, B = jungvulkanisches Gestein usw. bezeichnet. Der Maßstab ist 1:2250000.

Neuerdings hat V. AGAFONOFF² kleine Skizzen der Bodentypen Frankreichs im Maßstabe von etwa 1:1000000 nach russischem Muster veröffentlicht, die für die allgemeine Bodenkarte Europas der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft im gleichen Maßstabe verwendet wurden. Auf ihr sind atlantische Zone, schwach podsoliert, Zone der Braunerden (bisweilen schwach podsoliert), mittelländische Zone (rote, gelbrote, gelbe, graue Böden) dargestellt.

Griechenland.

In Griechenland hat die geologische Landesanstalt die Herstellung agrogeologischer Karten übernommen³. Den griechischen Anteil an der 1. allgemeinen Bodenkarte Europas im Maßstab 1:1000000 haben G. GEORGALAS und N. LIATSIKAS bearbeitet. Weitere Karten scheinen noch nicht ausgeführt worden zu sein.

Großbritannien.

Nach G. W. ROBINSON⁴ ist das Studium der Böden in Großbritannien eng mit der Landwirtschaftswissenschaft verknüpft. Die Problemstellung ist eine praktische, das Hauptziel ist die Feststellung der Bodenfruchtbarkeit. Dabei wird der Boden nicht schlechthin als solcher betrachtet, sondern nur als Faktor zur Hervorbringung von Ernten, so daß alle Bodeneigenschaften, die nicht unmittelbar damit verknüpft sind, im allgemeinen nicht berührt werden. Man wünscht die wesentlichen Haupteigenschaften des Bodens kennen zu lernen, weniger interessieren die physikalischen und chemischen einerseits, die agrogeologischen andererseits. Die bodenkundliche Landesaufnahme ist nicht an ein einzelnes Institut angegliedert worden, sondern wurde beliebigen Forschern an Provinzialinstituten ganz unabhängig voneinander überlassen und in vielen Fällen vom Ministerium für Ackerbau unterstützt. Trotzdem blieb eine allgemeine Einheitlichkeit in den Methoden des Sammelns und Analysierens gewahrt.

¹ KRISCHE, P.: Bodenkarten, S. 33—38. Berlin 1928.

² AGAFONOFF, V.: Les types des sols de France. Ann. Sci. agron. Nancy 1928, 97—120. — Les sols-types du globe terrestre et leur répartition en zones. Bull. soc. d'encour pour l'ind. nat. 1928, 585—602.

³ GEORGALAS, G.: L'organisation des études pédologiques et la cartographie des sols. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 280. Bukarest 1924.

⁴ ROBINSON, G. W.: Memoir on Soil Surveys in Great Britain. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 93—100. Bukarest 1924.

Die erste systematische Bodenaufnahme war die der Böden von Dorset durch A. GILCHRIST und C. M. LUXMORE¹. Hier wie in dem größeren Werk von A. D. HALL und E. J. RUSSELL² über Böden und Landwirtschaft von Kent, Surrey und Sussex wurde eine geologische Einteilung der Böden vorgenommen. Der Bodencharakter wird in den genannten Süd- und Ostteilen Englands durch den Gesteinscharakter beherrscht. Daher ist es möglich, bei der Bodenkartierung der geologischen Karte zu folgen. HALL und RUSSELL stellten fest, daß jede Formation einen besonderen Bodentyp habe, der durch seine mechanische Analyse und durch besondere landbauliche Verhältnisse gekennzeichnet sei. Sie schließen daraus, daß der Landwirt, der sich über die Zusammensetzung seiner Böden, über geeignete Dünger, Saadmischungen usw. unterrichten wolle, gut täte, sich für diesen Zweck der geologischen Spezialkarte zu bedienen.

Diese Einstellung hat den meisten späteren Bodenaufnahmen ihre Richtung gegeben. So wurde die Untersuchung der Böden und der Landwirtschaft in Shropshire durch G. W. ROBINSON³ nach den gleichen Richtlinien vorgenommen, doch ergab sich in diesem mit Glazialablagerungen ausgestatteten Gebiete infolge des Fehlens zufriedenstellender Karten des Glazials die Notwendigkeit einer eigenen geologischen Durcharbeitung seitens des genannten Autors.

Im östlichen England ist ein beträchtlicher Teil der Aufnahmearbeit von der Landwirtschaftsschule in Cambridge ausgeführt worden. 1908 veröffentlichte F. W. FOREMAN⁴ eine Arbeit über gewisse Böden von Cambridgeshire, in welcher 23 sorgfältig ausgewählte Böden die hauptsächlich geologischen Formationen des Gebietes wiedergeben. Seitdem ist die Sammlung und Untersuchung der Böden unter der Leitung von L. J. NEWMAN⁵, der einen kurzen Bericht über die Böden von Norfolk schrieb, weitergeführt worden. Viele hundert Böden sind von der Cambridge-Schule gesammelt worden, ohne daß allerdings eine vollständige Übersicht derselben veröffentlicht worden wäre. Im Zusammenhang mit diesen Arbeiten berichtete T. RIGG⁶ über den Marktgardendistrikt von Bedfordshire.

In mehreren Abhandlungen hat G. W. ROBINSON⁷ die Böden von Nordwales beschrieben. Nordwales ist sehr verschieden von England. Geologisch wird es fast ganz von paläozoischen Schichten, Präcambrium, Cambrium, Unter- und Obersilur gebildet. Es ist gebirgig und reicht bis über 1100 m über NN. Der Gebirgscharakter ist besonders infolge des Einflusses der See ausgesprochen. Das Klima ist sehr feucht. Die Winter sind mild, die Sommer kühl. Die Bodentypen zeigen keinen sehr engen Zusammenhang mit der Geologie des Landes, zumal die Oberfläche mit Gletscherablagerungen bedeckt ist. Aber auch bei den Böden auf alten Sedimenten hat sich herausgestellt, daß der gleiche Typ auf mehreren Formationen vorkommt. So haben die Sedimentärschichten des Cambriums, Unter- und Obersilurs den gleichen Bodentyp. Daher richtet sich hier die Bodenklassi-

¹ GILCHRIST, D. A. u. C. M. LUXMORE: The Soils of Dorset. Reading Coll. and Dorset County Council Publ. 1907.

² HALL, A. D. u. E. J. RUSSELL: Agriculture and Soils of Kent, Surrey, and Sussex. Board of Agricult. and Fisheries Publ. 1911.

³ ROBINSON, G. W.: A Survey of the Soil and Agriculture of Shropshire. Shropshire County Council. Shrewsbury 1912.

⁴ FOREMAN, F. W.: Soils of Cambridgeshire. J. agricult. Sci. 2, 161 (1908).

⁵ NEWMAN, L. F.: Soils and Agriculture of Norfolk. Trans. Norfolk and Norwich nat. Soc. 9, 349 (1912).

⁶ RIGG, T.: Soils and Crops of the Market Garden District of Biggleswade. J. agric. Sci. 7, 385 (1916).

⁷ ROBINSON, G. W.: Soils of North Wales. J. Board Agricult. 1915, June. — Studies on the Paleozoic of North Wales. J. agricult. Sci. 8, 338 (1917). — ROBINSON, G. W. u. C. HILL: Studies on the Soil of North Wales. Ebenda 9, 259 (1919).

fikation nur nach den Bodeneigenschaften, wobei das größte Gewicht auf die mechanische Analyse gelegt wird.

Auch sonst läßt sich sagen, daß die Abhängigkeit der Böden von der geologischen Formation in Südengland nur dort zutrifft, wo die Gletscherablagerungen des Eiszeitalters fehlen. Wo diese vorhanden sind, wird die Bodenbildung infolge ihrer großen Veränderlichkeit sehr mannigfaltig, und die Beziehungen zur besagten geologischen Formation sind uneinheitlich.

In den Arbeiten von HALL und RUSSELL, sowie in solchen gleicher Richtung ist versucht worden, die Eigenschaften des Bodens mit der Verteilung bestimmter Erträge in Zusammenhang zu bringen. Eine große Anzahl Karten ist dementsprechend nach den Ertragsstatistiken des Ackerbauministeriums gezeichnet und danach Weizenböden, Bohnenböden usw. unterschieden worden. Aber die gedachte Beziehung zwischen Boden und Erträgen kann nur dort in Frage kommen, wo das Klima und andere Faktoren gleichmäßig sind. In Wales, wo das Klima sehr verschieden und die physikalischen Bedingungen sehr ausgesprochen sind, hängen die Erträge weitgehend von diesen Faktoren ab, und die wirklichen Bodeneigenschaften spielen nur eine sekundäre Rolle.

Im Zusammenhange mit den Bodenstudien sind auch ökologische Untersuchungen angestellt worden. So haben W. G. SMITH und C. B. CRAMPTON¹ 1914 eine Studie über das britische Grasland durchgeführt, in welcher sie die Beziehungen der verschiedenen Graslandtypen zu den Bodenbildungen erörtern.

Die schottischen Böden sind von J. HENDRICK gemeinsam mit W. G. OGG² und G. NEWLANDS³ studiert worden, besonders die chemischen und mineralogischen Eigenschaften von Böden auf dem Glazial. Dabei ergab sich, daß die schottischen von den englischen Böden abweichen und sich den walisischen nähern.

Zahlreiche Bodenuntersuchungen sind sodann noch von den landwirtschaftlichen Einrichtungen der Provinzen vorgenommen worden. Doch wurden diese für die Arbeit einer Landesaufnahme bisher noch nicht herangezogen.

HALL und RUSSELL⁴ haben über die Stellung der britischen Böden zu der allgemeinen klimatischen Einteilung diskutiert, sind aber bei ihrer engen Verknüpfung der Böden mit den geologischen Formationen geblieben. Dabei ist festzustellen, daß die Untersuchung der Böden hauptsächlich im Laboratorium geschieht, und daß es in England keine allgemein angenommenen Kennzeichen für die Ermittlung der Bodentypen im Felde gibt. Im Vergleich zu GLINKAS Systematik hat G. W. ROBINSON⁵ die meisten britischen Böden für endodynamomorph erklärt, bei denen die Eigenschaften des Muttergesteins den Hauptfaktor der Bodenbildung darstellen. Die Böden erweisen sich im allgemeinen als jung, da die Vergletscherung während des Eiszeitalters noch nicht lange zurückliegt. Infolge der hügeligen Beschaffenheit und der dadurch bedingten schnellen Oberflächenerosion sind die Profile schlecht entwickelt und unreif. Ferner sind die meisten Böden künstlich verändert, da sie seit vielen hundert Jahren beackert werden und infolgedessen das natürliche Profil verloren oder verändert haben.

¹ SMITH, W. G. u. C. B. CRAMPTON: Grassland in Britain. *J. agric. Sci.* 6, 1 (1914).

² HENDRICK, J. u. W. G. OGG: Studies of a Scottish Drift Soil I. The Composition of the Soil and the Forticles which compose it. *J. agricult. Sci.* 2, 333 (1910).

³ HENDRICK, J. u. G. NEWLANDS: The Value of Mineralogical Examination in Determining Soil Types and a Comparison of certain English and Scottish Soils. *J. agricult. Sci.* 13, 1 (1923).

⁴ HALL, A. D. u. E. J. RUSSELL: Soil Surveys and Soil Analyses. *J. agricult. Sci.* 4, 181 (1911).

⁵ ROBINSON, G. W.: The Physical Properties of the Soil in Relation to Survey Work *Trans. faraday Soc.* 17, 224 (1922). — Ferner: Memoir on Soil Surveys usw., a. a. O., S. 97.

Den großbritannischen Anteil an der 1. allgemeinen Bodenkarte Europas haben für England und Wales N. M. COMBER und G. W. ROBINSON, für Schottland J. HENDRIK, G. FRASER, G. NEWLANDS und W. G. OGG ausgeführt. In demselben sind brauner Waldboden schwach podsoliert, podsolige Waldböden mäßig podsoliert, Rohhumus im Gebiete der Waldböden, skelettreiche Böden mit podsoligen und Humusböden unterschieden. Eine Erläuterung zu dem schottischen Anteil der Karte hat W. G. OGG¹ verfaßt.

Über die Bodenaufnahmen in Wales während der Zeit von 1925—1929 hat W. G. ROBINSON² zwei Fortschrittsberichte veröffentlicht, die eine bemerkenswerte Entwicklung und eine Änderung in der Bodenbezeichnung und Bodenklassifikation erkennen lassen. Während die früheren Aufnahmearbeiten sich auf das systematische Sammeln und Analysieren der Bodenproben beschränkten, wird jetzt kartiert und die Feststellung der Bodeneigenschaften im Felde vorgenommen. Auf einer Konferenz der britischen Bodenkartierer in Leeds 1926 wurde beschlossen, die folgenden Feststellungen vorzunehmen: 1. Oberfläche, und zwar, ob flach, wellig, hängig, unregelmäßig usw. ausgebildet; mit Pfeilen wird die Richtung des Abhanges festgestellt. 2. Steinigkeit. Es werden verschiedene Grade von steinfreien Böden bis zu solchen, in denen das Gestein an der Oberfläche vorherrscht, unterschieden. 3. Textur. (Hauptklassen von Kies bis Ton) 4. Farbe. 5. Wasserverhältnisse, und zwar trocken, genügend, feucht und weitere Unterscheidung der Feuchtigkeit, ob sie zeitweilig ist, von Quellen herrührt, sich bewegt, oder ob ein Wasserspiegel in der Nähe der Oberfläche liegt. 6. Profil. Unterscheidung der Böden von den unterliegenden Schichten, geringmächtiger Boden auf Gestein, Boden, der durch einen Unterboden in das Gestein übergeht, Boden auf Glazial, alluviale Böden usw. 7. Vegetation und Ernteerträge. — Als Grundlage der Kartierung dient die 6-Zollkarte (6 Zoll = 1 engl. Meile). In ein Feldtaschenbuch wird alles eingetragen, was über das Bodenprofil und über sonstwie Wissenswertes zu ermitteln ist.

Anfangs war gedacht, die Kartierung Feld für Feld auszuführen, da aber dadurch die Aufnahme sehr verzögert wird, so wurden später Gruppen von Feldern mit ähnlichen Bodenbedingungen zusammengekommen. In bestimmten Fällen sind manche Flächen sehr genau kartiert worden, so daß vielleicht 2—3 Tage Arbeit auf ein Feld entfielen. Diese genaue Arbeit wurde aber nur dann ausgeführt, wenn Ergebnisse von wissenschaftlichem Wert zu erwarten waren oder sehr intensive Wirtschaftsweise geplant wurde. Für die Klassifikation der Böden wurden die folgenden Gesichtspunkte gewonnen: 1. Der Boden einer Örtlichkeit soll so klassifiziert werden, daß die für das Pflanzenwachstum wichtigsten Eigenschaften hervortreten. 2. Es soll ein Kompromiß zwischen ausgesprochener Kompliziertheit und ausgesprochener Vereinfachung in der Weise erstrebt werden, daß die Böden auf einer Karte im Maßstab 1 Zoll = 1 Meile dargestellt werden können. 3. Jedes Gebiet soll für sich behandelt werden, aber immer derartig, daß die Böden in ein Klassifikationsschema fallen, welches die allgemeine Bodenkarte Europas enthält.

Die Arbeit von 1928 enthält drei kleine Karten, zwei im Maßstabe 4 cm = 5 Meilen, eine mit 6 cm = 5 Meilen und mit sehr vereinfachter Topographie. Die Einteilung auf der Karte von Glenmorgan lautet: unterer Lias, karbonischer Kalkstein, Triaskalkstein Breccie A, desgleichen Breccie B, Triasmergel, Rhät-

¹ OGG, W. G.: Scottish Soils in Relation to Climate and Vegetation. Proc. and Paper I. Intern. Congr. Soil Sci. Washington 2 (1927).

² ROBINSON, G. W., J. O. JONES u. D. O. HUGHES: Soil Survey of Wales. Progress Report 192/527; Welsh J. agricult. 4 (1928). — ROBINSON, G. W., D. O. HUGHES u. B. JONES: (ebenso für 1927/29.) Ebenda 6 (1930).

schiefer, Rhätsandstein, Flugsand, Flußalluvium, Sumpfalluvium, Sand und Kies. Die Karte von Ost-Anglesey hat die Einteilung: Flußalluvium, Meeresalluvium, Flugsand, gemischtes Glazial, Beimischung von nordischem Glazial, Mona-Komplex, ordovizischer Schiefer, Karbonkalkstein, karbonische rote Ablagerungen. In beiden Fällen ist also die geologische Einteilung, wie sie für die ersten britischen Bodenaufnahmen maßgebend war, beibehalten worden. Die dritte Karte des Wrexham-Distrikts hat die Einteilung: Bergboden auf Millstone Grit; leicht lehmig hauptsächlich aus Millstone Grit entstanden; kiesig, schwach lehmig; schwerer Ton; Alluvium. Hier ist also die geologische Einteilung auf den karbonischen Millstone Grit und das Alluvium beschränkt, alles andere sind Bodenarten.

Der Bericht über die Arbeiten von 1927—1929 zeigt die Umstellung der bisherigen Aufnahmeart auf die amerikanische des U. S. Soil Survey. Ausgehend von der Betrachtung, daß der Bodencharakter sowohl durch die Natur des Muttergesteins als auch durch die Faktoren der Bodenbildung bedingt sei, werden die Böden in Serien zusammengefaßt, welche das gleiche oder ähnliche Muttergestein, die gleichen Bildungsfaktoren, allgemeine Ähnlichkeit im Bodenprofil, d. h. in der vertikalen Aufeinanderfolge der Horizonte und keine größeren Unterschiede in der Textur haben. Jede Serie wird wie in Amerika nach der Örtlichkeit benannt, wo sie zuerst studiert wurde, und wo sie am meisten verbreitet ist. Die Serien werden wieder nach dem gleichen oder ähnlichen geologischen Material zu Suiten zusammengefaßt und nach der Verschiedenheit in der Art des Auftretens und der Bildung der zugehörigen Böden unterschieden. Jede Serie wird nach der Textur in Bodenindividuen eingeteilt.

Es werden 5 Suiten unterschieden: die Bangor, die Powys, die Monmouth, die Gower und die Neath Suite. Die Bangor Suite hat als Muttergestein: Eruptivgesteine und deren Tuffe, harte Grauwacken von kambrischem oder ordovizischem Alter, die den Eruptivgesteinen ähneln, ferner die Glazialmoränen aus diesen Gesteinen. Unterschieden werden in der Bangor Suite 3 Serien: die Bangor-Serie (*B*). Sie umfaßt Verwitterungsböden, die unter den Bedingungen freier Drainage entstanden sind. Das Ursprungsgestein ist recht widerstandsfähig gegen die Verwitterung, infolgedessen ist das Profil oft wenig tief. Die Profile zeigen einen warm braunen bis rötlichbraunen, schwach steinigen Lehm von verschiedener Mächtigkeit, der allmählich in einen schweren und festeren steinigen Unterboden übergeht. Die Natur des Ursprungsgesteins veranlaßt einiges Schwanken in der Textur (Korngröße). Die Ebenezer-Serie (*B*₁) umfaßt Böden auf Glazial, die mit denen der Bangor-Serie (*B*) korrespondieren. Verschiedene Typen können nach der Natur des Glazials unterschieden werden, je nachdem ob Geschiebeton, Sande und Kiese oder Abschlammungen in Frage kommen. Der allgemeinste Typ ist ein dunkelbrauner leichter Lehm über einem schweren gelblich- bis rötlichbraunen Unterboden. Die Sion-Serie (*B*₂) ist aus dem Bangor-Glazial unter behinderter Drainage entstanden. Zwei Grade der Feuchtigkeit können unterschieden werden, die Sion-*A*-Serie, welche saisonmäßig durchfeuchtet ist, in der Regel an Abhängen liegt und zu einiger Ausdehnung gelangt, und die Sion-*B*-Serie, die beständig feucht ist, auf Talböden unter einer armen Pflanzendecke liegt und oft von lokalen Torfbildungen durchzogen wird. Beide Teilsuiten haben grauliche oder bräunliche Böden über schweren, grau gefleckten Unterböden.

Das Ursprungsgestein der Powys Suite besteht aus kalkfreien Sedimenten und ihrem Glazial, das der Monmouth Suite aus den Sandsteinen der Old-Red-Formation und dem abgeleiteten Glazial, das der Gower Suite aus Karbonkalk und dessen Lokalmoräne, die Neath-Suite aus den kalkfreien Karbongesteinen und ihren Lokalmoränen.

Danach ist die neue Einteilung im Grunde nichts anderes als die alte nach geologischen Formationen. Es werden in jeder Suite Bodenserien zusammengefaßt, die in bezug auf ihren Pflanzenwuchs und ihre landwirtschaftlichen Möglichkeiten und Erträge weit voneinander abweichen, gerade so, wie oben in der Bangor-Serie die Böden mit unbehinderter Drainage und mit zeitweiser oder dauernder Feuchtigkeit. Auch die Böden der Bangor Suite und der Ebenezer-Serie dürften recht verschieden sein, so die der Bangor-Serie mehr braune Waldböden, die der Ebenezer mehr rostfarbige Waldböden.

Der Arbeit sind 4 kleine Kartenskizzen in den Maßstäben 5 cm = 4 Meilen, 6,2 cm = 4 Meilen, 8 cm = 4 Meilen beigegeben. Mit Buchstaben oder Schraffuren sind die Suiten und Serien eingetragen. Eine Karte besteht nur aus den Zeichen für die Powys Suite mit 3 Serien, auf einer zweiten überwiegt in der Mitte die Bangor Suite, eine dritte ist recht unregelmäßig aus 3 oder 4 Suiten und ihren Serien gemischt, die vierte besteht hauptsächlich aus der Monmouth Suite und einer in der Zusammenstellung nicht erwähnten Wentloog-Serie. Bisweilen kann man also gewissermaßen Bodengebiete mit den einzelnen Suiten unterscheiden, bisweilen aber ist ein vollständiges Durcheinander nach dem Vorkommen der geologischen Formationen festzustellen. Wo die Lokalmoräne aus den Gesteinen mehrerer Formationen besteht, werden Mischungen der Böden verschiedener Suiten angegeben z. B. $M_1 G_1 N_1$ (also je eine Bodenserie der Monmouth, Gower und Neath Suite zu einer Bodeneinheit verschmolzen).

G. W. ROBINSON bemerkt, daß diese neue Klassifikation nur provisorisch sei, weil die Hoffnung bestehe, ein allgemein zusagendes System für ganz Großbritannien aufzustellen.

Eine Übersicht über die Verteilung der landwirtschaftlichen Hauptbodenarten Großbritanniens hat G. A. COWIE¹ für P. KRISCHES Sammlung von Bodenkarten hergestellt. Die Einteilung ist die gleiche wie die der Karte KRISCHES von Deutschland, d. h. leichter Boden (Sandboden), mittlerer Boden (sandiger Lehm und lehmiger Sand), günstiger schwerer Boden (Lehm- und Tonböden), schwerer Boden (Marschböden), schwerer Boden (Kalkböden), ungünstiger schwerer Boden (Gebirge), Hochmoore, Niederungsmoore. Dazu heißt es: Die ausgesprochen leichten oder Sandböden sind in Großbritannien und Irland außerordentlich wenig vertreten. Es gibt nur einige Gegenden mit vorwiegendem Sandboden sowie ein Gebiet mit Flugsand über Kreide, ein kleines Gebiet mit Muschelsand und Kies über Kalkablagerungen, die sog. Bagshotlager. Ferner sind sandige Distrikte, die sich vom Buntsandstein herleiten, reine Sandböden in einigen Küstengebieten und kleinere Gebiete mit Flugsand vorhanden. Die mittleren Böden sind ausgedehnter, sie leiten sich hauptsächlich von Grünsand und Oolith, ferner von den alten und jüngeren Rotsandformationen ab. Die günstigen schweren Lehm- und Tonböden sind als nährstoffreiche Böden besonders für Ackerland und Grasland günstig, z. T. stammen sie aus Gesteinen der Liasformation (besonders gute Weideböden), z. T. haben sie sich auf dem alttertiären Londonton (mehr Ackerbau besonders für Weizen und Futterrüben), z. T. auf Weald und Gault (mehr Grünland als Ackerbau) gebildet. Auch die Grundlage dieser Karte ist also hauptsächlich die geologische. Ihr Maßstab ist etwa 1:4000000. Ergänzt wird die Karte durch den entsprechenden Ausschnitt der Bodenkarte Europas 1:10000000 und eine noch kleinere Karte der jährlichen Regenmengen in Großbritannien.

¹ COWIE, G. A.: Übersicht über die Verteilung der Hauptbodenarten in Großbritannien und Irland. In P. KRISCHE: Bodenkarten, S. 87—89. 1928.

Irland.

Die Kartierung der irländischen oberflächigen Ablagerungen, wie Torf, Schwemmland verschiedener Art und Glazialmoräne, ist nach G. A. J. COLE¹ durch die geologische Landesanstalt in Dublin vorgenommen worden. Die erste Aufgabe dieser Anstalt war nach ihrer Begründung im Jahre 1875 die Herstellung von Karten, welche die geologischen Züge des Landes und dessen Minerallagerstätten darstellen sollten. Die Kartengrundlage war die 6-Zollkarte (6 Zoll = 1 Meile, 1:10560). Nach diesen Blättern ist die geologische Standardkarte Irlands im Maßstabe 1 Zoll = 1 Meile (1:63360) hergestellt worden. Die meisten Spezialkarten sind Manuskripte geblieben. Auf der Übersichtskarte werden die Alluvialflächen durch besondere Farben wiedergegeben. Torf ist nur in den Flachlandgebieten angegeben, die Gebirgsmoore sind in der Regel fortgelassen. Im größten Teil der Karte sind die Flächen der Glazialmoräne mit kleinen schwarzen Punkten bezeichnet, doch ihre Natur, ob Geschiebelehm oder Kies, ist nicht unterschieden. 1900 war eine besondere „Drift“- (Glazial-) Karte Irlands nach der entsprechenden englischen Aufnahme geplant. Es wurden auch fünf besondere Karten und Beschreibungen der Gebiete Dublin, Belfast, Cork in Aussicht genommen, und nach der 1905 erfolgten Unterstellung der geologischen Landesaufnahme unter die Abteilung für die landwirtschaftlichen und technischen Angelegenheiten Irlands die Gebiete von Limerick und Londonderry aufzunehmen beschlossen. In allen 5 Abhandlungen² wurden auch die Böden beschrieben, und auf die Karten mit Hilfe von Zeichen Bodenmerkmale eingetragen. Die Kleinheit der Anstalt und die dringende Notwendigkeit zu einer Revision der Minerallager und gewisser Kohlenfelder verhinderten dann aber für längere Zeit die Herstellung der Oberflächenkarten. Erst 1923 wurde sie wieder aufgenommen und die Glazialablagerungen von Blessington mit dem Liffey-Tal in der Grafschaft Wicklow kartiert.

Die Kartierung der Oberflächenablagerungen müsse der der Böden vorangehen, die letztere könne in besonderen Fällen, wenn erforderlich, ausgeführt werden, und zwar unter landwirtschaftlicher Mitarbeit. Die landwirtschaftliche Versuchsstation von Ballyhaise in der Grafschaft Cavan verfügt über eine gute Reihe von Bodentypen, die auf Alluvialgesteinen, Torf und Drumlins liegen. Um zu zeigen, wie weit eine Bodenkarte sich von der gewöhnlichen Oberflächenkarte unterscheidet, wurde eine Bodenkarte der Ballyhaise-Station im Maßstabe 1:17920 ausgeführt, auf welcher die Bodentypen durch mehrere Farben und Schraffursysteme eingetragen wurden. Die Karte wurde 1910 als Abhandlung der Landesaufnahme³ veröffentlicht. Seitdem hat die Landesaufnahme die Bodenuntersuchung betrieben, so u. a. die der schweren Tone von Wexford, sobald sie durch die Abteilung für landwirtschaftliche und technische Angelegenheiten dazu aufgefördert wurde. Die Abteilung veröffentlichte 1907 ein Buch von J. R. KILROE⁴

¹ COLE, G. A. J.: The Cartography of Soils and surficial Deposits in Ireland. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 109—112. Bukarest 1924.

² LAMPLUGH, G. W., J. R. KILROE, A. MCHENRY, H. J. SEYMOUR u. W. B. WRIGHT: Geology of the Country around Dublin. 1903. Map of the Dublin District 1902. — LAMPLUGH, G. W., J. R. KILROE, A. MCHENRY, H. J. SEYMOUR, W. B. WRIGHT u. H. B. MAUFE: Geology of the country around Belfast, mit Karte. 1904. — Geology of the country around Cork, mit Karte. 1905. — LAMPLUGH, G. W., J. R. KILROE, A. MCHENRY, H. J. SEYMOUR, W. B. WRIGHT, H. B. MAUFE u. S. B. WILKINSON: Geology of the country around Limerick, mit Karte. 1907. — WILKINSON, S. B., J. R. KILROE, A. MCHENRY u. H. J. SEYMOUR: Geology around Londonderry, mit Karte. 1908.

³ KILROE, J. R., H. J. SEYMOUR u. J. HALLISSY: The Geological Features and Soils of the Agricultural Station at Ballyhaise, Co. Cavan. 1910.

⁴ KILROE, J. R.: The Soil Geology of Ireland. 1907.

über die Bodengeologie Irlands, in welchem die geologische Struktur, das Klima und die Böden des Landes besprochen wurden. KILROE ist immer dafür eingetreten, daß die agrogeologischen Beobachtungen ein Teil der Funktion einer öffentlichen Landesaufnahme sein sollten. KILROES Arbeit umschließt eine Karte von Irland im Maßstabe 1:633600, auf der die Flächen, bedeckt mit Torf, Alluvium und Glazialmoräne und ihre geologische Struktur eingetragen sind. Eine Moorkarte desselben kleinen Maßstabes wurde 1921 von der Landesaufnahme veröffentlicht. Neuerdings hat J. HALLISSY, der bereits die mechanischen Analysen für Ballyhaise ausgeführt hatte, die Untersuchung der Böden in den von der Landesanstalt aufgenommenen Gebieten durchgeführt.

Die ausgedehnten Torflager Irlands hatten frühzeitig zu einer Kartierung Veranlassung gegeben. Eine Reihe von Karten im Maßstabe 1 $\frac{1}{2}$ Zoll = 1 Meile findet sich in den 3 Bänden der Reports of the Commissioners appointed to enquire into the nature and extent of bogs in Ireland, welche bereits 1810 bis 1814¹ erschienen sind. In den Bänden des Statistical Survey findet sich bereits 1802 eine kleine Karte des Gebietes von Londonderry, auf welcher die oberflächigen Ablagerungen mit Farben angegeben sind. Ihr Verfasser ist G. SAMPSON. Es dürfte eine der ersten Bodenkarten sein. 1837 erschien ein Band über die Gemeinde Tempelmore in der Grafschaft Londonderry, welcher der erste in der Reihe der Bände werden sollte, die vom Ordnance Survey herausgegeben werden sollten. Diese Anstalt nahm 1832 die Herstellung topographischer Karten nach den Grundlinien von LOUGH FOYLE auf und veröffentlichte in schneller Folge Karten im Maßstabe 1:10560. Sie plante Werke über die Geologie, Naturgeschichte, Vorgeschichte und Besitzergreifung jeder Gemeinde des Landes. Darin sollte auch die Bodenbeschreibung ihren Platz finden. J. E. PORTLOCK², der Chef der geologischen Abteilung, führte eine Reihe agrogeologischer Beobachtungen, einschließlich chemischer Bodenanalysen aus, die in seinem Bericht über die Geologie von Londonderry veröffentlicht sind. In der Vorrede zu diesem Bericht teilt der Genannte mit, daß er in Verbindung mit dem Ordnance Survey in Belfast ein Büro für die Bodenuntersuchung organisiert habe, doch hätten die Behörden in Großbritannien dessen Tätigkeit für unpassend erklärt. Infolgedessen wurde dasselbe wieder geschlossen. Es dürfte eine der ersten Einrichtungen für die agrogeologischen Untersuchungen gewesen sein.

Die Aussichten der Bodenkartographie in Irland beurteilt G. COLE folgendermaßen: Eine der ersten Sorgen der Geologischen Landesanstalt des Freistaates (wie auch der entsprechenden von Nordirland) wird voraussichtlich die Fortsetzung der Oberflächenkarten, zunächst für die Gebiete um größere Städte im 1-Zoll-Maßstabe sein. Dies sind zwar keine richtigen Bodenkarten, aber auch die Karten der bodenkundlichen Landesaufnahme der Vereinigten Staaten scheinen G. COLE nicht anders zu sein. Auf den Karten der Oberflächenbildungen sollen Bodeneintragungen nach Art derer der Preußischen Geologischen Landesanstalt mit Vertikalschnitten am Rande vorgenommen werden. Beides war schon auf der Karte der Versuchsstation Ballyhaise der Fall. Diese Karte im Maßstabe 8 Zoll = 1 Meile genügt von allen Veröffentlichungen der Geologischen Landesanstalt am meisten den Anforderungen einer agrogeologischen Aufnahme. Die Bodenarten sind auf dieser mit Farben angegeben, ihre Variationen mit Signaturen. Das Grundgestein, wie Torf, Alluvium, Geschiebeton und untersilurischer Sandstein, ist durch schwarze Zeichen dargestellt. Es ergibt sich somit das Boden-

¹ Reports of the Commissioners appointed to inquire into the Nature and Extent of Bogs in Ireland. 1810—1814.

² PORTLOCK, J. E.: Report on the Geology of the County of Londonderry and of Fermanagh and Tyrone. 1843.

profil, z. B. Lehm bis toniger Lehm bzw. Ton bzw. Ton bis strenger Ton über Alluvium. Dadurch unterscheidet sich die Bodenkarte von der Karte der Oberflächenbildungen, auf der nur Alluvium erscheinen würde.

G. A. COWIE¹ hat auf der Übersichtskarte der Hauptbodenarten Großbritanniens auch Irland mit behandelt. Es kommen hier vor: sehr wenig Sand an den Rändern der Ostküste, mittlere Böden (lehmiger Sand und sandiger Lehm) in größerem Umfange, auch günstige schwere Lehme und Tonböden, ferner Hochmoore und am verbreitetsten der ungünstige schwere Boden der Gebirge. Der Maßstab der Karte ist etwa 1:4000000. Den irischen Anteil an der ersten allgemeinen Bodenkarte Europas in 1:1000000 hat J. HALLISSY ausgeführt.

Italien.

Bereits in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts und in der ersten des 19. sind nach M. GORTANI² zahlreiche Arbeiten über die landwirtschaftliche Geologie sowohl zusammenfassend wie in Einzeluntersuchungen ausgeführt worden. Die erste Karte mit geologisch-landwirtschaftlicher Tendenz wurde 1871—72 von T. TARAMELLI und G. RICCA-ROSELLINI von Istrien und den Inseln des Quarnerogolfes im Maßstab 1:144000 ausgeführt. Sie war in der Hauptsache eine Gesteinskarte. 1880 schlugen A. STOPPANI und T. TARAMELLI der Kommission für die geologische Karte Italiens die Herstellung einer geognostisch-landwirtschaftlichen Karte des Königreichs allerdings ohne Erfolg vor. 1891 und 1895 haben G. TRABUCCO und M. BARETTI gesteinsagogeologische Karten der Provinzen Piacenza (im Maßstabe 1:250000) und Turin (im Maßstabe 1:500000) mit Berücksichtigung der annäherungsweise chemischen Zusammensetzung der autochthonen und umgelagerten Erden veröffentlicht.

Später wurde die Zahl der agogeologischen Karten größer. Es sind zwei Gruppen zu unterscheiden, die eine für Katasterzwecke und zu Statistiken, die andere für spezielle landwirtschaftliche Zwecke. In den Jahren 1911—1915 wurden Karten in kleinen Maßstäben der Lombardei, Venetiens, der Marken, Umbriens und Laziens mit Einteilung des Geländes in Kulturzonen auf topographisch-orographischer Grundlage und einer Unterteilung nach geographischen und geologischen Kennzeichen veröffentlicht. Ein gutes Beispiel angewandter Geologie bei Katasterschätzungen gab 1907 NICOLAS von der veronesischen Ebene mit einer Karte im Maßstab 1:250000, unterschieden von der geologischen durch die Kennzeichen der Herkunft und Zusammensetzung der Alluvionen. Hauptsächlich lithologisch ist die zur zweiten Gruppe gehörige Karte des Monferrato (Alessandria) im Maßstab 1:75000 von TRABUCCO im Jahre 1899. Vorwiegend lithologisch mit besonderer Berücksichtigung des Kalkgehaltes ist die Karte der Provinz Brescia von CACCIAMALI (1908—1910), die Übersichtskarte in 1:100000, Teilkarten in 1:25000. Infolge der Initiative der Ackerbauschule von Bergamo wurde 1898 nach „belgischem System“ eine Karte des Grundbesitzes von Grumello del Monte im Maßstabe 1:10000 aufgenommen, doch war sie zu kompliziert und daher wenig brauchbar. Bessere Ergebnisse brachten die Aufnahmen nach preußischem Muster, das CAPOBIANCO 1906 im Chianatal (Atlas von 18 Karten in 1:100000) und CANAVARI 1913 im Tibertal (Karte von Gasalina in 1:25000) anwandten. Auch die alluvialen Gebiete des Potalesses wurden danach kartiert. Voran gingen Versuche der landwirtschaftlichen Körperschaften von Pavia (1898; 1:100000), von Cuneo (1903;

¹ COWIE, G. A.: Übersicht über die Verteilung der Hauptbodenarten in Großbritannien und Irland. In P. KRISCHE: Bodenkarten, S. 87—89. 1928.

² GORTANI, M.: La Cartografia agogeologica in Italia. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 113—118. Bukarest 1924.

1:25000 und 1:10000) und von Friaul (1899—1908; 1:50000 und 1:8000). Seit 1909 hat die Station für Agrikulturchemie in Udine das ebene und hügelige Gebiet von Friaul im Maßstabe 1:50000 auf geologischer Grundlage zu kartieren begonnen, wobei der Natur des Muttergesteins und der Mächtigkeit des Bodens bei den autochthonen Erden besondere Aufmerksamkeit gewidmet wurde. 1901/02 hat A. STELLA eine agrogeologische Studie über Montello mit Karte in 1:25000 veröffentlicht, worin er ausführt: Die Organisation der Aufnahme und Publikation einer detaillierten agronomischen Karte würde ein schwerer Fehler sein, wenn es nicht vorher gelänge, eine systematische und einheitliche Kartierung zu finden, welche sowohl für die Ebenen wie für das Bergland brauchbar wäre.

In den Jahren 1906—1920 wurde noch eine weitere Anzahl agronomischer Karten für besondere Zwecke ausgeführt. Hervorzuheben wäre besonders ein Kartenwerk von R. UGOLINI, das er im Maßstabe 1:25000 von der Umgebung von Castiglioncello an der toskanischen Küste 1910 hergestellt hat. Es enthält eine geologische, eine gesteinskundlich-hydrologische und eine agrogeologische Karte. Der ausführliche Text enthält eine Übersicht über die klimatischen Elemente, die Pflanzendecke, die Kulturarten und eine graphische Darstellung der Konzentration der im Boden zirkulierenden Lösungen. 1910 hatte das Landwirtschaftsministerium eine Kommission zur Herstellung einer agrogeologischen Karte des Königreichs ernannt. Ihr Programm wurde von C. ULPANI aufgestellt, ihr Vorsitzender war T. TARAMELLI. Aber es war nicht möglich, eine Kartierung des gesamten Bodens Italiens zu erreichen, es konnte nur empfohlen werden, die italienischen Ebenen in Einzelarbeiten zu behandeln.

1928 hat G. DE ANGELIS D'OSSAT¹ die erste allgemeine Übersichtskarte der Böden Italiens veröffentlicht. Sie hat den Maßstab 1:1000000 und ist mit Farben, Schraffuren und vielen Buchstaben versehen. Einen Schwarzdruck der Karte hat P. KRISCHE² in seinem Werk über Bodenkarten, zugleich mit einer ausführlichen Übersetzung der Arbeit G. DE ANGELIS D'OSSATS³ veröffentlicht. DE ANGELIS hat stets die Ansicht vertreten, daß die Grundlage der Bodenkarte eine geologische sowohl für die autochthonen wie für die Alluvialböden sein müsse, ohne daß dabei jedoch die Beziehungen zwischen Grundgestein, Verwitterung, Wassereinfluß und Klima übersehen werden dürften. Infolgedessen hat DE ANGELIS die geologische Karte als Grundlage verwandt und in diese die landwirtschaftlichen Böden eingezeichnet. Dabei konnten die besonderen charakteristischen Eigenschaften der Hauptböden besonders hervorgehoben und die geologischen Formationen, welche die Natur der Böden direkt beeinflussen, vernachlässigt werden. Die Haupteinteilung war zunächst die in typisch autochthone und in typisch alluviale Böden. „Diese natürliche, notwendige und auch ökonomische Einteilung hat eine geologische Grundlage, weil sie die Dejektions- von den Erosionsflächen trennt.“ Auf den alluvialen Böden der Dejektionsflächen, gleichgültig, ob diluvialen oder alluvialen Alters, erzielt die Landwirtschaft hohe Erträge, während sich auf den autochthonen Böden der Erosionsflächen nur ausnahmsweise gute Erträge erreichen lassen. „Die zweite Einteilung beruht auf dem Milieu, das die Vegetation beeinflußt.“ Es wurde die Linie von 500 m über NN. als Grenzlinie für die günstige tiefere und die ungünstige höhere Zone

¹ ANGELIS D'OSSAT, G. DE: La Carta dei terreni agrari italiani 1:1000000. Nuova agricult. Rom 7, 9 (1928). — La cartografia del suolo. Ann. Tecn. agricult. 5 Jg. 1 u. 2, Rom 1929.

² KRISCHE, P.: Bodenkarten, S. 79—83. Berlin 1928.

³ ANGELIS D'OSSAT, G. DE: Vegetazione e Terre Agrario. Red. R. Acc. Lincei Rom 1913. — Rapporti fra le formazioni geologiche e la composizione del terreno agrario. Bull. Soc. Geol. Ital. Rom 1918.

gewählt. Nur in Ausnahmefällen ist über 500 m hochgelegenes Gebiet landwirtschaftlich wertvoll. Zwei grundsätzlich verschiedene Böden, bei denen das gesteinskundliche mit dem landwirtschaftlichen Moment übereinstimmt, sind einerseits diejenigen auf Serpentin- und Amphibolitgestein, die fast unfruchtbar sind, und andererseits diejenigen auf vulkanischem Gestein, die meistens sehr fruchtbar sind, was 5 Zonen des Ackerbaues ergibt:

1. Alluviale Böden. 2. Autochthone Böden unter 500 m NN. 3. Autochthone Böden über 500 m NN. 4. Vulkanische Böden. 5. Serpentinische Böden. „Der scheinbare Mangel an Einheitlichkeit in der Einteilung verschwindet durch die weiteren Untergruppen, so daß man zu einer allgemeinen Klassifikation mit wirklicher geopedologischer Grundlage kommt, welche andererseits mit der landwirtschaftlichen Tätigkeit bis zur höchst nutzbaren Grenze in bezug auf die Fruchtbarkeit des Bodens übereinstimmt¹.“ Die weitere Unterteilung sieht 8 Stufen vor. Unter den alluvialen Böden werden die mit fluviatilem und marinem Ursprung von denen mit glazialem getrennt. Die autochthonen Böden werden je nach den Gesteinen, auf denen sie entstanden sind, in pliozäne Böden (Lehm, Mergel, Sand, Kies und Tuff), in solche auf eo- bis miozänem Gestein (Flysch, Schlier, verschiedene Sandgesteine, Kalk, Mergel, Geröll), in Böden auf Kalkformationen, in Böden auf kristallinen Schichten eingeteilt. Dazu kommen die ebenfalls zu den autochthonen Böden zu rechnenden vulkanischen, die in solche auf Lava und solche auf Tuffen, jedesmal entweder sauer oder basisch, einzuteilen sind, und schließlich noch die serpentinisch-amphibolitischen Böden. Im Einzelnen werden die Böden dieser Gruppen und Untergruppen nach ihren lithologischen Eigenschaften weiter gegliedert, so z. B. die des Quartärs in steinige, kiesige, sandige, lehmig-sandige, lehmige und Mergelböden. „Im allgemeinen erscheinen sie grau, gelblichgrau gefärbt; durch die Beimengung von vulkanischen Mineralien jedoch werden sie dunkler und rötlich durch die Oxydation von Eisen. Im ersteren Falle wird die Fruchtbarkeit erhöht und im zweiten vermindert².“ Bei den Böden der Kalkformationen wird darauf hingewiesen, daß diese auch die Böden auf den alpinen kristallinen Schiefen von dolomitischen, mergeligen und sandigen Gesteinen einschließen. Auf dem Kalkgestein bildet sich Roterde, auf den anderen ein grauer bis dunkler Boden. Unterhalb von 600 m eignen sie sich mehr für Baum- als für Graskultur, die stets unter der mittleren Produktion bleibt. Über 500 m gedeiht der Wald, und zwar je nach der Mächtigkeit der Bodenschicht und ihrer Fähigkeit, die Feuchtigkeit festzuhalten, verschieden. Von 1200—1500 m ermöglicht der Boden je nach Lage und Erodierbarkeit die Weidekultur, noch höher tritt keine Vegetation mehr auf.

Jugoslawien.

Von den Teilen des jugoslawischen Staates, die früher zu Österreich-Ungarn gehörten, sind Kroatien durch A. SANDOR und die Voivodina durch P. TREITZ bodenkundlich bearbeitet worden. In Serbien hatte E. TIMKO³ eine Teilübersicht ausgeführt. Im übrigen war nach D. B. TODOROVICS⁴ im ehemaligen Königreich Serbien außer wenigen chemischen und mechanischen Bodenanalysen nichts Bodenkundliches vorhanden. 1921 wurden die bodenkundlichen Institute in Bel-

¹ Bodenkarten, S. 80.

² Ebenda, S. 82.

³ TIMKO, E.: Die agrogeologischen Verhältnisse des westlichen Serbiens mit besonderer Berücksichtigung der Bodenentwicklung der Mačva und der Posavina. Jber. k. ung. geol. Reichsanst. 1916.

⁴ TODOROVICS, D. B.: Les recherches pédologiques dans la Serbie. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 295—300. Bukarest 1924.

grad und in Agram (Zagreb) errichtet. Das Institut in Belgrad wurde A. STEBUTT unterstellt, der eine Anzahl Monographien serbischer Böden, allerdings ohne Karten, und später einen sehr bemerkenswerten Atlas der landwirtschaftlichen Hauptgebiete Jugoslawiens¹ verfaßt hat. Über die Untersuchung des Bodenprofils im Freien, wie sie bei diesen Arbeiten ausgeführt wurde, und über die dabei in Jugoslawien aufgefundenen und serbisch neu benannten Bodentypen hat auch D. B. TODOROVICS in der obengenannten Übersicht ausführlich berichtet.

A. STEBUTTS Atlas Jugoslawiens besteht aus 13 Karten im Maßstabe 1:3500000, die teils farbig, teils im Schwarzdruck ausgeführt sind. Sie umfassen 1. die Klimagebiete, 2. die Verteilung der jährlichen Niederschlagsmengen, 3. die Verteilung der Wälder nach Baumart, 4. die Waldfläche in Prozent der Landfläche mit Angabe der beständigen, der unbeständigen Wälder, der Macchien und des Steppengebietes, 5. die Bodenkarte, 6. die bearbeitbare Bodenfläche, Weiden und Wiesen, 7. Getreideanbau in Prozenten der produktiven Fläche, 8. die Gebiete der stenotopen und eurytopen Getreidearten, 9. Maisanbau in Prozenten der produktiven Fläche, 10. Anbau von Rotklee, Kartoffeln, Lein, Luzerne in Prozenten der produktiven Fläche, 11. Verteilung der Weingärten in Prozenten der produktiven Fläche, 12. die Gebiete der Äpfel, Birnen, Nußbäume und Pflaumen, 13. Kultur der Ölbäume und Feigen, des Reises und der Baumwolle. Die Mehrzahl der Karten sind kartographische Übertragungen der land- und forstwirtschaftlichen Statistik Serbiens. Die farbige Bodenkarte zeichnet sich in ihrer Art durch Grundsätze aus, die z. T. auf vielen Übersichtskarten, wenn auch versteckt, angewandt, aber so klar und systematisch sonst nicht durchgeführt worden sind. U. a. heißt es auf der Karte: Die Grundfarbe der Fläche entspricht dem regionalen bodenbildenden Prozesse, die Streifen den verschiedenen sekundären Bodenarten. Dargestellt sind: I. unentwickelte Böden, a) Felsen, Schotter, Sand (agenetische Böden), b) Alluvium, Deluvium, Skelettböden (genetisch junge Böden), II. Entwickelte Böden: 1. Dealkalisation, a) salzhaltige Halbwüstenböden (Dealkalisation mit Versalzung der Oberfläche), b) Tschernosiom, Rendzina (Dealkalisation mit Entlaugung), 2. Destruktion, a) Podsolböden (saure Podsolierung), b) Mineralmoore (saure Podsolierung mit Anschlammung), c) Solonetz (Sodapodsolierung), d) Solontschak (Sodapodsolierung mit Anschlammung), e) Braunerden (Verbraunung, Rubifaktion), f) Terra rossa (Laterisation), g) Torfmoore, Alpenwiesen (Vertorfung). Die Karte zeigt 3 Streifen, die ungefähr von Nordwest nach Südost verlaufen, doch biegt der östliche mehr in die Nordsüdrichtung um. Der westliche Streifen an der Adria ist das Gebiet der Roterde der mittlere das der Podsolböden; in den östlichen Teilen sind 2 Gebiete, Tschernosem und Rendzina (teils im Norden, teils im Süden), getrennt durch ein Gebiet der Braunerden, vorhanden, ganz im Südosten tritt ein kleines Gebiet der salzhaltigen Halbwüstenböden auf. Alle übrigen genannten Typen werden nur mit farbigen Schraffuren in den Gebieten der Roterde, des Podsolbodens, der Tschernoseme, Braunerden und Halbwüstenböden angegeben. Es sind in dieser Übersichtskarte also nicht die im Felde kartierten Böden in ihrer Mannigfaltigkeit nebeneinander dargestellt, sondern die hauptsächlich bodenbildenden Faktoren. Der eigentliche Nachdruck liegt auf den oben in Klammern hinter den Typennamen genannten Vorgängen, die von A. STEBUTT² an anderer Stelle näher erläutert werden. Im Text zu dem Atlas nennt A. STEBUTT Jugoslawien geradezu ein Bodenmuseum Europas. Bodenzonen wie in Rußland könne man in Serbien

¹ STEBUTT, A.: Landwirtschaftliche Hauptbodengebiete des Königreichs S. H. S. Belgrad 1926. — Vgl. auch H. STREMMER: Neue Bodenkarten. Ernährung. Pflanze 1927, Nr 11.

² STEBUTT, A.: a. a. O., S. 26.

nicht finden. Die Zonalität würde durch den mächtigen Einfluß des Reliefs, der Oberflächenneigung, gestört. Die schwierigen Bodenverhältnisse im einzelnen nach Bodentypen und Bodenarten darzustellen, hat STEBUTT nicht versucht, sondern er hat vielmehr eine vorläufige Bestimmung der typischen bodenbildenden Vorgänge des Gebietes gegeben. Vergleicht man die Bodenkarte mit der Klima- und der Waldkarte, so ist das Gebiet der Roterde zugleich das des mediterranen Klimas und der Macchien. Mit Streifen ist das Vorkommen agenetischer Böden angegeben. Das Gebiet der Podsolböden hat atlantisches Gebirgsklima und ist zugleich das Gebiet der beständigen Wälder, es ist sogar zumeist bis über 45 % der Totalfläche von Wald bedeckt. Mit Streifen sind im Nordwesten, Westen und Südwesten des Podsolgebietes die genetisch jungen Böden und die Mineralmoore, im Nordosten die agenetischen Böden angegeben. Die dritte Zone hat Steppen- und Kontinentalklima, der nördliche Teil des Tschernosems ist das Steppengebiet, die übrigen sind die Gebiete der unbeständigen Wälder und haben zumeist nur 0—25 % Waldbedeckung auf der Gesamtfläche. Das nördliche Tschernosem- und Rendzina-gebiet zeigt in Streifen agenetische Böden, Mineralmoore und Braunerden, das südliche Gebiet sowie die westlich und östlich angrenzenden Teile der Podsolzone bzw. der Halbwüste haben nur die agenetischen Böden, das Braunerdegebiet hat Podsol- und Mineralmoorstreifen. Die Karte ist in ihrer Art eine der eigenartigsten und anregendsten. Die hier grundsätzlich nach den bodenbildenden Faktoren Klima, Relief, Vegetation durchgeführte Darstellung der Bodengebiete dient, wie schon erwähnt, auch anderen Bodenübersichtskarten als Grundlage, ohne dann allerdings so klar und offen hervorzutreten.

Der jugoslawische Anteil an der Bodenkarte Europas im Maßstab 1:1000000 rührt ebenfalls von A. STEBUTT her.

In P. KRISCHES Werk über die Bodenkarten hat KOCH¹, Zagreb, eine Bodenübersichtskarte Jugoslawiens gebracht, deren Einteilung wie folgt lautet: leichter Sandboden, mittlerer armer Boden (Karstlehm, Terra rossa, lehmiger Sand), mittlerer besserer Boden (Schwemmlanddolenen, feiner lehmiger Sand, überwiegend kalkarm; Heideboden) günstiger schwerer Boden (Ton- und Lehm-boden, humusreicher Waldboden), mittlerer Boden (sandiger Lehm und lehmiger Sand) und Moore.

Lettland.

Wie in Estland und in Litauen (außer dem Memelland) ist auch in Lettland die russische Bodenkartierung betrieben worden, und zwar die geologische hauptsächlich von Deutschbalten (GREWINGK, FR. SCHMIDT, DOSS). Mehr auf eine Bodenbonitierung hat G. THOMS² Wert gelegt. Eine Karte der Bodenarten hat H. HAUSEN³ veröffentlicht und J. WITYN später nachgedruckt. Eine Reihe wertvoller neuerer Arbeiten mit Karten und z. T. farbigen Bodenprofilen hat J. WITYN⁴ ausgeführt. Auf seiner Bodenkarte Lettlands hat J. WITYN die russischen Bezeichnungen gewählt. Besonders bemerkenswert ist die Feststellung solcher Gebiete, in denen podsolige Böden infolge des Ackerbaus verbessert worden sind.

¹ KOCH, A.: Die Bodenübersichtskarte Jugoslawiens. In P. KRISCHE: Bodenkarten, S. 54. 1928.

² THOMS, G.: Wertschätzung der Ackererde auf naturwissenschaftlich-statistischer Grundlage. Mitt. Riga 1—3 (1888—1900).

³ HAUSEN, H.: Materialien zur Kenntnis der pleistocänen Bildungen in den russischen Ostseeländern. Fennia 34. Helsingfors 1913—1914.

⁴ WITYN, J.: Die Sande und sandigen Böden von Lettland. Riga 1924. — A brief Survey of Soil Investigations of Latvia. Riga 1927.

Litauen.

Der ehemals zum russischen Kaiserreich gehörige Anteil Litauens ist von den russischen Pedologen¹ nach Bodenentstehungstypen, das ehemals preußische Memelland z. T. von der Preußischen Geologischen Landesanstalt² auf geologisch-agronomische Weise kartiert worden. Eine besondere Karte hat S. MIKLASZEWSKI³ herausgegeben. Der Maßstab ist 1:150000. Unterschieden sind mit Farben: Sande (leichte und starke humose Sande, Dünen sande, bewegliche Sande, Sande mit hydrostatischem Wasser auf Diluvium), echte Podsole auf Diluvium, schwarze Erde der Sümpfe auf Diluvium, bisweilen auf Alluvium, tonige Podsole auf Diluvium, tonige und sandige Alluvionen; mit Schraffuren: devonischer Gips im Untergrunde (bildet keine Gipsrendzina), Kreidekalke und -mergel im Untergrunde (bildet keine Rendzina), tertiäre Sande und Tone im Untergrunde (nicht bodenbildend). Die echten Podsole überwiegen bei weitem. Die schwarzen Sumpferden sind im Südwesten des Landes verbreitet. Die Erläuterung zur Karte enthält eine große Zahl von Korngrößen- und Kalkkarbonatbestimmungen.

Niederlande.

Die älteste Bodenkarte eines Teiles der Niederlande ist nach J. VAN BAREN⁴ diejenige der Provinz Groningen von G. A. STRATHING 1839, welche 13 Unterscheidungen aufweist.

Die ersten, sehr ausgedehnten und gründlichen Untersuchungen über die geologischen Bildungen des Gesamtbodens der Niederlande hat nach J. VAN BAREN⁵ W. C. STARING ausgeführt. Schon 1844 hatte er in holländischer Sprache eine Abhandlung über die Geologie und die Landwirtschaft der niederländischen Sandböden veröffentlicht. Er schrieb 1860 ein zweibändiges Werk über den Boden der Niederlande und gab 1869 auf Staatskosten einen geologischen Atlas mit 27 Karten heraus. Darin unterschied er den Boden nach folgenden Gesichtspunkten: mariner Lehm, fluviatiler Lehm, Meeresdünen, Hochmoortorf, Flachmoortorf, Löß, Verwitterungslehm, Kiesböden, Sandböden. Im gleichen Jahre erschien seine agronomische Karte der Ackerbausysteme in den Niederlanden, die auf der Grundlage der Bodeneignung ruht.

Gleichzeitig mit den Arbeiten STARINGS wurden auch von anderen Seiten Untersuchungen über den niederländischen Boden veröffentlicht, so 1852 von S. J. VAN ROYEN eine Abhandlung über die Bodenarten der Provinz Drente, worin der Autor die chemische und mineralogische Zusammensetzung, die physikalischen Eigenschaften und die landwirtschaftliche Bedeutung der Bodenarten der Provinz bespricht. In der Provinz Groningen wurde 1854 eine Kommission für die statistische Beschreibung dieser Provinz eingesetzt, welche viele Abhandlungen ihrer Mitglieder veröffentlichte, darunter 1861 den „Versuch einer statistischen Beschreibung der Landwirtschaft in der Gemeinde Winschoten“ von A. COHEN mit einer ausführlichen Bodenkarte. Sie gab Ver-

¹ K. D. GLINKA (Die Typen der Bodenbildung, S. 256. Berlin 1914) nennt als Autoren in der polnisch-litauischen Region AMALITZKI, GEDROIZ, KRISCHTAFOWITSCH, MIKLASZEWSKI, NIKITIN, SIEMIRADZKI und DUNIKOWSKI, SIBIRCEW.

² Lieferung 207 die Blätter Nidden, Perwelk, Schwarzort, Schmelz, Memel und Nimmersatt umfassend. Berlin 1916.

³ MIKLASZEWSKI, S.: Mapa Gleb Litwy. La carte des sols de la Lithuaine. Warszawa 1927.

⁴ BAREN, J. VAN: Die Hauptbodenarten der Niederlande. Ernährung. Pflanze Berlin 1915. — Wieder abgedruckt in P. KRISCHE: Bodenkarten usw., S. 89—97. Berlin 1928.

⁵ BAREN, J. VAN: La cartographie agrogéologique aux Pays-Bas. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 143—145. Bukarest 1924.

anlassung zu J. M. VAN BEMMELENS¹ Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der alluvialen Bodenarten der Provinz Groningen im Jahre 1865. Nach STARINGS Tode 1877 schwand das Interesse für das geologische und das agrogeologische Studium, bis es J. LORIE wieder aufnahm. Seit 1877 veröffentlichte er eine Reihe von Abhandlungen über die Geologie der Niederlande und der angrenzenden Länder. 1906 gab J. VAN BAREN anlässlich des hundertsten Geburtstages W. C. STARINGS die erste Lieferung einer modernen Arbeit über die Geologie der Niederlande mit Karten, Tafeln, Abbildungen und dergleichen heraus.

In chemischer Hinsicht hat J. M. VAN BEMMELEN in zahlreichen Abhandlungen seit 1863 den niederländischen Boden beschrieben. Nach seinem Tode (1911) wurden sie besonders von seinem Schüler D. J. HISSINK weiter fortgesetzt, der sich neuerdings in seinen Arbeiten über den Landgewinn im Haarlemer Meer auch der kartographischen Methode bedient.

Im Verfolg seiner Arbeiten über die Geologie der Niederlande veröffentlichte J. VAN BAREN 1913 eine Abhandlung über die Hochmoore der Niederlande (in „Ernährung der Pflanze“) und 1915 die oben erwähnte über die Verteilung der Hauptbodenarten in den Niederlanden. Sie enthält 2 Karten, erstens eine auf Grund der geologischen Karte von STARING und eigener Aufnahmen 1914 entworfene Bodenkarte und zweitens eine Agrikulturrkarte der Niederlande. Die Maßstäbe dürften etwa 1:1,5 bzw. 1:2,25 Millionen sein. Die Bodenkarte teilt die Böden in leichte, mittlere, schwere Bodenarten und Moorböden ein. Als leichte Bodenarten sind fluviatile und glaziale Sand- und Grandböden, Flugsandbildungen, marine Sandböden (Dünen- und Geestböden), als mittlere Flußtonböden, Lößböden und als schwere Seekleiböden (Marschböden) genannt. Die Moorböden werden in Hochmoor- und Niederungsmoorböden eingeteilt. Die Agrikulturrkarte hat die Einteilung: hauptsächlich Seekleiböden mit gemischtem landwirtschaftlichen Betrieb; meistens Ackerbau, hauptsächlich Flußtonböden und Lößböden mit gemischtem landwirtschaftlichen Betrieb; meistens Weidewirtschaft, hauptsächlich Moorböden; meistens Weidewirtschaft, Sandböden mit Landwirtschaft, Ackerbau und Weidebetrieb haben gleichen Anteil; hauptsächlich Moorkolonien, Gartenbaugebiete. Diese liegen auf Grund des Vergleiches mit der Bodenkarte teils auf Flugsandböden, teils auf Seekleiböden.

Im Jahre 1920 ist eine staatliche Geologische Landesanstalt mit dem Sitz in Haarlem gegründet worden, deren Ziele jedoch geologische, nicht bodenkundliche sind.

Den niederländischen Anteil an der ersten allgemeinen Bodenkarte Europas hat 1927 J. VAN BAREN geliefert, desgleichen den entsprechenden an der in Arbeit befindlichen vergrößerten Karte.

Eine umfassende neue Zusammenstellung über den Boden der Niederlande hat ebenfalls J. VAN BAREN² veröffentlicht.

Norwegen.

Die Bodenkartierung Norwegens datiert seit der Errichtung der Geologischen Landesanstalt unter TH. KJERULF im Jahre 1858. Über ihre Tätigkeit in bodenkundlicher Hinsicht berichtete K. O. BJÖRLYKKE³. Während der Jahre 1858—1863 gab TH. KJERULF Karten mit Beschreibung der Böden von Romerike, Aken, Hadeland, Ringerike und Hedemark heraus. Unter seinem Nachfolger H. REUSCH

¹ BEMMELEN, J. M. VAN: Bodenuntersuchungen in den Niederlanden. Landw. Veruchsstat. 8, 255 (1866).

² BAREN, J. VAN: De bodem van Nederland. Amsterdam 1927.

³ BJÖRLYKKE, K. O.: On Soil Survey, Investigation and Mapping in Norway. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 146—156. Bukarest 1924.

erschien eine Bodenkarte von Jaeren, aufgenommen durch A. GRIMNES 1910, ferner eine agrogeologische Kartenskizze der Umgebung von Trondhjem, aufgenommen von BLAKSTAD und H. REUSCH 1901 und schließlich Torfuntersuchungen mit Karten von G. E. STANGELAND. 1908 bildete die Landesanstalt zusammen mit der Kgl. Gesellschaft für die Wohlfahrt von Norwegen ein aus 3 Mitgliedern und einem zeitweiligen Mitarbeiterstabe bestehendes Komitee, welches von 1909—1921 18 Bodenbeschreibungen mit Kartenskizzen herausgab. 1921 wurde seine Tätigkeit vom Staate übernommen und mit der Landwirtschaftlichen Hochschule in Aas unter der Bezeichnung Statens Jordundersägelse (bodenkundliche Landesaufnahme) vereinigt. Sie ist jetzt als dauernde Einrichtung dem Geologischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule angegliedert und dessen jeweiligem Leiter unterstellt. Diese Landesaufnahme betreibt zur Zeit systematisch das Studium des Bodenprofils mit Boden und Untergrund, woraus sich für den gedachten Zweck die Bedeutung der klimatischen Faktoren, der Topographie und des Grundwassers ergeben hat.

Der norwegische Boden ist vergleichsweise zu den Böden anderer Länder jung, erst vor 10—20000 Jahren sind die Gesteine eisfrei geworden und ist das Land aufgestiegen. Infolgedessen ist die Verwitterung nicht so weit vorgeschritten wie in vielen anderen Ländern, doch ist sie gut bemerkbar und makroskopisch an der Färbung der Bodenhorizonte zu erkennen. Unter den wissenschaftlichen Ergebnissen der Landesaufnahme mögen hervorgehoben werden die Feststellungen der Verschiedenheit der Böden an Abhängen einerseits, auf flachem Lande andererseits, desgleichen unter dem Einfluß verschiedener Temperaturen und Niederschläge sowie nach der Natur des Humus.

An Veröffentlichungen sind bis 1924 20 Bodenbeschreibungen und 12 Flugschriften erschienen. Die erste Übersichtskarte der Böden ist von K. O. BJÖRLYKKE im Maßstabe 1:10000000 ausgeführt und für die Bodenkarte Europas im gleichen Maßstabe verwendet worden.

Im Maßstabe von etwa 1:6 Millionen hat K. O. BJÖRLYKKE¹ neuerdings eine weitere Übersichtskarte veröffentlicht, welche die Einteilung in Hochgebirgsregionen, Region mit geringem Niederschlag (< 500 mm) und angereichertem Boden, Region mit mittlerem Niederschlag (5 zu 600 bis 1000 mm) und schwach ausgelaugtem Boden, Region mit hohem Niederschlag (> 1000 mm) und stark ausgelaugtem Boden hat. Die letztgenannte Region zieht sich fast an der ganzen Küste entlang. Die Region mit schwach ausgelaugtem Boden ist in zwei weit auseinanderliegende Teile zerlegt. Der südliche umgibt den Christiania-Fjord, der nördliche zieht sich von Narwik am nördlichsten Teil der Küste vorbei bis zum Varanger Fjord. Zur Region mit angereichertem Boden gehört Zentralnorwegen (Dovre und Skjåk). Hier begegnet man oft Profilen mit gekrümeltem, tiefem A-Horizont und fehlendem oder schwach ausgebildetem B-Horizont. Die Reaktion ist bisweilen alkalisch. Das Ostland um den Christiania-Fjord herum hat anscheinend kaum oder schwach gebleichte Böden mit schwachen Rostbildungen im B-Horizont und geringer Versauerung, das stärker ausgelaugte Westland mehr podsoligen Charakter, während in Finnmarken ausgesprochene Podsolprofile auftreten.

Österreich.

Ein früher Vorschlag zur Beschaffung einer Bodenkarte im alten Österreich rührt von J. C. SCHMIDT² her. Er beantragte 1861 im Werner-Verein in Mähren,

¹ BJÖRLYKKE, K. O.: Om Norges Jordsmonn. Norsk geologisk tidsskrift B XII, 1931. S. 89—116. 4 Taf. 1 Karte.

² SCHMIDT, J. C.: Antrag auf Beschaffung einer Bodenkarte von Mähren und Schlesien. Jber. Werner-Verein 11, 29—35 (1861).

eine Karte des „Urbodens“ für Mähren und Schlesien herzustellen, unter welchem er die Erdarten verstand, welche aus den Gesteinsmassen infolge der Zersetzungen und Umbildungen unter dem Einfluß von Wasser und Atmosphären entstehen. Die Herstellung einer solchen Karte war seiner Auffassung nach Sache des Geologen, „während eigentliche agronomische Karten, auf welchen die Fruchtbarkeitsdetails bis ins kleinste berücksichtigt und ersichtlich gemacht werden können, dem forst- und landwirtschaftlichen Fachmanne zur Aufgabe anheimfallen, welcher die Fruchtbarkeits- und Ertragnisverhältnisse darzustellen allein in der Lage ist“.

Einen der ersten Versuche einer Bodenkarte hat H. WOLF 1866 ausgeführt¹. Es wurden die Gemeinden Atzgersdorf und Erlaa bei Wien im Maßstabe 1:2880 kartiert, und zwar wurde „der Ackerkrume, welcher bei Darstellung rein geologischer Karten gar keine Berücksichtigung zuteil wird, der Vorrang gegeben“. Die Ackerkrume — welche in der land- und forstwirtschaftlichen Ausstellung im Wiener Prater 1866 durch 63 Erd- und Gesteinsproben vor Augen geführt wurde — war dem äußeren Ansehen nach in den beiden Gemeinden wesentlich gleichartig, „jedoch durch die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Untergrundes sowie durch ihre eigene Mächtigkeit, mit welcher sie diesen deckt, verschiedenen physikalischen Einflüssen unterworfen, die für die Ertragsfähigkeit des Bodens maßgebend sind“. Dargestellt waren auf der Karte 3 Bodenkategorien mit Bezugnahme auf ihren Untergrund, dessen Höhenlage und Neigungsverhältnisse. Die 1. Kategorie bezeichnet die Ackererden mit Sand- und Tonunterlagen auf Cerithienschichten als mittelfeuchte warme Böden. Die 2. Kategorie benennt die Ackererden mit mächtigen groben Schotterunterlagen (Lokalschotter) als trocken warme Böden. Die 3. Kategorie bezeichnet die Ackererden mit reinen Tonunterlagen auf Congerienschichten als nasse, kalte, schwere Böden. Von diesen Bodenkategorien hat H. FICHTNER die wasserdunstaufnehmende (durch Trocknen bei 100°) und die wasserhaltende Kraft (durch Benetzen der getrockneten Probe) bestimmt, die in der Erläuterung mitgeteilt werden. Ferner gibt die Erläuterung auch in tabellarischer Übersicht die Durchschnittserträge der einzelnen Bodenkategorien und deren Gesamtverbreitung in Zahlen an. An Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Kartoffeln, Rüben und Klee gibt die 1. Kategorie mehr als die 2. und diese mehr als die 3., doch steht durchschnittlich die 2. der 3. näher als der 1. Nur im Heuertrag gibt die 3. mehr als die beiden anderen, die sich ziemlich gleich darin verhalten. H. WOLF war Geologe der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

Kurz danach erschien nach Graf LEININGEN² eine im Programm des Salzburger Gymnasiums 1867 wiedergegebene landwirtschaftliche Bodenkarte des Herzogtums Salzburg von I. WOLDRICH mit einer Darstellung der petrographischen Verhältnisse, wobei Torf, Sand, Schotter usw. besonders ausgeschieden wurden. Nach B. RAMSAUER ist sie durch die nachstehend erwähnte Arbeit von I. R. LORENZ beeinflusst. Ähnlich war auch die von H. WOLF entworfene Bodenübersichtskarte Vorarlbergs 1867 durchgeführt.

In besonderer Weise wurde die Bodenkartierung Österreichs 1867/68 durch I. R. LORENZ (VON LIBURNAV)³ gefördert. In seinem Werke über die Kultur-

¹ FICHTNER, JOHANNES u. HEINRICH WOLF: Erläuterungen zur geologischen Bodenkarte. Ausgestellt in der Allgemeinen Land- und Forstwirtschaftlichen Ausstellung im k. k. Prater. Wien 1866. (Die Karte selbst liegt hier nicht vor, da sie anscheinend nicht gedruckt wurde.)

² LEININGEN, W. Graf zu: Die Bodenkartographie in Österreich. *Etat de l'étude et de la cartographie des sols*, S. 159—163. Bukarest 1924.

³ LORENZ, I. R.: Die Bodenkulturverhältnisse des österreichischen Staates. Wien 1867. — Die kartographischen Darstellungen auf der Pariser Ausstellung 1867. *Peterm. Mitt.* 1867, 367.

verhältnisse des österreichischen Staates führte er die Unterscheidung der einzelnen Bodenarten derart durch, daß er alle jene geologischen Ablagerungen und Gesteinsarten zu einer Gruppe zusammenfaßte, welche ohne Rücksicht auf Alter und Entstehung gleiche oder wesentlich verwandte Bodenarten darstellen oder bei der Verwitterung liefern. Damit war die Loslösung von der Geologie, und bis zu einem gewissen Grade auch von der Petrographie, erfolgt. Ein Jahr später veröffentlichte I. R. LORENZ¹ seine grundlegende Arbeit: „Grundsätze für die Aufnahme und Darstellung der landwirtschaftlichen Bodenkarten.“ Durch sie fand die Systematik der Bodenkartierung ihre erste grundlegende Fassung überhaupt, die sowohl in der Darstellung wie in den zugehörigen Erläuterungen im wesentlichen noch heute nicht überholt ist². LORENZ unterschied: 1. Generalkarten in einem Maßstabe von mindestens 1:360 000 mit der oben wiedergegebenen Bodeneinteilung. 2. Übersichtskarten, welche im Maßstabe von 1:85 400 die Bodenkurve selbst, wenigstens in den Hauptgruppen oder Kategorien ihrer Verwendbarkeit samt ihren Beziehungen zum Untergrunde darzustellen hätten. 3. Detailbodenkarten im Maßstabe 1:2880—7200, die eine ganz ins Einzelne gehende Darstellung aller Unterklassen der Böden zu bringen hätten und außerdem durch einen Bericht über die chemischen und physikalischen Eigenschaften zu ergänzen wären. Auf dem beigegeführten Beispiel einer Detailbodenkarte waren auch einzelne Profile angebracht.

Im einzelnen ist zu den 3 Karten noch das Folgende zu sagen: Die „Generalbodenkarte Österreichs, dargestellt in Gruppen von landwirtschaftlich gleichwertigen Gesteinen und Ablagerungen“ gibt mit Farben und farbigen Signaturen 8 Gruppen wieder: 1. Kalksteine (Kalksteine im eigentlichen Sinne, Kalksandstein, Dolomit); 2. eruptive Tonerdesilikate (Basalt, Trachyt, Porphyry usw.); 3. ältere Silikatschiefer (Glimmer-, Urton-, Grauwackenschiefer usw.); 4. granitisch gemengte Feldspatgesteine (Granit, Gneis usw.); 5. tonige und kieselige Sandsteine (weichere tonig-mergelige, härtere, vorwiegend kieselige Sandsteine); 6. jungtertiäre Ablagerungen (sandige Letten, lettige Sande, Tegel, Mergel, Schotter, Sande); 7. diluviale und alluviale Sande und Schotter (Sand, Schotter); 8. diluviale und alluviale Lehm- und Lößablagerungen (Lehm und Löß, Schwarzerde = Tschernosem). Die Einteilung beruht auf einer Vermischung von petrographischen und historisch-geologischen Prinzipien, zum Schluß tritt auch etwas rein Bodenkundliches in Gestalt des Tschernosems auf. Dieser wird als in südlichen, östlichen und nordöstlichen Teilen der ungarischen Tiefebene und in Galizien östlich Tarnopol vorhanden angegeben.

Die Übersichtsbodenkarte der Umgebung von St. Florian in Oberösterreich bringt Farben und farbige Zeichen für Bodenarten mit und ohne nachschaffenden Untergrund und schwarze Umgrenzungslinien für ausgedehntere lokale Abarten des Bodens. Als Bodenarten mit nachschaffendem Untergrund werden angegeben: fetter, ziemlich strenger Lehm, schwach kalkhaltig (gut klee-fähiger Weizenboden), angemagerter Lehm, schwach kalkhaltig (gut klee-fähiger Gerstenboden, stellenweise Haferboden), Löß, mehlig, sehr kalkreich (schwach klee-fähiger Roggenboden). Als Bodenarten ohne nachschaffenden Untergrund werden benannt: abgeschwemmter Lehm (meist etwas milderer, gut klee-fähiger Weizenboden), angemoorter Lehm, lokal Pechboden (warmer, sehr gut klee-fähiger Weizen- und Rapsboden), quarzsandiger lockerer Lehm, humusreich (ungleich gemengter, noch gut klee-fähiger Weizenboden in Gersten- und Roggenboden übergehend), kalk-

¹ LORENZ, I. R.: Grundsätze für Aufnahme und Darstellung von landwirtschaftlichen Bodenkarten, 20 S. Text, 3 Karten. Wien 1868.

² RAMSAUER, B.: Die Bodenuntersuchung und -kartierung im Lande Salzburg. Etat de l'étude et de la cartographie des sols. S. 293. Bukarest 1924.

sandig-toniger Schlickboden (noch kleefähiger, schwächerer Weizenboden), Heideboden, stark kalkhaltig (ziemlich hitziger, nicht mehr kleefähiger Roggenboden), kalkreicher Flugsand (nur Gras- und Auenboden). Mit den schwarzen Umgrenzungslinien wird auf den Flächen der vorbezeichneten Bodenarten absoluter Waldboden und absoluter Wiesenboden ausgeschieden, und zwar werden auch die hierfür in Frage kommenden Ursachen angegeben und zwar: Waldboden wegen seichtliegenden Schotters oder Sandes unter Lehm, wegen übermäßig strengen groben Lehmes, wegen seichtliegenden Schieferuntergrundes, wegen zu mageren Lehmgrundes, wegen durchfeuchteten Sand- und Schotterbodens (Auenbodens); Wiesenboden wegen Durchfeuchtung mit Seihwasser oder Stauwasser längs der Bäche. Mit Zahlen ist die Mächtigkeit der Erdarten auf fremdem Untergrunde in den Tälern bezeichnet. 5 Profile am Rande der Karte geben als die 3 Haupttypen die Bodenlagerung im Hügellande, die Bodenlagerung längs der Donau und die Bodenlagerung längs der Traun wieder. Die Profile sind teils geologisch, teils aber auch bodenkundlich. So wurden besondere Buchstaben für die Bodenkrume verwendet und in der Erklärung zum Ausdruck gebracht, aus welchem Gestein sie entstand, und ferner die Abschlammungen als aus der Bodenkrume hervorgegangen bezeichnet.

Die Detailbodenkarte ist ein kleiner Ausschnitt aus der Übersichtsbodenkarte. Die beiden Hauptgruppen mit und ohne nachschaffenden Untergrund kommen mit 2 bzw. 3 Bodenarten vor und sind diesmal sehr eingehend erläutert. Jede der Bodenarten ist in 8 senkrechten Reihen nach allen Richtungen durchgeprüft: summarische Bezeichnung der Bodenarten, Zusammensetzung (Körnung, hygroskopische Feuchtigkeit, Löslichkeit in Königswasser, qualitative Zusammensetzung des Salzsäureauszuges), Bezeichnung nach dem Verhalten zur Vegetation überhaupt, Bezeichnung nach der Tragbarkeit, lokale Abänderungen, Verhältnisse der Mächtigkeit (mit Ziffern) und des Untergrundes, Angabe der Bodenklasse des Katasters, der normalen Bodenart und die der lokalen Abänderungen. Eine Reihe von besonderen Zeichen geben die Bodenlage an: Umgrenzung der Hochebenen, Umgrenzung der Tiefebene längs der Wasserläufe, waagerechte Lage der Parzellen, Exposition der geneigten Parzellen (schwach, stark, sehr stark geneigt), Quellen und quellsumpfige Orte, Zahlen für die Mächtigkeit der nicht nachschaffenden Bodenarten. Die Böden sind im Einzelnen so genau beschrieben und gekennzeichnet und die für die Bodennutzung wichtigen Faktoren so klar erkannt, daß eine moderne Aufnahme dieser fast 70 Jahre zurückliegenden Kartierung nur wenig hinzuzufügen hätte.

1884 wurde von F. TOULA¹ eine neue Bodenübersichtskarte Österreichs veröffentlicht, sie ist eine Übertragung der geologischen Karte ins Petrographische. Die Einteilung war 1. Silikatgesteine, 2. Karbonatgesteine, 3. jüngere Sedimentbildungen: a) fette und magere Tone (Tegel), sandige Tone und tertiäre tonige Sande, b) Löß, c) Flugsand, d) gefestigter Sand, e) grober Sand und Kies, f) Moorböden, g) Teilanschwemmungen.

Die Geologische Reichsanstalt (jetzt Bundesanstalt) in Wien hat sich nach Graf LEININGEN² 1910 gutachtlich zu der Frage der Bodenkartierung geäußert. A. TILL³ bemerkt, daß ihr Direktor E. TIETZE sich grundsätzlich für die Trennung der Bodenaufnahme von der geologischen ausgesprochen habe. Die

¹ TOULA, F.: Bodenkarte von Österreich-Ungarn nebst Bosnien-Herzegowina. 1:250000. Phys. stat. Atl. Österr.-Ung. Nr. 11. Wien 1884. Zitiert bei Graf W. zu LEININGEN: Die Bodenkartographie in Österreich, a. a. O., S. 159.

² LEININGEN, Graf W. zu: Die Bodenkartographie in Österreich, a. a. O., S. 159.

³ TILL, A.: Die Bodenkartierung, S. 73.

gleiche Ansicht wurde auch von W. VON LEININGEN vertreten¹. Er verkennt nicht den Wert der geologischen Feststellungen für die Bodenkunde, wünscht aber mindestens eine Trennung in geologische Karte und in Bodenkarte, wie sie die Ungarische Geologische Reichsanstalt durchgeführt habe. Noch besser sei eine besondere bodenkundliche Kartierung, die in Österreich zunächst an mehreren Stellen erprobt werden möchte, ehe man sie allgemein einführt.

Gegenwärtig werden einerseits in Niederösterreich und dem Burgenlande seit 1921 von A. TILL, andererseits in Salzburg seit 1922 von B. RAMSAUER Bodenkarten verschiedener Systeme ausgeführt.

A. TILL² hat eine ganze Reihe von Bodenkarten veröffentlicht, welche der landwirtschaftlichen Praxis dienen. Die einschlägigen Vorstudien sind in dem kleinen Werk „Die Bodenkartierung und ihre Grundlage“ niedergelegt. Eine Übersicht enthält A. TILLS³ Arbeit in dem von G. MURGOCI herausgegebenen Bande über den Zustand des Studiums und der Kartierung der Böden in vielen Ländern. Danach unterscheidet A. TILL Karten mit dem genetischen Bodentypus und solche mit der physiographischen Bodenart. Die Bodentypenkarten werden in Übersichtskarten und Spezialkarten getrennt.

Wichtig erscheint ihm in beiden Fällen, daß man sich nicht von „praktischen“ Gesichtspunkten und auch nicht von bestimmten Theorien leiten lasse, sondern in allen Fällen die Differentialdiagnose auf Grund der beobachteten Merkmale anwende. „Die eminent praktische Bedeutung solcher rein wissenschaftlicher Bodenkarten wird sich gewiß später von selbst ergeben.“ Um die Bodentypen richtig zu verstehen, erscheint es ihm vorteilhaft, Hilfskarten, und zwar eine morphologische, eine petrographische, eine klimatologische und eine geobotanische beizugeben.

„Die Bodenartenspezialkarte soll unmittelbar praktischen Zwecken dienen. Ihr Maßstab kann selbst bei einfachsten Verhältnissen nicht unter 1:25000 gewählt werden.“ Als Hilfskarten werden den Bodenartenkarten eine Karte der hydrographischen Verhältnisse (Wasserführung) und eine Karte, die in fortlaufender Nummerierung die Stellen der Probeentnahmen und Bohrungen verzeichnet, beigegeben. Auch die wichtigsten Fundpunkte nutzbarer Bodenerosionalien wie Schotter, Bausand, Mergel, Kalk usw. sind eingezeichnet.

Unterstützt wird das Verständnis und die praktische Auswertbarkeit der Karten durch eine Tabelle der Profile aller Probestellen und durch einen ausführlichen erläuternden Text, der grundsätzlich folgende Teile enthält: 1. An-

¹ LEININGEN, Graf W. zu: Bodenkartierung und bodenkundlicher Unterricht. Zbl. Forstwesen 1914, H. 3/4. — Zur Frage der Bodenkartierung. Naturwiss. Z. Forst- u. Landw. 1914, 114—122. — Die Bedeutung der Bodenkarte für Land- und Forstwirtschaft. Österr. Vjschr. Forstwesen 1915, H. 3 u. 4.

² TILL, A.: Bodenartenkarte der Umgebung von Kirchschatz, N.-Ö., mit Erläuterungen. (Aufgenommen 1922, veröffentlicht 1927.) 1:25000. — Bodenübersichtskarte des Bauernkammerbezirks Zistersdorf nach den Feldaufnahmen von K. BITTNER. 1:75000, mit Erläuterung. 1927. — Bodenkartierung, 3. H.: Bodenkarte des Bauernkammerbezirks Ravelsbach. 1:25000, mit Erläuterung. 1927. — Ebenda, H. 4: Die Bodenverhältnisse des Bauernkammerbezirks Laa an der Thaya. Bodenkarte 1:75000. 1927. — Bodenkarte des Bauernkammerbezirks Schwechat. 1:75000. 2 H. Erläuterungen. A. Allgemeiner Teil. B. Besonderer Teil. Februar 1928. — Bodenkarte des Bauernkammerbezirks Haag an der Westbahn. Mit 1 Tafel Profile. 1:25000. März 1928. — Bodenkartierung. 7. H.: Bodenkarte des Bauernkammerbezirks Korneuburg. 1:50000. Mit 2 H. Erläuterungen, 1 Tafel Profile. Juni 1928. — Erläuterungen zu den Gemeindebodenkarten des Burgenlandes. Allg. Teil. Beilage: Düngungstabellen. 1930. — Bodenkarte der Gemeinde Rust. 1:10000. Aufg. von L. POZDENA. 1930. — Bodenkarte des Bezirks Mattersburg 1:50000. 1931.

³ TILL, A.: Die Bodenkartierung in Österreich. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 163—166. Bukarest 1924.

leitung zum Kartenlesen (Maßstab, Höhenlinien usw.). 2. Lokalgeographie (Lage, Oberflächengestalt, Geologie und Petrographie, Klima, Pflanzenwelt, Wirtschaftliches). 3. Erläuterung der Bodentypenkarte. 4. Erläuterung der Bodenartenkarte mit den genauen Analyseergebnissen. 5. Nutzanwendung hinsichtlich Bodenkultur. Eine beigelegte Karte wird in kurzer Übersicht folgendermaßen erläutert: Für die Gliederung der Bodentypen kommen in Betracht 1. die ortständige Verwitterung (der allgemein herrschende zonale Verwitterungstypus ist die Braunerde, die dem Muttergestein entsprechend mehrere Modifikationen aufweist; doch ist ihr Profil durch Umlagerungsvorgänge und die Bodenkultur mehr oder minder gestört. Ortstypen bilden: Podsol unter Fichtenwald, Bergwiesenböden und Gleiböden (dazu kommt fossile Roterde). 2. Die Muttergesteine (den größten Einfluß auf die Bodenbildung üben einerseits die festen kristallinen Gesteine des Grundgebirges, darin mit Besonderheiten die kalkigen Gesteine, andererseits die tertiären Blocklehme mit sandigem oder Kalkgeröll führenden Abarten aus). 3. Die Umlagerung (Abtragung bedingt durch Flächenspülung = Denudation) und die Erosion in den Tälern. Stoffzufuhr zeigen die pluviatilen Kolluvien, die fluviatilen Ablagerungen in breiteren Tälern und die Schotterkegel der früheren Wildbäche. Außerdem sind die in langsamen Abwärtsbewegungen befindlichen Senkböden angegeben.

Durch das verschiedenartige Zusammenwirken der gesamten Bodenbildungsfaktoren sind folgende Typen gebildet: I. Ohne Profil. 1. Denudationsskelettböden des Kristallins. Flachgründige, schuttige, überaus arme Ackerböden auf den schmalen Bergrücken. Untertypus auf Kalkphyllit. 2. Erosionsböden des Kristallins. Waldbedeckter humoser Schutt, stellenweise kahler Fels der engen Schluchten. Untertypus auf Marmor oder Kalkphyllit. 3. Fluviatiler Schwemmboden. Sandig-tonig geschichteter humoser Wiesenboden. Untertypus im Gebiet des Blocklehms, schwerer geröllreicher Weideboden. 4. Wildbachablagerungen, z. T. mit Wald bestandene, z. T. noch vegetationslose Sand-, Schutt- und Geröllablagerungen mit wenig Feinerde. II. Braunerdeprofile, gestört. 1. Böden mit steter Denudation, Ausschwemmung der Feinerde, gelegentlich Abtrag größerer Teile des Verwitterungsbodens, auf Kristallin. Sandiglehmige, ziemlich flachgründige und flachkrumige Ackerböden. Untertypus auf Kalkphyllit. 2. Wie 1 auf tertiärem Blocklehm. Lehmige, tiefgründige, aber nicht flachkrumige Ackerböden mit Untertypen auf Sand oder auf kalkführendem Blocklehm. 3. Mischböden auf Kristallin. Der ortständige Boden erhält fortgesetzt Stoffzufuhr von den höheren Geländelagen, daher Verwitterungsboden + Kolluvium. Lehmige bis tonig-schuttige, humose braune Waldböden, seltener Ackerböden, der tieferen Lagen und Talmulden. 4. Wie 3. des Blocklehmgebietes. Schwere Tonböden, z. T. vegetationslos, z. T. Weideland, seltener Ackerböden. Anmoorige Senkböden mit deutlichem Rasenwerfen. III. Ortstypen. 1. Podsol auf Kristallin. Rohhumus-, Bleichsand-, Orterde unter Fichtenwald. 2. Bergwiesenböden auf Kristallin. 3. Gleiböden auf Blocklehm. Tonige sumpfige Wiesenböden.

Die oben aufgeführten einzelnen Bodenkarten sind voneinander nicht unerheblich verschieden. Gemeinsam ist allen trotz zahlreicher Angaben eine klare, leichte Lesbarkeit.

Die Bodenartenkarte der Umgebung von Kirchschatz beschränkt sich in der Hauptsache auf die Bodenarten, die dargestellt mit Farben, Kies, Grus, Sand, leichten sandigen Lehm, mittelschweren und tonigen Lehm, lehmigen und mittleren Ton, kalkigen Sand-Lehm und Tonmergel umfassen. Mit Buchstaben, Zahlen und Zeichen sind kiesig, grusig, lehmig, tonig, schwach humos, humos, eisenschüssig angegeben; die Bodenreaktion ist mit p_H -Zahlen für Wald-, Wiesen- und Acker-

böden getrennt eingetragen, und zwar in Hinsicht auf sehr flachgründig (unter 2 dm), sehr tiefgründig (über 2 m), hochstehendes Grundwasser (dränagebedürftig) und Senkböden (Rutschgebiet). Die Buchstabengröße variiert je nach der Angabe analysierter Probestellen oder geschätzter Bodenflächen. In 15 Profilen, deren Lage auf der Karte eingezeichnet ist, wird die Aufeinanderfolge der Bodenarten mit ihrer Mächtigkeit dargestellt, daneben jedesmal eine allgemeine Kennzeichnung der Lage, besonderer Bodeneigenschaften und der Eignung beigegeben, so zum Beispiel Profil 1: Ausflachendes Ostgehänge 450 m; steinarm, tiefgründig. Gerstenboden. Profil 2: Ziemlich steiler Westhang 470 m, flachgründig und flachkrumig. Haferboden. Profil 4: Bachalluvium, 430 m, frisch. Weizen-, Rübenboden, kleefähig usw. Die Topographie der Karte gibt Höhenschichtlinien mit einzelnen Höhenpunkten, Gehöfte, Berg- und Flurnamen sowie Wasserläufe wieder. Die Erläuterung umfaßt 7 Seiten.

Die Bodenübersichtskarte Zistersdorf unterscheidet sich von derjenigen Kirchschlags dadurch, daß die Böden mit Namen versehen und zugleich ihr Bodenartenprofil (die Bodenschichtung) bei der Erklärung der Farben mit angegeben ist, wie zum Beispiel Steinberg-Tonboden: entkalkt, aber auf Kalksteinuntergrund, schwer. Marchauboden: zumeist entkalkter, mittelschwerer Boden auf Sandgrund. Die Buchstaben und Zeichen fehlen, die Zahlen geben die Nummern der Probestellen an. Die 16 Profile zeigen den Wert als Standort auch figürlich (z. B. beim Rübenboden sind in die Krume Rüben eingezeichnet). Die Erläuterung umfaßt 14 Seiten, davon 6 Seiten Tabellen der Proben mit den Analyseergebnissen, ihrer Kulturfähigkeit und Bonität. Die Topographie enthält einzelne Höhenlinien und Höhenpunkte, Ortschaften, Hauptwege, Wasserläufe.

Die Bodenkarte des Bezirks Ravelsbach bringt mit Farben die Bodentypen zur Darstellung, so z. B. Schwarzerde, verschiedene Braunerden, Rohböden ohne Profil und Wiesentone. Dazu treten mit Buchstaben die Bodenarten in Profilen, mit Zahlen die Profilnummern. Die Topographie beschränkt sich auf Höhenpunkte, Ortschaften, Hauptwege, Eisenbahnen, Wasserläufe, Berg- und Flurnamen. Die Erläuterung von 27 Seiten geht auf Bodentypen, Grundgesteine, landwirtschaftlich wichtige Merkmale und landwirtschaftliche Bodenklassen ein. Profile und einzelne analytische Bestimmungen sind damit verwoben.

Die Bodenkarte des Bezirks Laa hat als Obereinteilung der Böden in farbiger Darstellung den allgemeinen Kalkgehalt (kalkreich, kalkfrei), den Humuszustand (humusarm, humos, humusreich) und die Reaktion (neutral, sauer). Die Unterteilung erfolgt nach den Bodenarten. Mit Zeichen werden Seichtgründigkeit, Kies und Schotter, hochstehendes Grundwasser und Salzböden angegeben. Die 12 Profile am Rande gleichen denen der Zistersdorfer, die Topographie der Ravelsbacher Karte. Die Erläuterung von 32 Seiten gibt ein Regenkärtchen und eine photographische Profilaufnahme wieder. Die Bodeneinteilung der Karte wird in einer Übersicht der landwirtschaftlichen Bodenklassen wiederholt, und dazu der Bodentypus gekennzeichnet.

Blatt Schwechat hat wieder als Obereinteilung die Bodentypen, als Unterteilung die Bodenarten mit Bodenschichtung. Mit Buchstaben sind Kalkschicht, Quarzschotter, Grundwasser, blaue Gifterde und Austauschsäure, mit Zeichen tiefkrumig, seichtkrumig, Quarz- oder Kalksand eingetragen. 18 Profile sind am Rand ohne Figuren vorhanden, die Topographie ist die gleiche der Karte Zistersdorf. Der allgemeine Teil der Erläuterung (15 Seiten) umfaßt die allgemeine Kennzeichnung der Bodenarten und der Bodentypen oder Bodenklassen. An einer Photographie ist die Profilaufnahme erklärt. Der besondere Teil, 24 Seiten, äußert sich über die landwirtschaftlichen Verhältnisse von Schwechat, über das Klima und die Pflanzenwelt, über das Muttergestein, die

Geländeausformung, die Bodentypen (Bodenklassen), Bodenprofile und Bodenanalysen.

Ähnlich ist die Einteilung auf Blatt Haag. Die Bodentypen sind hier: podsolige Braunerden, Braunerden, Schlier-Skelettboden, Schwemmböden der Flüsse, Moorboden. Die Unterteilung der beiden Braunerdegruppen wird nach den Gesteinen vorgenommen, auf denen sie entstanden sind. Mit Buchstabenprofilen sind Bodenart und Gründigkeit, mit *Rh* Rohhumus, mit 5 Austausch-säure, mit Schraffen der Senkboden und mit Zahlen und Kreisen die erläuterten Profile angegeben. Die Topographie ist wie auf Zistersdorf. Eine große Profiltafel gibt 42 Profildarstellungen wieder, die sich durch die besonders sorgfältige Benennung auszeichnen, wie z. B. Waldgrauerde (Podsol) ohne Rohhumus mit verdichtetem Unterboden auf Lößlehm; stark vernäßer Schwemmboden mit rostiger Gleischicht mit Gifterde, Grundwasser in 3—5 dm.

Blatt Korneuburg hat neben der Bodenkarte ebenfalls eine Tafel mit 30 Profilen, die diesmal zur Erleichterung des Aufsuchens die Nummern in buntfarbigen Kreisen zeigen. Die Zeichenerklärung gibt 6 Gruppen an: entkalkt austausch-sauer, entkalkt schwach sauer, entkalkt alkalisch, kalkhaltig humos alkalisch, kalkhaltig seichtkrumig humusarm alkalisch, Schwemmböden kalkig alkalisch. Die Unterteilung wird bei allen durch die Bodenart gegeben. Mit Buchstaben werden Stellen gekennzeichnet, die humusreich sind oder hochstehendes Grundwasser oder Gifterde haben. Die Topographie umfaßt Straßen, Wege, Bahnen, Stationen, Brücken, Kreuzungen, Kirchen, Ziegelöfen, Höhenlinien, Höhenpunkte, Gräben, Bäche. Die Profile sind wieder sehr sorgfältig dargestellt, ihre Benennung wie auf Blatt Haag, z. B. sehr tiefgründiger und tiefkrumiger humusreicher Lehm Boden, Oberkrume kalkiger und etwas humusärmer als die entkalkte Unterkrume, Schwarzerde mit Überlagerung von Gehängelehm; humoser kalkiger Lehm Boden auf Kalkmergel (Kalkhumusboden, humose Rendzina). Der besondere Teil der Erläuterung umfaßt 38 Seiten und enthält Besprechungen des Klimas, der Landschaft und des geologischen Aufbaus, der klimatischen Hauptbodentypen und ein Kapitel über den Einfluß von Grundgestein und Oberflächenform auf die Bodenbeschaffenheit mit 3 Analysen-Tabellen; sodann die wirtschaftlichen Bodenklassen, die landwirtschaftlichen Verhältnisse und die der landwirtschaftlichen Auswertung der Bodenkarte. In einem Anhang wird die Unzulänglichkeit der Schlämmanalyse erörtert. Die analytischen Tabellen bringen Untersuchungen der Konsistenzigenschaften nach ATTERBERG, Schlämmanalysen getrennt nach Boden und Feinboden, Gehalt an CaCO_3 , p_H -Zahl, Charakteristik des Humus nach der Farbe des lufttrockenen Bodens in 3 Graden geschätzt (1—2%, 2—4%, über 4%), das Symbol für die Bodenart und die Einreihung in die landwirtschaftlichen Bodenklassen. Im Kapitel über die landwirtschaftlichen Verhältnisse sind auch Erträge an Nutzpflanzen, allerdings nicht auf die Böden bezogen, mitgeteilt. Bei der landwirtschaftlichen Auswertung kommt es zunächst zu der Einteilung in die Bodenklassen I—VI, die mit den Gruppen der Karte übereinstimmen. Die Unterteilung der Klassen entspricht der der Gruppen, ist also innerhalb dieser nach den Bodenarten vorgenommen. Bei jeder Klasse und Unterklasse ist die Art der Bodenverbesserung und Bearbeitung, sowie auch die Eignung für die verschiedenen Pflanzen, eingehend erläutert. Die besten Böden sind die der Klasse IV, die Ziffern stellen also nicht, wie es sonst meist üblich ist, zugleich eine Bewertung in auf- oder absteigender Reihenfolge dar.

Der allgemeine Teil der Erläuterungen der Bodenkarten des Burgenlandes beginnt (28 Seiten) mit einer genauen Erörterung der neuen Bodenkarten (seit 1929), die jetzt aus der Hauptkarte und einer Oleate bestehen. Die Gemeindegarten haben den Maßstab 1:10000. Die Topographie enthält Höhenlinien in 10 m Abstand,

Höhenpunkte, Wege, Straßen, Eisenbahnlinien, Wassergräben, Bäche, Gehöfte, Waldungen, Riednamen. Es folgt eine Erörterung der Bedeutung von Bodenprofil und Untergrund mit besonderen Abschnitten über die Krumentiefe und den Untergrund. Die Bodenarten sind nach Schwere und Humusgehalt eingeteilt und werden durch die Flächenfarben hervorgehoben. Auf der Oleate, dem Deckblatt, werden Kalkreaktionszustand und Feuchtigkeitsverhältnisse angegeben. Besonders wird dann noch der Ernährungszustand und die Bodenbearbeitung behandelt. Den Schluß bildet eine kurze Anleitung zum Gebrauch der Bodenkarte. Nach dieser wird die Bodenart der Krume durch die Flächenfarbe der Hauptkarte, der Bau des Bodens, insbesondere Gründigkeit, Krumentiefe, Art des Unterbodens und des Grundgesteins durch die am Kartenrand gezeichneten Bodenprofile, der Kalk- und Reaktionszustand der Krume auf dem Deckblatt gefunden. Beigegebene Düngungstabellen enthalten in Zahlen die Doppelzentner, welche an Stallmist, Stickstoff, Phosphor, Kali den einzelnen Böden zukommen. Hierbei sind die Ackerböden nach dem Reaktionszustand gruppiert und nach der Bodenart abgestuft.

Die Karte der Gemeinde Rust hat die Farben mit eingeschriebenen Ziffern für die Bodenarten, Lehm, toniger Lehm, lehmiger Ton, mittelschwerer Ton und nach ihrem Humusgehalt, zur Darstellung der drei Gruppen humusarm, humos, humusreich gewählt. In diese sind mit blauen Schraffen feuchte oder vernäßte Stellen und mit schwarzen Schraffen Untergrundsignaturen eingezeichnet, so daß das Profil die Krume über Untergrund darstellt. Teils ist keine, teils eine, teils sind zwei Untergrundschichten ermittelt. 31, z. T. mit Mächtigkeitsmaßstäben in Dezimetern versehene Profile erläutern am Rande die Überlagerung. Eine durchsichtige Ölpapieroblate, welche über die Karte gedeckt ist, gibt mit Signaturen die Reaktion der Krume in 9 Abstufungen an.

Die Bodenkarte des Bezirkes Mattersburg im Burgenlande hat den Maßstab 1:50 000. Dargestellt sind mit Farben die genetischen Bodentypen: Kalkhumusboden, Schwarzerde, desgl. schwach ausgelaugt, desgl. stark ausgelaugt, Braunerde, desgl. stark ausgelaugt und versauert, Bleierde, Rostschwarzerde und kalkiger Rohboden, saurer Kalkboden, junger kalkhaltiger Schwemmboden (z. T. vernäßt, z. T. anmoorig), junger saurer Schwemmboden (desgl.). Mit Signaturen sind die Grundgesteine eingetragen: Gneis und silikatisches Urgestein, Kalkstein usw. Am Rande stehen einzelne bezifferte Profile mit der Horizontfolge, den Bodenarten und dem Volumenanteil an fester, flüssiger und luftförmiger Masse. Auf einer Karte sind die Bodenarten Sand, Lehm, Ton der Oberkrume angegeben.

Alles in allem liegen hier beachtenswerte Versuche vor, die Bodenkartierung in der Landwirtschaft heimisch zu machen. Die Mittel für die Kartierung sind von der Landwirtschaft selbst, nämlich von den Bauern- und Landwirtschaftskammern, aufgebracht worden.

Im Lande Salzburg ist die Bodenkartierung andere Wege gegangen, worüber B. RAMSAUER mehrfach berichtet hat¹. Seit dem Jahre 1922 besitzt das Land Salzburg ein „Pedologisches Laboratorium des Landesmeliorationsamtes“, welches der Leitung von B. RAMSAUER untersteht. Seine Aufgaben sind folgende: 1. Die kulturtechnische Bodenuntersuchung; 2. die Bodenuntersuchung für land- und

¹ RAMSAUER, B.: Bodenuntersuchung und Bodenkarte des Schulgutes Oberalm, 64 S., mit Bodenschema, Bodenkarte, Profiltafel, Kulturenkarte (diese in Dreifarbendruck), 4 Tabellen von Analysen, 9 Abbildungen und 1 Skizze im Text. Salzburg 1924. — Die Bodenuntersuchung und -kartierung im Lande Salzburg. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 293 u. 294. Bukarest 1924. — Bodenkartierung im Lande Salzburg. Fortsch. Landw. 4, 423—434 (1929).

forstwirtschaftliche Zwecke; 3. die Mitwirkung bei Bonitierung und Taxationen; 4. die Ausarbeitung von Gutsbodenkarten im Maßstabe der Katasterblätter 1:2880 oder 1:2000 mit Erläuterungen, an welchen land- und forstwirtschaftliche Fachleute mitarbeiten; 5. die Verwertung der gesammelten Untersuchungsergebnisse nebst gesonderten Aufnahmen zur Anfertigung einer Bodenkarte des Landes Salzburg im Maßstabe 1:22000.

Als geologische Grundlagen der Felddaufnahmen dienen die Aufnahmen der Geologischen Bundesanstalt in Wien. Dazu werden von den ausführenden Pedologen die Bodenproben entnommen und untersucht. Den Ausgang der Arbeiten bilden Projekte der Entwässerung von Talgründen, deren Untersuchungen auch auf die benachbarten trockenen Freilandgebiete und Wälder ausgedehnt werden. Die Arbeit wurde derartig organisiert, daß für alle Meliorationsprojekte Bodenuntersuchungen durchgeführt bzw. dem Laboratorium Bodensorten zugestellt werden müssen. Bei den kleineren und kleinen Projekten müssen die Wiesenbaumeister Profilproben an das Laboratorium einsenden, während die größeren Aufnahmen von den Pedologen vorgenommen werden. Für die Waldgebiete unterstützen die Förster die Maßnahmen und in den Hochgebirgstteilen helfen interessierte Bergsteiger mit. Eine Karte der Moore des Landes Salzburg hat SCHREIBER ausgeführt. Die Kartierung der Mineralböden gliedert sich in die der Bodentypen und die der Bodenarten. An Typen kommen im Lande Salzburg vor: im Kalkgebiet Skelettböden und profillose Böden, Humuskarbonatböden (Rendzina), Braunerde, podsolige Typen, Podsol, Wiesenpodsole (Gleiböden), Alpenhumus; im Silikatgebiet Skelettböden und profillose Böden, Braunerden, podsolige Typen, Podsol, alpine Humusböden. An Bodenarten sind schwere Ton- und lehmige Tonböden vielfach mit kalkhaltigem Untergrund im Flachgau verbreitet, während die mittleren Böden im übrigen Teil vorherrschen, letztere können im Kalkgebirge auch in schwere Böden übergehen. Die Talsohle der Gebirgsgegenden und auch das Alluvialgebiet der Salzach im Vorlande weisen Sand- und Schotter- bzw. leichte Böden auf.

Zur Darstellung der Typen werden Farben, zur Darstellung der Bodenarten Schraffuren verwendet. Von diesen werden nur die Gruppen schwere, mittlere, leichte und Skelettböden benutzt. Buchstaben oder Beschreibungen auf der Karte werden als störend abgelehnt, dagegen Profildarstellungen in der Legende angegeben. Für Übersichtskarten kommen kombinierte Typenartenkarten in Frage, für den Landwirt gilt allein die Detailkarte oder der Bodenplan im Maßstab 1:2880 oder kleiner. An weiteren Arbeiten sind für die Kennzeichnung der Typen erforderlich: die Klarlegung 1. des Wasser- und Lufthaushaltes und der physikalischen Verwitterung, 2. des Chemismus bzw. der chemischen Verwitterung; ferner das Festhalten des Farbenbildes. Für die Herstellung der Artenkarte genügt die durch Konsistenzbestimmungen, Kalk- und Humusermittlung ergänzte mechanische Bodenanalyse.

Von den Salzburger Spezialarbeiten ist bis jetzt die Bodenkarte des Schulgutes Oberalm im Jahre 1924 veröffentlicht, Maßstab 1:2880, die allerdings den vorstehend erwähnten Grundsätzen aus dem Jahre 1929 noch nicht entspricht. Die Farben sind für die Bodenarten genommen, deren Unterteilung, z. B. sandiger, staubsandiger, steinigsandiger, toniger Lehm, durch Signaturen angegeben wird. Durch schmale schräge Streifen von anderen Farben oder Signaturen wird der Schichtwechsel innerhalb von 1 m Tiefe angegeben, mit Buchstaben die Profile, mit roten Zahlen die Mächtigkeit der Oberschicht. Die Topographie ist der Genauigkeit des Maßstabes angepaßt. Außer einem geologischen Querprofil sind 8 Bodenquer- und 2 Längsprofile auf dem Kartenrand angebracht. Zur Ergänzung dient eine gleich große Karte der Verteilung der Kulturgattungen. Darin sind in roten

Zahlen die Bonität, ferner mit schwarzer Schrift die Eignung zu Roggen-, Kartoffel-, Weizen-, Buchen-, Fichtenboden eingetragen. Rot eingekreist ist ein entwässerungsbedürftiges Stück. Die ausführlichen Erläuterungen behandeln das Geologische, Geographische, Hydrologische, das Klima, die Bodenuntersuchung und ihre Ergebnisse und Praktisches. Die Analysen sind zahlreich, die Korngrößenbestimmungen werden zu einer Dreiecksprojektion benutzt.

Auf der allgemeinen Bodenkarte Europas¹ ist Österreich z. T. von A. TILL, z. T. von B. RAMSAUER dargestellt worden.

Eine Karte der Verteilung der Hauptbodenarten in Deutsch-Österreich hat R. MAYER² für P. KRISCHES Werk über die Bodenkartierung entworfen. Es sind hier folgende Böden zusammengefaßt worden: leichter Boden (Sand- und Schuttboden, auch Auboden an den Flüssen, in den Alpen auch die Gletscher), Heide- und grober Schotterboden, mittlerer Boden (sandiger Lehm, lehmiger Sand), Lehm, Lößboden und Tonboden, günstiger Gebirgsboden (nördl. der Donau auch stark grusiger Lehmboden), ungünstiger Gebirgsboden (ganz unproduktiv), ungünstiger Gebirgsboden (Kalkboden), Moorboden.

Polen.

Die Bodenkartierung entwickelte sich in Polen ungleichmäßig³. Der früher preußische Teil (jetzt Großpolen) besaß die geologisch-agronomische Kartierung der Preußischen Geologischen Landesanstalt im Maßstabe 1:25000, der früher österreichische (jetzt Kleinpolen) außer der gesamtösterreichischen Generalkarte von J. R. LORENZ aus dem Jahre 1868 im Maßstabe 1:3800000 noch eine in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts nach A. ORTHS Vorbild durchgeführte Bodenkartierung, der früher russische Teil (Kongreßpolen) besaß außer Karten der Bodenarten für Güter die Kartierung der Bodenentstehungstypen nach russischer Art mit einem etwas stärkeren geologischen und petrographischen Einschlag in einer Übersichtskarte mit dem Maßstab 1:1500000⁴. Die preußische Aufnahme wird in der gleichen Weise nicht mehr fortgesetzt, dagegen die russische von Warschau, Pulawy, Lemberg aus betrieben, und eine andere Art ist in Posen eingeführt, die nur die Bodenarten darstellt.

Nach einer Mitteilung von W. LOZINSKI ging die Kartierung in Kleinpolen (Galizien) 1890 von CZARNOMSKI aus. Die Polnische Akademie der Wissenschaften in Krakau förderte seine Arbeiten und veröffentlichte sie in dem Organ ihrer physiographischen Kommission. Auf diese Weise wurden das innerkarpathische Becken von Neu-Sandec durch K. MICZYNSKI, die Gegend von Cieszanow im Tieflande durch K. MICZYNSKI und K. MOSZICKI, das Rendzinagebiet um Zloczow durch H. JASINSKI bodenkundlich kartiert. Außerdem erschien eine Reihe von Gutskartierungen als Doktordissertationen. Das System der Aufnahme und Kartendarstellung war dasjenige A. ORTHS und der Preußischen Geologischen Landesanstalt. Diese Arbeiten der CZARNOMSKISCHEN Schule werden als die ersten wissenschaftlichen Anfänge der Bodenkartierung in Polen angesehen.

¹ Allgemeine Bodenkarte Europas. Danzig-Berlin 1927.

² MAYER, ROB.: Die Verteilung der Bodenarten in Deutsch-Österreich. Abb. 48 in P. KRISCHE: Bodenkarten usw., S. 60 u. 61.

³ MIECZYNSKI, T.: Polska. Hauptsächlichliche pedologische Karten und Bücher. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 167. Bukarest 1924.

⁴ MIKLASZEWSKI, S.: Carte pédologique du royaume de Pologne (en 20 couleurs) avec une carte des précipitations atmosphérique (sur papier transparent). Warschau 1907; auch umgearbeitet in: Ernährg. Pflanze Berlin 1916.

Eine geschichtliche Übersicht über die Bodenkartierung in Kongreßpolen hat S. MIKLASZEWSKI¹ gegeben. Im Jahre 1900 wurde die pedologische Abteilung der landwirtschaftlichen Kommission der Gesellschaft für Industrie und Handel, die eine Zweigabteilung der Petersburger Gesellschaft ist, in Warschau gegründet. Sie wandelte sich 1906 in eine landwirtschaftliche Zentralgesellschaft um und schuf das Pedologische Laboratorium zum Studium der Böden Polens. Dasselbe wird von S. MIKLASZEWSKI geleitet, der 1913 das Büro des Bodenatlasses begründete und 1914 mit 20 Mitarbeitern die Bodenaufnahme Polens im Maßstabe 1:200 000 begann, wie es auf der ersten und der zweiten internationalen agrogeologischen Konferenz beschlossen war. Durch den Krieg wurde die Arbeit aber unterbrochen und 1919 die pedologische Sektion unter der Leitung von P. MIECZYNSKI in Pulawy (früher Nowo Alexandria) am dortigen Institut der ländlichen Ökonomie neu geschaffen. Anfänglich hat S. MIKLASZEWSKI pedologische Detailkarten privater Landgüter im Maßstabe 1:5 000 aufgenommen (etwa 50), die auf den Maßstab 1:25 000 reduziert wurden. Auf den Karten wurden die Bodenarten dargestellt. Außerdem wurden Übersichtskarten in Maßstäben von 1:26 000, 1:50 000, 1:126 000, 1:200 000 ausgeführt. Aber bei ihrer Aufnahme ergab sich, daß sie weder einen wissenschaftlich bodenkundlichen noch einen landwirtschaftlichen Zweck hatten und auch keinen baldigen Erfolg zeitigten. Mit großer Schnelligkeit häuften sich nur die Einzelerkenntnisse über die Böden, und zwar besonders in dem Gebiet der alten Gesteine, wo ein starker Bodenwechsel vorhanden ist. Infolgedessen wurde der Wunsch nach einer Übersichtskartierung der gesamten polnischen Böden laut, und zwar einer Übersicht in kleinem Maßstabe zur allgemeinen Orientierung, mit deren Hilfe in großen Zügen die Bodenbildungsbedingungen und ihre besonderen Formen im ganzen Lande festzustellen seien. Doch war deren Voraussetzung die tatsächliche Aufnahme im Freien. Im Jahre 1906 und nochmals 1916 wurde der Plan, nach welchem die Böden in Polen zu studieren seien, entworfen. Die beiden wichtigsten der 16 Punkte dieses Planes waren: 1. Untersuchung und Aufstellung der Bodentypen und ihre Vereinigung zu einer provisorischen Klassifikation. 2. Herstellung einer Bodenkarte in kleinem Maßstabe. Bereits 1907 waren beide Punkte erfüllt. Die erste Übersichtskarte im Maßstabe 1:150 000 wurde mehrfach veröffentlicht, z. T. in Farben, z. T. schwarz, ferner gibt MIKLASZEWSKI 3 Karten von Gesamtpolen aus den Jahren 1921, 1922, 1924 an, welche damals noch nicht veröffentlicht waren, sondern erst 1927 in Gestalt der großen Übersichtskarte Polens im Maßstabe 1:150 000 herauskamen.

Der Schwarzdruck der Karte von 1907 in der Zeitschrift „Die Ernährung der Pflanze“, der auch in P. KRISCHEs Werk über die Bodenkarten aufgenommen worden ist, hat die Einteilung: leichter Sandboden, Bleisandboden, mittlerer Boden günstiger humusreicher Lehmboden (Schwarzerde), günstiger Lehm- und Tonboden, ungünstiger Gebirgsboden, Moorboden, Borowina (Tonboden auf Kalkunterlage). Es liegt hier eine Vermischung der Bodenentstehungstypen mit der Bezeichnungsweise, wie sie von A. MEITZEN für die Bodenkarten nach der preußischen Katasteraufnahme des Jahres 1861 geprägt und von P. KRISCHE für seine Bodenkarten Deutschlands übernommen wurde, vor. Die große Bodenkarte Gesamtpolens von 1927 hat die gleiche Einteilung der Veröffentlichung von 1907, nämlich: I. Podsol, II. podsolig, aber endodynamomorph (Rendzina), III. gemischte Typen a) ehemals Steppe, b) ehemals Sumpf, jetzt podsolig. Die drei Gruppen sind in der Zeichenklärung angegeben. Unter ihrem Obertitel sind die Farben verteilt, bei dem

¹ MIKLASZEWSKI, S.: Etat actuel de la cartographie des sols. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 313—323. Bukarest 1924.

Podsol auf 1. diluviale Sande, 2. kambrische quarzitisches Sande, 3. typische Podsole an Abhängen und mit Glei auf rotem, magerem, sandigem Ton, auch Podsole der Flußplateaus (Diluvial), 4. diluvialer Löß, schwach und stark podsoliert, 5. alluviale, sandige, magere und fette tonige Alluvionen, alluviale Sande, Sümpfe, 6. tertiärer Flysch der Karpathen, sehr oder wenig podsoliert, 7. diluviale Tone von Ciechanow, sehr stark, 8. podsolige diluviale Sandmergel von Dżisna, 9. triasischer Ton des Buntsandsteines, 10. diluvial-triasisch: wenig mächtige Diluvialsande auf Buntsandstein mit stellenweisem Zutagetreten des letzteren, 11. Skelettböden ohne Profil, entwickelt auf primären Muttergesteinen, auf denen die Böden fehlen, dabei hervorgehoben: Karbon. Bei den Rendzinen finden sich 12. kalkige Böden der kretazischen Kalkmergel, schwarz, weiß, gelb. Darin besonders kretazische Sandmergel der Karpathen. 13. Lateritrendzina oder Podsolrendzina auf jurassischem Kalk, 14. Rendzina auf devonischem Marmor, 15. Rendzina auf Triasdolomit, 16. körnige Rendzina auf Tertiär, 17. Gipsrendzina auf Tertiär, 18—21. Sande, Löß, Podsol auf den verschiedenen Rendzinen oder Kalken, Mergel mit Ausbissen von diesen. Bei den Böden gemischter Entstehung sind angegeben: 22. wahre, degradierte Tschernoseme, Podsoltschernoseme auf Diluvium, 23. Schwarzerden ehemaliger Sümpfe, auch Sumpftschernoseme genannt, auf Diluvium, 24. Sumpfschwarzerden, Torfe, Sümpfe. Auf dem Rande der großen Karte sind zwei kleine Karten im Maßstabe 1 : 10 000 000 wiedergegeben, die eine mit Isohyeten und Isothermen nach Angaben des polnischen Wetterdienstes versehen, die andere ist eine schematische Karte der Bodenbildungsregionen. Diese enthält in farbiger Darstellung mit römischen Ziffern: I. schwache Podsolierung, selbst teilweise Degradation der letzteren, II. höhere Stufe der Podsolierung als I, III. höhere Stufe der Podsolierung als II, IV wie III, aber mit Gleichhorizont, Alluvionen, Torfe, Sümpfe (Pripjet), V. stärkere Podsolierung als III und IV, VI. starke klimatische Podsolierung, aber bisweilen ohne Wirkung auf widerstandsfähigen Muttergesteinen, VII. in der Regel starke Podsolierung, stärker als V, die jedoch ebenfalls schwach erscheint, VIII. Gebiete der Tschernoseme, mittlerer, sehr variabler Podsolierung, Degradation der Tschernoseme, Podsolierung des Löß, ehemalige Steppen, IX. Rendzina. Ein Vergleich dieser Karte mit den beiden anderen zeigt, daß es sich hier mehr um eine Zusammenfassung des Beobachteten als um eine Anpassung an das Klimakärtchen handelt.

Es war die Absicht MIKLAŠZEWSKI¹, sich sowohl von der deutschen wie von der russischen Kartierungsweise zu entfernen, denn jene wäre nur auf das Lokale, diese nur auf das Zonale eingestellt. Aber auch die frühere polnische Kartierung mit ihrer alleinigen Unterscheidung der Bodenarten, die keinen genetischen Wert hätten, wäre abzulehnen. Es wäre danach zu trachten, „Bodenindividuen“ darzustellen², die sowohl für die Bodenkunde als Wissenschaft als auch für die praktische Landwirtschaft von Wert seien, und zwar für die praktische Landwirtschaft insofern, als es möglich sein müßte, die Ergebnisse von Versuchen auf solchen „Bodenindividuen“ für alle Gebiete mit den gleichen dieser Art nutzbar zu machen. Trotz dieser Einstellung sei die leitende Idee der polnischen Untersuchungen in der Hauptsache die der russischen naturwissenschaftlichen Schule geworden, aber ein wenig modifiziert und angepaßt an die natürlichen Bedingungen Polens. Es sei das Profil bei der Aufgrabung genau untersucht und danach der genetische Typus festgestellt worden. Allerdings müßte man wissen, daß das Profil sich ändere. Während und nach dem Kriege seien manche Ackerböden in Polen 7 Jahre lang nicht be-

¹ MIKLAŠZEWSKI, S.: *Etat actuel usw.*, a. a. O., S. 316 u. 317.

² MIKLAŠZEWSKI, S.: *Les sols comme individus. Mémoires sur la nomenclature et la classification des sols*, S. 235—244. Helsingfors 1924.

ackert worden. Ihr durch die Kultur verändertes Profil habe sich allmählich wieder in das ursprüngliche zurückgewandelt. Durch den Ackerbau sei der natürliche Zyklus, d. h. eine lange Vegetationsperiode unterbrochen durch einen langen Winter, abgelöst worden, der in Polen durchweg der des gemäßigten Waldes sei. Der Ackerbau führe den Zyklus der Steppe ein, d. h. die Vegetationsperiode im Frühling oder Frühsommer mit Unterbrechung im Spätsommer, neue Vegetationsperiode im Herbst und abermalige Unterbrechung im Winter. Solches schaffe auch künstliche Steppenböden, die sich jedoch nach dem Aufhören des menschlichen Eingriffes schnell wieder in die ursprüngliche Form zurückverwandeln. Eine kleine Übersichtsskizze Polens mit 8 ausgeschiedenen Typen vervollständigt den Inhalt dieser Arbeit in G. MURGOJIS Sammelwerk.

Wie oben erwähnt, wird auch seitens der bodenkundlichen Abteilung des landwirtschaftlichen Institutes in Pulawy unter Leitung von T. MIECZYNSKI¹ eine Kartierung ausgeführt. Darüber berichtet dieser folgendes: In Pulawy werden systematische Untersuchungen auf dem Gebiete der Methodik der Bodenerforschung im Freien ausgeführt. Zunächst werden 1. Vor- oder Marschrutenuntersuchungen allgemeinen Charakters ausgeübt, denen sich 2. detaillierte Untersuchungen anschließen. Zu 1. gehören: a) das Erkennen der Entstehung des Geländes, d. h. die Feststellung der Vorgänge, die ihm die jetzige Form und den jetzigen Charakter verliehen haben; b) das Unterscheiden der auftretenden Muttergesteine und das Festlegen ihrer Grenzen in den Marschrutenlinien; c) das Bestimmen der morphologischen Grundformen der Böden, die sich auf den vorkommenden Muttergesteinen der Hochflächen entwickeln; d) das Bezeichnen des Grundwasserspiegels in den Marschrutenlinien; e) das Eintragen der Grenzen verschiedener Pflanzenarten; f) das Gruppieren der auftretenden Formen der Makroreliefs nach Kategorien; g) das Einteilen des Geländes auf Grund der vorstehenden Punkte in Bodenlandschaften. Die Marschrutenuntersuchungen werden von je einer Marschruteneinheit mittels eines Wagens ausgeführt, zu welcher ein Pedologe, ein Assistent (je nach dem Gelände Geologe oder Botaniker) und zwei Arbeiter gehören. An Geräten werden Spaten, Bohrer, ein Präzisionsaneroid, ein Taschnivellierapparat, ein Schrittzähler, ein photographischer Apparat, ein Binokular, 20—30 Monolithkästen u. a. m. mitgenommen. Die Karte des zu untersuchenden Geländes wird in 2 Stücken mitgeführt. Der Pedologe und sein Assistent führen unabhängig voneinander Tagebücher, die jeden Abend verglichen und vervollständigt werden. Außerdem wird ein Profilbuch angelegt, das Auskunft über Art, absolute Meereshöhe, Lage im Relief, Tiefe des Aufbrausens mit HCl, angenäherte mechanische Zusammensetzung, Tiefe des Grundwasserspiegels, pflanzlichen Charakter, Merkmale der Tiertätigkeit, Kulturzustand, ausführliche Profilbeschreibung, Ortsnamen und wissenschaftliche Benennung des Bodentyps gibt. Jeder Bodenlandschaftsteil wird auf Grund der Beantwortung folgender Fragen definiert: 1. Welche Muttergesteine walten in ihm vor? 2. Welchen allgemeinen Regeln ist ihr Auftreten unterzogen? 3. Welche morphologische Grundform des Bodens entspricht dem gegebenen Muttergestein? 4. Welchen Einfluß haben die Hauptelemente des Reliefs auf die Ausbildung der festgestellten Bodenformen? 5. Welche Formen und welche Entstehung hat das Relief? 6. Welche Rolle spielt das Grundwasser? 7. Welche Rolle spielen die Pflanzen und welcher Art sind sie? Die Laboratoriumsuntersuchungen sollen das Zahlenmaterial für die Kennzeichnung der Bodenbildungsvorgänge liefern (Bauschanalyse, Auszug mit 10proz. Salzsäure, Wasser-

¹ MIECZYNSKI, T.: Zur Methodik der Bodenuntersuchungen im Freien. *Etat de l'étude usw.*, S. 168—173.

auszug, mechanische Analyse für jeden Horizont). Von den wichtigsten morphologischen Typen werden Monolithe genommen.

Die Klassifikation der Böden wird nach 3 Gesichtspunkten vorgenommen, die den morphologischen Bau zur Grundlage haben.

I. Morphologische Typen. a) Akkumulationstypus, z. B. Schwarzerden; b) Fluvialtypus, z. B. podsolartige Böden; c) Gleitypus, z. B. Böden mit hochstehendem Grundwasserspiegel; d) Typus der wenig differenzierten Böden, z. B. Flugsandböden, Mehrzahl der alluvialen Böden.

II. Morphologische Untertypen nach Bau und Eigenschaften des dominierenden Horizontes, z. B. bei dem Akkumulationstypus: Tschernosemböden, Rendzinaböden, Torfböden.

III. Morphologische Klassen nach Art der Ausbildung der anderen Horizonte außer dem dominierenden, wie z. B. degradiertes Tschernosom, humoser Podsol. Die morphologischen Klassen bilden in Verbindung mit den definierten Muttergesteinen Bodenserien.

Die Muttergesteine werden nach der Art ihrer Entstehung als residual, deluvial, illuvial, alluvial, äolisch unterschieden, ferner nach ihrer mechanischen Zusammensetzung, z. B. als degradiertes Tschernosem auf deluvialem Schluffton gekennzeichnet.

Die detaillierten Bodenuntersuchungen, die noch in weiterer Ausbildung begriffen sind, haben das Ziel, einen engeren Zusammenhang zwischen den Landschaftselementen und den auftretenden Bodenformen aufzusuchen, sie sollen außerdem die Feststellung der Grenzen der Veränderung jeder definierten Bodenform ermöglichen. Die Bodenformen treten nicht kontinuierlich, sondern stets komplexartig auf. Die Bodenkomplexe passen sich den minimalen Veränderungen der Bodenfaktoren an (Mikrorelief, Höhe des Grundwassers, lokale Veränderungen der Muttergesteine usw.). Das Relief bedingt das Auftreten verschiedener Bodenkomplexe, die jedoch in kausalem Zusammenhange miteinander stehen. „Solche kausal verbundenen Bodenkomplexe bezeichnen wir als Bodenpartien¹.“ Jeder Landschaftspartie entspricht nicht ein gegebener Boden oder Bodenkomplex, sondern eine oder mehrere Bodenpartien. Es sind folgende Punkte zu beachten: A. 1. Untersuchungen über den Einfluß des Mikroreliefs auf die Veränderung der Bodenformen; 2. Untersuchungen über die Bewegung der Grundwässer und ihren Einfluß auf die Entwicklung der Bodenkomplexe; 3. Untersuchungen über den Einfluß der verschiedenen Eigenschaften und der verschiedenen Genesis der Muttergesteine; 4. Untersuchungen über den Einfluß der menschlichen Arbeit auf den Boden. B. 1. Das Relief reguliert die Boden-Drainage und bedingt die Verteilung der Feuchtigkeit im Boden; 2. das Relief hat großen Einfluß auf die Ausbildung des Bodenklimas; 3. das Relief bedingt die Transportprozesse des Bodenmaterials. C. Während bei den Marschrutenuntersuchungen das Makrorelief betrachtet wird, wird bei den detaillierten Bodenuntersuchungen das Hauptaugenmerk auf das Mikrorelief gerichtet. Mit dem Taschnivellierapparat werden die Kleinformen festgestellt, und bei den Bodenprofilen im Zusammenhange damit die Bodenhorizonte genau gemessen und ihre mechanische Zusammensetzung festgestellt. Auch die Exposition ist zu beachten. Bei Nordexposition können sich auf Lößhängen podsolige Böden, bei Südexposition Braunerden entwickeln. D. Bei Depressionen sind zu beachten: 1. Die absolute und relative Höhe; 2. die Steilheit der Abhänge und ihr allgemeiner Charakter; 3. der geologische Bau der Wölbungen und der Charakter ihres Deckmaterials; 4. die Art der Übergänge der Abhänge in das Taland; 5. ihre

¹ MIECZYNSKI, T.: a. a. O. S. 171.

Entstehung. E. Bei den Feuchtigkeitsverhältnissen hat man es in Felduntersuchungen nur mit dem Grundwasser zu tun; andere Arten der Bodenfeuchtigkeit müssen speziellen und periodischen Untersuchungen überlassen bleiben. 1. Grundwasser in toten; 2. in lebenden Tälern; 3. Grundwasser in diluvialen Plateaus, auch Lößhügeln, Dünenwällen. Die Untersuchungen sollen Antwort auf die folgenden Fragen geben: Ist das Grundwasser bewegt oder unbewegt? Schwankt der Grundwasserspiegel? Welcher Charakter kommt den wasserführenden und den undurchlässigen Schichten zu? Wie ist die chemische Zusammensetzung des Wassers? Auch das zeitliche Auftreten des Grundwassers im Muttergestein muß festgestellt werden, nämlich ob es bei Beginn der Bodenbildung vorhanden war oder erst später eintrat oder nach einiger Zeit verschwand.

Auf Grund aller dieser sehr mannigfaltigen und durchdachten Vorstellungen soll die Bodenkarte nicht nur Auskunft darüber geben, was für ein Boden an einem bestimmten Ort zu finden ist, sondern auch warum er dort ist. Dazu darf man sich nicht nur der klimatischen Daten bedienen, sondern eine gute Bodenkarte muß auch über den geologischen Bau des Geländes, seine Plastik, Tiefe und den Verlauf der Grundwässer, sowie über Auftreten und Entstehung der Muttergesteine unterrichten. Da es unmöglich sein würde, alle diese Daten auf einer Karte zur Darstellung zu bringen, so müssen mehrere ausgeführt werden. Die erste derselben stellt dann eine Muttergesteins- und Reliefkarte dar. Die zweite gibt eine Übersicht über die Bodenformen und den Verlauf der Grundwässer, die dritte über Vegetation und Klima usw. Auskunft. Die Karten müßten in mit Zahlen und Buchstaben versehene Quadranten eingeteilt werden, so daß man sich leicht auf ihnen orientieren und Vergleiche anstellen kann.

An Karten des Instituts von Pulawy ist bisher eine Übersichtskarte der wohynischen und südpolnischen Böden (südliche Hälfte) erschienen¹. Sie hat den Maßstab 1:800000 und die folgende Einteilung: nördliche Tschernoseme auf Löß, degradierte Tschernoseme auf Löß, graue waldige Böden auf Löß, podsolige feinsandige Lehme, podsolige grobsandige Lehme, Podsolböden auf Geschiebelehmen und Verwitterungstonen, sandige und sandig-lehmige Rendzinaböden, Sande (in der Pripetniederung), Sümpfe und Moore (desgleichen), Komplex von degradierten Tschernosemböden und grauen waldigen Böden, Komplex von grauen waldigen Lehmen, angeschwemmten und feinsandigen Lehmen, Komplex von sandigen Lehmen und Sanden. In der Pripetniederung überwiegen die Sande (ohne Bodenbildung), die Sümpfe und Moore, neben welchen noch die podsoligen grobsandigen Lehme hervortreten. Sehr spärlich sind dagegen podsolige, feinsandige Lehme vertreten. In dem sich südlich anschließenden, trockneren Gebiet des Raumes von Luck, Dubno und Rowno überwiegen die Komplexe der degradierten Tschernoseme und grauen waldigen Lehme mit dazwischen liegenden Inseln von nördlichem Tschernosem, die umrandet von degradierten Tschernosemen an Ausdehnung im Süden gewinnen. Zwischen diesen Komplexen und der Pripetniederung sind kleine Streifen der anderen Komplexe eingeschoben, die z. T. auch am Rande einer größeren Rendzinainsel zwischen den Komplexen der degradierten Tschernoseme und der grauen waldigen Böden auftreten.

Wie schon oben erwähnt wurde, wird auch in Lemberg (Dublany) die Bodenkartierung in Anlehnung an die russische Methode betrieben. Sie steht hier unter Leitung von J. ZOLCINSKI. Eine aus dieser Schule stammende Arbeit ist die von J. W. PLONSKI über den Einfluß des Mikroreliefs und verschiedener Boden-

¹ MIECZYNSKI, T.: Wartość użytkowa gleb i gruntów na Wołyniu i na południowym Polesiu. Pulawy 1928.

typen auf die Bildung der mittleren Bestandeshöhe¹. Die Bodenkarte eines Teiles des Forstreviers Marjowka gibt im Maßstabe 1:4000 auf einer topographischen Grundlage mit Höhenschichtlinien von 5 zu 5 m (ansteigend von 0—73,5 m) an Bodentypen graue Waldböden, Skelettböden und humose Karbonatböden und an Untertypen Übergangsböden und Schluchtböden wieder. Die Übergangsböden liegen an Hängen dicht unterhalb der Plateaus, die Schluchtböden auf dem Boden einiger tiefer Risse. Darüber ist mit durchsichtigem Papier eine Karte der Bestandsaufnahme gelegt, und zwar sind Linien gleicher Bestandesmittelhöhen ausgeschieden. Es handelt sich um einen reinen gleichalterigen Buchenbestand auf einer Fläche von 43 ha. Die Mittelhöhen schwanken zwischen 17 und 32 m. Die hohen Zahlen finden sich zumeist in den Schluchten und Tälern, wo die Wasserführung gut ist. Die niedrigen Zahlen befinden sich auf den Plateaus und ihren oberen Hängen, wobei die niedrigsten Zahlen auf einem Hang mit ausgedehntem Auftreten von Skelettböden und dem sich daran anschließenden Plateau mit humosen Karbonatböden liegen. Im Text sind die Ergebnisse dieser wertvollen Kartierung graphisch dargestellt. Danach ist der Verlauf der absoluten Bestandeshöhenzunahme dem des Terrains entgegengesetzt, dagegen stimmt die Linie des wirklichen Kronendaches mit der des Terrains überein. Die durchschnittliche Bestandesmittelhöhe ist in der deluvialen Schlucht 30,50 m, in der eluvialen Schlucht 28,26 m, auf dem Rücken 21,75 m, auf den grauen Waldböden 21,69 m, den Skelettböden 20,70 m, auf den Übergangsböden 20,33 m und auf den humosen Karbonatböden 20,31 m. In einer Tabelle ist der Einfluß der Neigung auf die Bestandeshöhe bei den verschiedenen Bodentypen zahlenmäßig festgestellt. Dabei nimmt die mittlere Bestandeshöhe mit zunehmender Neigung bei allen Bodentypen stark ab, z. B. bei den grauen Waldböden bei einer Neigung von 10% gegenüber dem flachen Gelände um 0,51 m, bei 20% um 1,69 m, bei 30% um 2,90 m, bei 40% um 3,90 m, bei 50% um 7,30 m, bei 60% um 11,80 m. Diese Zahlen sind auch graphisch dargestellt.

Die unter Leitung von F. TERLIKOWSKI stehende Posener Kartierung² hat andere Wege eingeschlagen als die bisher erwähnten. Dargestellt sind auf den Karten nur Bodenarten teils mit, teils ohne Bodenartenprofil; z. B. Sandböden, lehmige Böden, humose Böden mit hohem Grundwasserstand, sandig-lehmige Böden auf Lehmuntergrund (Tiefe bis 50 cm), sandig-lehmige Böden auf tiefem Lehmuntergrund (100—150 cm), sandig-lehmige Böden, Sandböden auf Lehmuntergrund (Tiefe bis 50, von 50—100, von 100—150 cm), gemischte Böden, wenig produktive Sandböden, Dünen (Bodentyp Neutomischl), humose, lehmige Böden (Typ Zbongschin = Kopowitza). Auf den Karten von T. WLOCZEWSKI ist die Einteilung etwas eingehender. Es sind Bodenkarten von Forstrevieren. Die Böden sind hier in Beziehung zu den Bonitäten in Schwappachscher Einteilung gebracht. Allerdings sind die Beziehungen nur textlich, nicht kartenmäßig durchgeführt. Zum Beispiel heißt es in Heft 3: frische Böden auf sandigem Lehm

¹ PLONSKI, J. W.: Über den Einfluß des Mikroreliefs und verschiedener Bodentypen auf die Bildung der mittleren Bestandeshöhe. *Sylvana* 47, 2 (Lwowa (Lemberg) 1929). (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.)

² TERLIKOWSKI, F. u. B. KURYLOWICZ: Materjaly do mapy gleboznawozorolniczej Polski. *Roczniki Nank Rolniczych i Lesnych* 17, 2. Posen 1927. — TERLIKOWSKI, F., B. KURYLOWICZ u. L. KROLIKOWSKI: Ebenda 18, 5. Posen 1927. TERLIKOWSKI, F.; u. L. KROLIKOWSKI: Ebenda 20, 6. Posen 1928. — TERLIKOWSKI, F., M. KWINICHIDZE u. L. KROLIKOWSKI: Ebenda 20, 7. Posen 1928; 21, 8. Posen 1929. — Die bisher genannten Arbeiten haben Karten im Maßstabe 1:100000, die folgenden im Maßstabe 1:25000. — WLOCZEWSKI, T.: Warneki nédliskowe nadlesnictwa Zielonki 1. *Riczniki Nank Rolniczych i Lesnych* 18. Posen 1927. — WLOCZEWSKI, T.: Ebenda 19, 2. Posen 1928; 20, 3. Posen 1928. (Sämtlich polnisch mit deutscher Zusammenfassung.)

(Bonität II), frische, feinkörnige, geschichtete Sandböden (Bonität I/II und III), frische, feinkörnige, geschichtete Sandböden (Bonität II/III), trockene, verschiedenkörnige Sandböden (Bonität III/IV), geschichtete Tonböden mit kohlenstoffreichem Kalk (Bonität I), frische Sandböden auf Tonuntergrund (Bonität III). Hin und wieder werden Moränenlehm und Geschiebelehm sowie auch anmoorige Böden auf Sandglei und dergleichen erwähnt. Im ganzen ist die Kartierung infolge ihrer Beschränkung auf die Bodenarten als primitiv zu bezeichnen.

In einer Arbeit „Beziehungen zwischen ältester Besiedlung, Pflanzenverbreitung und Böden in Ostdeutschland und Polen“ hat W. MAAS¹ die Schwarzerdeflächen in Kujawien und Westpolen mit neolithischen und bronzezeitlichen Funden kartenmäßig verglichen. Die Schwarzerdegebiete waren zumeist bereits in der jüngeren Steinzeit dicht besiedelt, außerhalb von ihnen sind verhältnismäßig wenige Funde gemacht worden. Auch in der späteren Vorzeit bleibt die dichte Besiedlung, wenn auch die Funde wesentlich darüber hinausgehen.

Gegenwärtig ist eine Bodenkartierung der Wojewodschaft Tarnopol in Arbeit, die von den landwirtschaftlichen Referenten eines jeden Bezirksausschusses unter der Leitung von V. LOZINSKI ausgeführt wird. Die Kartierung im Felde geschieht auf Karten im Maßstabe 1:100000. Eine nachherige Veröffentlichung in Form von mindestens einer Übersichtskarte ist vorgesehen.

Rumänien.

Die Bodenkartierung in Rumänien datiert seit der Begründung der Geologischen Landesanstalt im Jahre 1906. An dieser wurde eine agrogeologische Abteilung errichtet, deren Leiter bis zu seinem Tode G. MURGOCI² war, nachdem bereits in den sechziger und siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts JON JONESCU, in den achtziger M. DRAGHICEANU die Herstellung bodenkundlicher Karten Rumäniens angeregt und zu diesem Zwecke viel Material gesammelt und veröffentlicht hatten. Die erste Karte, die tatsächlich herauskam, war eine Isohumosenkarte des Baragan, der Schwarzerdesteppe der östlichen Walachai. Sie wurde nach Analysen von G. MURGOCI und P. ENCULESCU durch den Sammler der Proben, RUSescu, der nationalen Ausstellung von 1906 übergeben. Von Anfang an legt die agrogeologische Abteilung ihren Arbeiten als Leitgedanken die Ergebnisse der russischen naturwissenschaftlichen Schule DOKUTSCHAJEFFS zugrunde. In ihrem Sinne wurden Instruktionen abgefaßt, Vorlesungen und Spezialkurse abgehalten, gemeinsame Exkursionen und dergleichen veranstaltet. Die Aufnahmen im Felde gehen unter der Entnahme von Bodenmonolithen nach russischem Muster vor sich. Ausgerüstet sind die Agrogeologen mit Bohrern, Spaten, Messer, Lupe, Meßband mit Gewicht (um die Brunnen auszuloten), Nivellierinstrument, Buntstiften, Kasten mit Reagentien (besonders einer Salzsäureflasche nach TREITZ) usw.

Das erste Ziel war die Herstellung einer Übersichtskarte Rumäniens im Maßstabe 1:500000, welche in 3—4 Jahren fertig sein sollte. Zunächst mußten aus Mangel an Mitteln die Aufnahmemarbeiten zu Fuß durchgeführt werden und erst später konnten Pferd und Wagen zur Verfügung gestellt werden. Die Erfahrung hat dabei gezeigt, daß man, um den Typus der Böden eines einigermaßen ausgedehnten Gebietes feststellen zu können, zuerst seine Beziehungen zu den Böden der Nachbarschaft studieren muß. Nur nachdem man einen ziemlich großen Teil eines Gebietes gesehen hat, kann man zutreffend die hauptsächlichen Typen

¹ MAAS, W.: Beziehungen zwischen ältester Besiedlung, Pflanzenverbreitung und Böden in Ostdeutschland und Polen. Dtsch. wiss. Z. Polen, Posen, 1928, H. 13.

² MURGOCI, G.: La cartographie des sols en Roumanie. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 181—193. Bukarest 1924.

und ihre Variationen, die Besonderheiten ihrer Verteilung, ihre Beziehungen zur Vegetation, zum Muttergestein, zu den geologischen Formationen und zum Grundwasser herausfinden. Viele Analysen mechanischer und chemischer Art sollten zunächst die Bodenbestimmung im Felde unterstützen, jedoch als wichtiger erwies sich das Studium des Bodenprofils, welches in besonderer Weise durch NABOKICH¹ Bodenbeobachtungsbuch, das in genauen Vordrucken alle feststellbaren Eigenschaften enthält, gefördert und erleichtert wird.

Die erste Bodenkarte Rumäniens wurde 1909 von G. MURGOCI² der 1. internationalen agrogeologischen Konferenz in Budapest vorgelegt. Die Kartierung ist von G. MURGOCI, E. PROTOPOESCU-PAKE und P. ENCULESCU ausgeführt worden und gibt bereits eine recht ins Einzelne gehende Übersicht über die Böden. Die Einteilung benutzt die folgenden Bodentypen: 1. brauner sandig-toniger Boden der trockenen Steppe; 2. kastanienfarbiger tonig-sandiger Boden der trockenen Steppe; 3. schokoladenfarbener Tschernosem der Kraut- und Buschsteppe; 4. gewöhnlicher Tschernosem mit ca. 8% Humus; 5. degradiertes Tschernosem; 6. kastanienfarbiger sandiger Boden ehemaliger Dünen; 7. braunroter Eichenwaldboden; 8. Podsol im Buchen- und Eichenwald; 9. Region mit Wald- und Skelettböden; 10. Terra rossa als Unterboden eines ehemaligen Podsoles auf Kalkstein; 11. Torf und Moorböden; 12. Alkali-, Salzböden, Salzseen; 13. gegenwärtige Flußalluvionen; 14. Sande, Meeres- und Festlandsdünen; 15. Sümpfe; 16. Grenze des Eindringens des Eichenwaldes in die Steppe; 17. südöstliche Buchengrenze; 18. Moräste im unteren Donautal und -delta; 19. Tabakkultur; 20. gute Weingegenden; 21. westliche Grenze des guten Getreidebodens. Die Darstellung dieser Bodentypen und Grenzen ist mit Farben und farbigen Signaturen erfolgt. Die Karte hat den Maßstab 1 : 250000. In einer Ecke der Karte ist eine kleinere klimatologische Skizze Rumäniens angebracht, auf der die jährlichen Durchschnittsniederschläge mit Farbennuancen in Blau angegeben sind, desgleichen sind die Jahresisothermen in Rot, Minima der relativen Feuchtigkeit im Mai bis April bzw. im Juli-August bzw. 2 Minima, das Zusammentreffen des Feuchtigkeitsminimums mit dem Niederschlagsminimum und die Richtung der vorherrschenden Winde wiedergegeben. Die Karte ist durch die eingetragenen Beziehungen zu den Pflanzenvereinen und Nutzpflanzen und durch die Klimaskizze sehr lebendig gestaltet, was durch die gute Farbenwahl unterstützt wird. Die Tabakgebiete finden sich fast sämtlich auf braunroten Eichenwaldböden, dagegen sind die guten Weingegenden auch über podsolige und Steppenböden verteilt. Die Grenze des guten Getreidebodens überschneidet mehrfach die Grenzen zwischen den Steppen und den Waldböden und verläuft z. T. im Podsolgebiet. Eine zweite Auflage der Karte ist der oben erwähnten Arbeit MURGOCIS über die Bodenkartographie 1924 beigegeben worden. Zum Vergleich mit der Bodentypen- und der Klimakarte ist noch eine Skizze der Vegetationsformen nach P. ENCULESCU hinzugefügt, die Klimakarte ist durch 4 Skizzen ergänzt (vorherrschende Windrichtung und ihr Einfluß auf die Verteilung der Feuchtigkeit, Jahresisothermen, Januar-, Juliisothermen). Die Bodentypen werden durch 5 Abbildungen von Kastenprofilen der Haupttypen erläutert. Die Vegetationskarte zeigt die alpine Zone, die des Koniferenwaldes, des Eichenwaldes, die randlichen Übergangsteile der Steppe, die Trockensteppe, die Grenze der Buche, die Flußauen, die Seemarschen und die Kastanienwälder.

¹ NABOKICH, A. J.: I. Cartography of Soils in three phases. II. Pedologische Arbeit im Felde. (Aus dem Russischen übersetzt von A. TILL.) Veröffentlicht von der 5. internationalen bodenkundlichen Kommission. Mem. Inst. Geol. al. Românici 2 (1924).

² MURGOCI, G.: Die Bodenzonen Rumäniens. C. r. I. Conférence intern. d'agrol. Budapest 1909.

G. MURGOCI kündigte in seiner Arbeit über die Bodenzone Rumäniens eine neue größere Übersichtskarte Großrumäniens im Maßstab 1:1 500 000 an, deren Erscheinen er nicht mehr erlebt hat. Sie ist 1927 veröffentlicht¹ worden und besitzt eine ähnliche Einteilung wie die kleinere Karte von 1909, denn es werden unterschieden: hellbrauner sandig-lehmiger Boden, kastanienfarbiger Boden aus der Reihe der Schwarzerden, schokoladenfarbene Schwarzerde, eigentliche Schwarzerde reich an Humus, degradierte Schwarzerde, rötlich-brauner Waldboden mit Flecken von Podsol in Depressionen, Podsol, Podsol und Skelettböden, Skelett- und Torfböden der Hochgebirge, Torfböden und Wiesentorf, Sümpfe, Rendzina auf Kalkstein, Gips oder Mergel, Sanddünen bewegt oder festgelegt, Salzboden und Salzseen, marine Salzablagerungen, Überschwemmungsgebiet der Donau (Plaur), junge Alluvionen nicht überschwemmt. Die Farbenwahl erweist sich sehr zurückhaltend, sie ist nicht mehr so lebhaft wie die der ersten Karte.

Zu einer Spezialkartierung neben der Übersichtskartierung ist die agrogeologische Abteilung nicht übergegangen. Es schien G. MURGOCI die Zeit dazu noch nicht gekommen, denn seiner Ansicht nach mußten erst bedeutendere Erfahrungen gesammelt werden. Er erstrebte daher zunächst die Vergrößerung der Übersichtskarte auf den Maßstab 1:500 000.

Die heutige rumänische Provinz Bessarabien hat während ihrer hundertjährigen Zugehörigkeit zu Rußland ihre eigne bodenkundliche Entwicklung genommen, worüber N. FLOROV² berichtet hat. Die russischen Forscher GROSSOUL-TOLSTOI, DOKUTSCHAJEFF, NABOKICH, PANKOW, KATSCHESKI und FLOROV haben dortselbst gearbeitet, aber die bedeutendsten Studien hat NABOKICH ausgeführt, der ihnen durch die Begründung eines pedologischen Museums in Kischinew einen Mittelpunkt gab.

Die erste Skizze der bessarabischen Böden rührt von GROSSOUL-TOLSTOI³ her. Er unterschied die Zone des Tschernosems, die Zone des tonig-sandigen Tschernosems, die Zone der tonigen Böden mit etwas Kalk und die Zone der tonig-kalkigen Böden. Auch brachte er bereits ihre Verteilung mit dem Klima in Beziehung.

A. J. NABOKICH⁴ hat dann ebenfalls eine Skizze der bessarabischen Böden gebracht. Er unterscheidet: podsolige Böden, sandig oder Sand, mit 0,3—2% Humus; podsolige tonig-sandige Böden, 2—3% Humus; dunkelgraue tonig-sandige Böden, 3—5% Humus; Kutchugour 0—1% Humus; degradiertes Tschernosem, 5—10% Humus; podsolige sandige Böden mit Karbonaten; kastanienfarbiger Tschernosem, 3—5% Humus; Tschernosem, 5—7% Humus; dunkelbraune tonig-sandige Böden, 2—3% Humus; fetter Tschernosem, 7—10% Humus.

Neuerdings hat N. FLOROV⁵ eine Humus- und Bodenkarte der südlichen Hälfte Bessarabiens veröffentlicht. Die Karte im Maßstab 1:3 000 000 zeigt Böden mit

¹ Harta solurilor României. Intocmita de Sect. agrogeol. Inst. Geol. pe baza ridie. fac. de P. ENCULESCU, EM. PROTOPOPESCU-PAKE, TH. SAIDEL vech reg. sub conduc. lui G. MURGOCI (†). Editia 1927.

² FLOROV, N.: Sur les recherches et le musée pédologique de Bessarabie. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 194—199. Bukarest 1924.

³ GROSSOUL-TOLSTOI: Description générale des sols de la Bessarabie. 1858.

⁴ NABOKICH, A. J.: Cartography of soils in three phases. Etat de l'étude usw. S. 208.

⁵ FLOROV, N.: Einige Bemerkungen im Zusammenhang mit den Bodenuntersuchungen in Bessarabien. Bull. Muz. Nation. de ist. nat. din Chisinau 2, 3, 149. Kischinew 1929. — Vgl. auch N. FLOROV: Humus- und Bodenkarte der südlichen Hälfte Bessarabiens. Proc. and Papers of the I. Intern. Congr. of Soil Science 4 (1927). Hierin ist die Bodenkarte im Maßstab 1:1 000 000 aufgeführt. Außerdem enthält die Arbeit eine Bodenkarte des Kodri-Gebietes Bessarabiens im gleichen Maßstabe mit der Einteilung: degradiertes Tschernosem; dunkelgrauer, wenig podsolierter Lehm; dunkelgrauer podsolierter Lehm der Waldsteppe;

1—2% Humusgehalt; Böden mit 2—3% Humus, Tschernosem stark erodierter Bezirke, abgeschwemmte tschernosemartige Böden der Abhänge, Serosem; Tschernosem und Serosem mit 3—4% Humus; Tschernosem mit 4—5% Humus; Tschernosem mit 5—6% Humus; Tschernosem mit 6—7% Humus; halbsumpfige und ein wenig salzige Böden litoraler Bezirke, Flußterrassen und der Überschwemmung ausgesetzter Sand. Dieser Übersichtskarte sind noch 4 Kärtchen im Maßstab 1:20000 von der Farm Kostinjeni angefügt, welche den Humusgehalt im oberen Horizont des Bodens, die Tiefe der Linie, bis zu der das Aufbrausen mit Salzsäure stattfindet, die hypsometrische Karte und die Bodenkarte darstellen. Diese hat 9 verschiedene Typen, nämlich: Tschernosem mit 4,5—4% Humus, mit 4—3,5% Humus, mit einem Gehalt unter 3,5% Humus, degradiertes Tschernosem, dunkelgrauer Podsol-Tschernosem, grauer Tschernosem-Podsol, grauer erodierter Tschernosem-Podsol, die unter dem Einfluß der Grundwässer an Karbonaten angereicherten Böden, Alluvialböden und Tschernosem der Schlucht. Die Kärtchen sollten zu einer vereinigt werden, aber sie mußten in Schwarzdruck und Schraffuren ausgeführt und infolgedessen geteilt wiedergegeben werden. Eine Reihe von Profilen, sowohl Photographien wie Zeichnungen als auch graphische Darstellungen von Analysen ergänzen die Übersichts- und Spezialkarte.

Schweden.

Von den schwedischen Böden hat H. HESSELMAN¹ eine Übersichtsdarstellung verfaßt, in welcher er die bodenbildenden Faktoren, welche die schwedischen Bodentypen gebildet haben, schildert. Das Klima ist ein ausgesprochenes Waldklima. Da die Bodenbildung in erster Linie von der Vegetation abhängt, so sind die Waldböden die hauptsächlich vorkommenden Böden Schwedens. An Waldarten sind auf HESSELMANS Waldkarte im Maßstab 1:1000000 Hochgebirgsregion und alpiner Birkenwald, nördliches Nadelwaldgebiet, südliches Nadelwaldgebiet und Buchenwaldgebiet angegeben. Die beiden Nadelwaldgebiete sind durch die Nordgrenze der Eiche von einander getrennt. Innerhalb der Buchenwaldregion herrscht die Braunerde, innerhalb der Nadelwaldregion der Podsol vor. Dazu kommen die Torfböden, die im südlichen und mittleren Schweden etwa 10% der gesamten Oberfläche, im nördlichen dagegen 30% einnehmen. Im Gegensatz zu Nordwestdeutschland und Jütland ist die Podsolierung in Schweden auf den Sanden schwächer als auf den weniger durchlässigen Böden. Sie ist hier von der Rohhumusdecke, die auf den leicht durchlässigen Sanden mit Kiefernheiden nur unbedeutend ist, abhängig. Größer ist sie auf den feuchteren Moränenböden, auf denen die Fichte einen besser passenden Standort hat und die Zwergsträucher üppiger gedeihen. Selten erreicht die Bleicherde mehr als 10—15 cm Mächtigkeit, die Orterde ist gewöhnlich locker; Ortstein kommt nur ausnahmsweise und lokal, dagegen im hohen Norden häufiger vor. Die Podsolierung ist auch in hohem Grade von der chemischen Beschaffenheit des Untergrundes, vor allem von seinem Kalkgehalt abhängig. Auf kalkhaltigen Böden, besonders an Abhängen, entstehen Mull- und Braunerde, während auf den Plateaus der Kalk-

grauer podsolierter Lehm der Waldsteppe; Komplex der grauen und hellgrauen podsolierten Böden auf Sand und Sandlöß; Komplex des grauen und hellgrauen podsolierten Lehms auf Löß und Tertiärlehm; halbsumpfige und ein wenig salzige Böden litoraler Bezirke, Flußterrassen und der Überschwemmung ausgesetzter Sand; Tschernosem mit 3—4% Humusgehalt (Tschernosem stark erodierter Bezirke, abgeschwemmte tschernosemartige Böden der Abhänge). Von den Karten der Farm Kostinjeni sind drei im Maßstabe 1:17000 mit eingeschriebenen Höhenlinien wiedergegeben.

¹ HESSELMAN, H.: Kartographie der schwedischen Böden. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 233—239. Bukarest 1924.

gehalt ausgewaschen wird und der Podsoltypus infolgedessen allein herrscht. Auf kalkhaltigem Untergrund trifft man bis in den Norden nach Lappland hin an den Abhängen nur Braunerdeprofile an, während sonst das Podsolprofil vorherrscht. Auch die Laubbäume neigen zur Mullbildung, wodurch die Auswaschung des Bodens herabgesetzt wird. Die Lehm Böden bilden in großer Ausdehnung das Ackerland, dieses ist daher mit Böden von „ariderem“ Gepräge, als dem Klima entspricht, ausgestattet, auch sind die Böden zumeist sehr jung. Bei der Kartierung der klimatischen Bodentypen muß man alle diese Momente, wie Vegetation, Gestein, Topographie, menschliche Arbeit und Alter berücksichtigen, so daß die Kartierung auf große Schwierigkeiten stößt und bis 1924 auch kein Versuch zu ihrer Durchführung unternommen worden war.

Erst O. TAMM¹ hat 1927 eine Skizze im Maßstabe 1:1000000 veröffentlicht, welche die vorstehend erörterten Feststellungen HESSELMANS entsprechend der Kleinheit des Maßstabes schematisiert hat. Die Karte ist für die Allgemeine Bodenkarte Europas in 1:1000000 (Danzig und Berlin 1927) verwendet worden.

Die Kartierung der Bodenarten ist seit 1858 von der schwedischen Geologischen Landesanstalt (Sveriges Geologiska Undersökning²) erfolgt. Es wird zu diesem Zwecke von ihr der Gehalt der Bodenarten an Lehm, an Humus, die Mächtigkeit der humosen Schicht und die Korngröße der Sandteile bestimmt. Nach diesen Analysen werden die Bodenarten klassifiziert. Bei der Kartierung, die in großen Maßstäben erfolgt, verschafft sich der Quartärgeologe, dem die Arbeiten übertragen werden, durch Bohrungen eingehende Kenntnis von Lagerungsverhältnissen und Bildungsweise der Bodenarten. Die Proben werden im Laboratorium untersucht und danach ihre Bezeichnung festgestellt. Nach diesen einleitenden Feststellungen wird mit dem 1-m-Bohrer unter Eintragung und Numerierung der Bohrpunkte das Gelände systematisch abgebohrt. Die dadurch gewonnenen Profile der Bodenarten, ihre Lagerung, die Mächtigkeit des Humushorizontes, etwaige Besonderheiten, wie speziell dichte oder besonders lockere Lagerung, Höhe des Grundwasserspiegels, werden ins Tagebuch eingetragen, aus welchen Daten je eine besondere Karte der Kulturschicht und des Unterbodens hergestellt wird. Die Bodenarten werden durch Farben, der Humusgehalt durch Schraffur und Strichelung, ihre Bildungsweise durch Buchstaben gekennzeichnet. Es gibt kombinierte Berg- und Bodenkarten in den Maßstäben 1:50000 (bis 1924 waren 153 veröffentlicht), 1:100000 (davon sind 8 herausgegeben) und 1:200000 (15). Auf diesen Karten sind die Mineralböden eingeteilt in Moränenböden, fluvioglaziale Kies- und Sandbildungen, Schotter, Strandkies, Sand und Lehme in ehemaligen Meeren oder größeren Binnenseen abgelagert, Alluvialsand und Alluviallehme der jetzigen Flüsse, Verwitterungsböden, Kalktuff, Limonit usw. Vielfach erfolgt auch eine weitere Unterteilung, wie z. B. die der Moränenbildungen in blockreiche, sandige, lehmige, sowie auch in Endmoränen und Drumlins. Die organogenen Bodenarten werden in Torfbildungen (mit Hoch- und Niederungsmoor), Gyttja, Kalkgyttja, Muschelkies eingeteilt. Ferner ist eine Anzahl Sonderkarten im Maßstabe 1:100000 von einzelnen Bezirken mit Rücksicht auf die Bodenbehandlung ausgeführt worden. Daran schließen sich Übersichtskarten in kleineren Maßstäben wie die der Ausbreitung des glazialen Lehms im süd-

¹ TAMM, O.: Die klimatischen Bodenregionen in Schweden. Proc. and Papers of the I. Intern. Congr. of Soil Science. Washington 1928. — Auch teilweise veröffentlicht in O. TAMM: Om Brunjorden i Sverige. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskr. 1, 8 (1930).

² Sveriges Geologiska Undersökning. Etat de l'étude usw., S. 241—242. — GAVELIN, A.: Die Karten der S. G. U. Ebenda, S. 243 u. 244. — POST, L. VON: Torfuntersuchungen der S. G. U. Ebenda, S. 245 u. 246.

lichen Schweden (1:1000000), der quartären Meeresablagerungen und des Vorkommens von Kalk und Mergel (1:2000000), von Schwedens Ackerareal (1:1000000) mit Angabe der Verteilung des bebauten Bodens in den verschiedenen Landesteilen, der Meeresablagerungen und der Kalkgebirgsarten, die für den Ackerbau wichtigeren Bodenbezirke im südlichen und mittleren Schweden (1:500000), der Bodenarten des südlichen und mittleren Schwedens (1:300000). In den achtziger und neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts und später wurden auch agrogeologische Spezialkarten einzelner Güter in größeren Maßstäben, wie 1:4000, 1:6000, 1:10000, 1:15000, 1:20000, aufgenommen. Dazu wurden die Profile der Bodenschichten in kleineren Zwischenräumen, ihr Kalkgehalt, die Tiefe der Krume, der Grundwasserstand, die Vegetationsverhältnisse festgestellt. Beispiele¹ dafür sind die Krumen- und Untergrundkarte des Gutes Skattory im Maßstab 1:4000 u. a.

Seit 1917 ist eine systematische Untersuchung über die Größe und Beschaffenheit der Torfvorräte in Schweden ausgeführt worden, die sich der Kartierung im Maßstabe 1:100000 bedient. Eine Übersichtskarte der Torfböden im mittleren und südlichen Schweden hat den Maßstab 1:500000. Die Einzelkarten bringen Angaben über Lage, Areal, Oberflächengestaltung, Neigungsverhältnisse, Bau, gegenwärtige Anwendung, mögliche Ausbeutung. Auch wird zwischen Brenntorfmooren, Torfstreumooeren, Kulturböden usw. unterschieden.

Eine Anzahl bemerkenswerter Karten im Zusammenhange mit Wasserströmungen und im Vergleiche mit Vegetationstypen hat O. TAMM² veröffentlicht. In einer Arbeit über Grundwasserbewegungen und Versumpfungsprozesse, die durch Sauerstoffanalysen des Grundwassers nordschwedischer Moränen erläutert werden, sind zwei Karten im Maßstabe 1:20000 von C. MALMSTRÖM abgedruckt, welche beide als Grundlage eine Bodenkarte mit der Einteilung nach Felsenboden, trockenem Moränenboden, Sumpfboden, Gyttja, Wasser haben. Die eine hat ein Isohypsenetz von 1 m Abstand und außerdem feine Linien für Vegetationsgrenzen, die andere zeigt die Wasserbahnen in den Sumpfböden mit Grundwasserseen (Wasserlinsen), stärkeren Oberflächen- und Grundwasserströmen mit ihrer Stromrichtung, ferner Quellen und Abflußgräben. Dazu hat C. MALMSTRÖM³ eine Reihe sehr bemerkenswerter Profile wiedergegeben.

O. TAMM⁴ hat 1926 je eine geologische Karte der Bodenarten der Versuchsförste von Svartberget und von Kulbäcksliden im Maßstabe 1:20000 veröffentlicht, welche auf einer feinen topographischen Grundlage mit Isohypsen nachstehende Bildungen ausgeschieden zeigen: mächtigen Torf, dünnen Torf auf Sand oder Kies bzw. auf Moräne, Schluff (Silt), dünnen Glazialton mit Geschieben, Glazialton, Sand oder Kies, Grundmoräne an der früheren Meeresgrenze oft fortgewaschen, archaischen Fels (Gneis), felsigen Untergrund. Durch Buchstaben werden außerdem kleine Vorkommen von Ton und Schluff und die Endmoräne angegeben. C. MALMSTRÖM und K. LUNDBLAD haben außerdem Waldtypenkarten

¹ HOLMSTRÖM, L. u. A. LINDSTRÖM: Krumen- und Untergrundkarte mit Niveaukurven der Äcker und Wiesen des Gutes Skattory. Stockholm 1881. — JOHANNSEN, S.: Agrogeologische Karte des Gutes Ultuna, 1:4000. — JOHANNSEN, S. u. G. EKSTRÖM: Agrogeologische Karte des Gutes Valinge. 1:4000. — EKSTRÖM, G.: Agrogeologische Karte des Versuchsfeldes der Centralanstalt för jordbruksversök. 1:2000.

² TAMM, O.: Grundvattenrörelser och försumpningsprocesser belysta genom bestämningar av grundbattnets syrehalt i nordsvenska moräner. Meddel. fr. Statens Skogsförsöksanst. Stockholm 1, 22 (1925).

³ MALMSTRÖM, C.: Några riktlinjer för torrläggning av norrländska torvmarker. Meddel. fr. Statens Skogsförsöksanst. Stockholm 1925, Skogliga rön Nr. 4.

⁴ TAMM, O. u. C. MALMSTRÖM: The experimental forests of Kulbäcksliden and Svartberget in North Sweden. Skogsförsöksanst. Exkursionsledare 11.

aufgenommen, welche den Vergleich zwischen den Bodenarten und den darauf wachsenden Vegetationen ermöglichen.

Eine spätere Arbeit O. TAMMS¹ enthält eine Reihe Karten von Kulbäcksliden und von Rokliden in den Maßstäben 1:3333 bzw. 2000, und zwar sind nebeneinandergestellt die geologische, die Boden- und die Vegetationskarte. Es handelt sich um Gebiete mit Moränen, Sanden und Torf bzw. Eisen- und Humuspodsol mit oder ohne Ortstein und Torfdecke bzw. sphagnumfreie Wälder des Vaccinium- und Dryopteristyps auf Eisenpodsol, sphagnumreiche Moore, Sumpfwälder, Fichtenwälder mit Vaccinium und Dryopteris auf Humuspodsol und Torf. Auch zwischen der geologischen und der Bodenkarte gibt es mancherlei Übereinstimmung.

Eine der ersten Bodenreaktionskarten hat O. ARRHENIUS² veröffentlicht, auf welcher im Maßstabe 1:10000 die Wasserstoffionenexponenten von 5,4—7,9 in Abständen von je 2 zu 2 Zehnteln mit bunten Schraffuren eingetragen sind.

Schweiz.

J. FRÜH³ hat sich 1911 ausführlich über die geologische Landesaufnahme der Schweiz vom Standpunkte der Agrogeologie geäußert. Die Veranlassung gaben dazu die kartographischen Erörterungen auf der 2. Internationalen Agrogeologenkonferenz in Stockholm 1910⁴ und eine Anregung von WALDVOGL⁵ auf der 10. Schweizerischen Landwirtschaftslehrerkonferenz, Bodenkarten nach einheitlichen Grundsätzen herzustellen. J. FRÜH gibt eine Übersicht über die der Geologie verwandten Methoden der Agrogeologie, die in der Feststellung des Bodenprofils einerseits, in der Kartierung andererseits bestehen. Er unterscheidet Bonitätskarten, speziell landwirtschaftliche Bonitätskarten für rein wirtschaftliche Zwecke in großen und kleineren Maßstäben, geologisch-agronomische Karten, darunter allgemeine Bodenkarten wie die russische von W. DOKUTSCHAJEFF, N. SIBIRTZEFF, G. TANFILJEFF und A. FERCHMIN⁶ im Maßstabe 1:2500000 und die geologisch-agronomischen Karten, die sich zu einer Bonitätskarte wie eine geologische Karte zu einer solchen der nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erze verhalten. Hier werden außer den finnischen Plänen und J. KOPECKYS Karte von Welwarn die der preußischen und der württembergischen Geologischen Landesanstalten hervorgehoben, ferner die Karte 1:75000 des Ecsedi Lap von W. GÜLL, A. LIFFA und E. TIMKO⁷ und die von der Kgl. Selskap for Norges Vels jordbuntnsutvalg in Angriff genommenen Bodenkarten Norwegens.

Die schweizerische geologische Landesaufnahme kennzeichnet sich im wesentlichen durch die Herausgabe von Karten und deren Erläuterungen. Die Karten

¹ TAMM, O.: Studier över jordmånstyper och der as förhållande till markens hydrologi i Nordsvenskas skogstorränger. Medd. fr. statens skogsförsöksanstalt 26. 2. Stockholm 1931.

² ARRHENIUS, O.: Försök till bekämpande av betrotbrand. Meddel. Nr. 240 fr. Centralanst. för försöksväsendet på jordbruksområdet. avdeln. för landbruksbot Nr. 26. Stockholm 1923.

³ FRÜH, J.: Unsere geologische Landesaufnahme vom Standpunkte der Agrogeologie. *Eclogae geologicae Helvetiae* 11, Nr. 6, 713—725 (1912).

⁴ Vertr. II intern. Agrogeolog. Konf. Stockholm 1910. Hrsg. von Org. Komitee durch G. ANDERSON und H. HESSELMAN. Stockholm 1911.

⁵ WALDVOGL: Protollkollauszug der X. Landwirtschaftslehrerkonferenz Luzern, 2. Oktober 1909, S. 7.

⁶ Carte du sol de la Russie d'Europe dressée sur l'initiative et d'après le plan de W. DOKUTSCHAJEFF par N. SIBIRTZEFF, G. TANFILJEFF et A. FERCHMIN. 1:2500000. Ministère de l'Agriculture. St. Petersburg 1900.

⁷ GÜLL, W., A. LIFFA u. E. TIMKO: Bodenkarte von Ecsedi Lap. Mitt. kgl. ung. geol. Anst. Budapest 14, 5 (1906).

haben eine exakte topographische Grundlage, dazu Einträge für Wald, Moor oder Sumpf. Sowohl die ganze Dufourkarte 1:100000 ist geologisch koloriert wie auch zahlreiche Spezialkarten in den Maßstäben 1:25000 und 1:50000 auf der Siegfriedkarte. Auf diesen Aufnahmen ist mit der Zeit die Schutt- oder Bodendecke immer eingehender gegliedert worden. Praktisch ist es ebenfalls von Bedeutung, daß an Stelle der rein stratigraphischen Bezeichnung und der Farben mehr die Fazies zur Geltung kamen. Agrogeologisch ist die historisch-geologische Seite der geologischen Karten viel weniger wichtig als die petrographische, weil Natur und Stellung des Gesteins bei der Bodenbildung und dem Wasserhaushalt in erster Linie maßgebend seien. „Es bedeutet für weitere Bezirke wenig bis gar nichts, wenn Pflanzengeographen, Geographen, Forst- und Landwirte, Kulturtechniker in ihren Darstellungen von ‚Tertiärland‘, ‚auf Buntsandstein‘, ‚innerhalb der Kreide‘ usw. sich ausdrücken, um einen Zusammenhang zwischen Boden, Pflanzendecke und Wasserökonomie einerseits und der geologischen Unterlage andererseits hervorzuheben¹.“ Das Gestein sei für den Praktiker das eigentlich Wichtige. Die Gliederung des Schuttes und die petrographischen Faziesunterschiede sind in besonders weitgehender Weise von M. LUGEON², ARN. HEIM und J. OBERHOLZER³, P. ARBENZ⁴ u. a. durchgeführt worden. Schon in älteren Zeiten⁵ wurde oft auf die Zusammenhänge zwischen Gestein, Pflanzenwuchs und Land- und Forstwirtschaft hingewiesen. J. FRÜH vermißt allerdings chemische Gesteins- und noch weit mehr Bodenuntersuchungen in den Kartenerläuterungen. Auch gehe im allgemeinen die petrographische Beschreibung nicht weit genug. Die Dekalkifikation sei nirgendwo so eingehend beschrieben wie von M. E. FOURNIER⁶ im französischen Jura. Mehr sei auf Mischböden, Schuttmassen, Gehängeschutt, Solifluktion geachtet worden. Bildungen, wie Ortstein und Roterde, wurden auch nur selten erwähnt. Den Anfang mit einer agrogeologischen Spezialaufnahme hat W. BANDI⁷ bei der Domäne Rüti gemacht.

HANS BURGER⁸ hat diese Überlegungen von J. FRÜH im Jahre 1924 weiter zu ergänzen versucht. Eine einheitliche Organisation zur Untersuchung und Kartierung der Böden der Schweiz bestand zwar 1924, jedoch gegenwärtig nicht mehr. Veranlaßt durch C. GIRSBERGER und DISERENS wurde eine Kommission zum Zwecke der Gründung einer Spezialabteilung für Bodenuntersuchung und Bodenkartierung eingesetzt, ohne daß aber die Bodenkartierung stärker gefördert werden konnte. Wohl sind für kleinere Gebiete und zu besonderen Zwecken Bodenkarten, so z. B. anlässlich von Güterregulierungen und zu Steuerzwecken ausgearbeitet worden, aber veröffentlicht ist von diesen bisher nichts. Einer allgemeineren und systematischen Bodenkartierung stellen sich in der

¹ FRÜH, J.: vgl. Anmerkung 3 auf S. 352.

² LUGEON, M.: Carte géol. des hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. 15 Schuttarten, 8 petrographische Faziesbezeichnungen. 1:50000. Aufgenommen 1898 bis 1909.

³ HEIM, ARN. u. J. OBERHOLZER: Geologische Karte der Gebirge am Walensee. Beitr. zur geol. Spezialkarte der Schweiz, N. F. 44. (13 Schuttarten, 30—40 petrographische Faziesbezeichnungen.) 1:50000. Aufgenommen 1903—1906.

⁴ ARBENZ, P.: Das Gebirge zwischen Engelberg und Meiringen. Beitr. z. geol. Karte Schweiz, N. F., Lief. 26, Nr. 55 (1911). 1:50000.

⁵ JACCARD, A.: Jura vaudoise. 1869. Darin: Les Terrains sous le rapport agricole. — GILLIÉRON, V.: Monsalvans 1873 (darin Agriculture), Lief. 18 (1885) (géologie appliquée).

⁶ FOURNIER, M. E.: L'interprétation des cartes géologiques au point de vue de l'agriculture. Bull. Services de la carte géol. France, 15, Nr. 9 (Paris 1904).

⁷ BANDI, W.: Der Kulturboden der Domäne Rüti. Jber. landw. Schule Rüti, 16 S., mit Profilen und Analysen, 1909 u. 1910.

⁸ BURGER, H.: Pedologische Studien in der Schweiz. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 101—108.

Schweiz sehr große Schwierigkeiten entgegen, die H. BURGER drastisch beschreibt. Mehr oder weniger gute Grundlagen dafür würden die topographischen Karten, die Katasterpläne 1:500—1:5000, Gemeinübersichtspläne 1:5000—1:10000, die geologischen Karten und Reliefs, die geobotanische Landesaufnahme, Waldkarten, Holzartenkarten, Forsteinrichtungswerke, Anbaukarten landwirtschaftlicher Gewächse, hydrologische Untersuchungen, Klimakarten, Lawinenkarten ergeben, die eine Fülle kartographischen Materials darstellen und für eine Bodenkartierung vortreffliche Vergleichsmöglichkeiten bieten.

Die erste Bodenübersichtskarte der Schweiz ist 1925 von H. JENNY¹ ausgeführt und mit Unterstützung von G. WIEGNER der ersten allgemeinen Bodenkarte Europas 1927 zur Verfügung gestellt worden. Sie unterscheidet 3 Gebiete, in denen Böden mit geringer Umlagerung der Karbonate und Sesquioxide, solche mit starker Umlagerung der Karbonate (Rendzina) und solche mit starker Umlagerung der Sesquioxide (Podsol) angegeben sind. Die Einteilung bevorzugt eine auf chemischer Grundlage ruhende Klassifikation, ist aber auf klimatischer und nicht auf geologischer Basis entstanden. H. JENNY findet, daß die klimatischen Gesichtspunkte interessantere Beziehungen als die geologischen zwischen den Böden erkennen lassen. Zum Vergleich ist die Übersichtskarte der Böden des Kantons Aargau von A. AMSLER² herangezogen worden. Diese geologische Bodenkarte gibt über die Textur der Böden Auskunft, sie zeigt Kies-, Sand-, Tonboden und liefert Aufschluß über Wasserdurchlässigkeit, sie unterrichtet also in erster Linie über die physikalische und mechanische Beschaffenheit der Böden. „Sie ist eine statische Bodenkarte, beschreibt das Beständige, wenig Veränderliche, ist sozusagen das Knochengerüst.“ Anders erweist sich die Klimabodenkarte, der man zunächst nicht ansieht, ob die Böden schwer oder leicht, tiefgründig oder flachgründig sind. Dafür gestattet sie aber einen Einblick in die Verwitterungsvorgänge; sie zeigt, welche chemischen und biologischen Änderungen stattgefunden haben und berührt damit das Problem der Bodenfruchtbarkeit. AMSLERS Karte hat im Jura die Kalkböden ausgeschieden, welche aus den kalkreichen Schichten des oberen weißen Juras aus dem Rogenstein und dem Muschelkalk hervorgegangen sind. Viele dieser Böden haben aber gar keinen Kalk mehr, er ist teilweise oder vollständig ausgewaschen worden, und es haben sich eigenartige, selbständige Bodentypen entwickelt.

Der Ausdruck Kalkböden erweckt beim Landwirt eine unrichtige Vorstellung, weil dieser damit einen hohen Kalkgehalt verbindet. Jedoch müssen die Böden vielfach selbst gekalkt werden, weil sie bereits stark sauer sind. Die klimatische Bodentypenkarte berücksichtigt dagegen die Entwicklungstendenz der Böden und interessiert sich für das Schicksal der Pflanzennährstoffe. Sie ist gewissermaßen als eine Stoffwechsel- oder dynamische Karte zu bezeichnen und nur die Vereinigung beider Gesichtspunkte würde eine ideale Bodenkarte ergeben.

Mehrere Arbeiten, die zwar nur Übersichtsskizzen von Pflanzengesellschaften neben Bodenprofilen enthalten, sich aber dennoch zu kleinen modernen Bodenkarten entwickeln könnten, sind von H. GESSNER und R. SIEGRIST³ veröffentlicht worden.

¹ JENNY, H.: Bemerkungen zur Bodentypenkarte der Schweiz. Landw. Jb. Schweiz 1928, 379—384.

² AMSLER, A.: Übersichtskarte der Böden des Kantons Aargau. Aarg. landw. Winterschule. Brugg 1925.

³ GESSNER, H. u. R. SIEGRIST: Bodenbildung, Besiedlung und Sukzession der Pflanzengesellschaften auf den Aareterrassen. Mitt. Aargauische naturf. Ges. 17, 87—141 (1925). — SIEGRIST, R. u. H. GESSNER: Über die Auen des Tessinflusses, eine Studie über die Zusammenhänge der Bodenbildung und der Sukzession der Pflanzengesellschaften. Festschr. C. SCHRÖTER. Veröff. Geobotan. Inst. Rübel in Zürich 1925.

Spanien.

M. FAURA I SANS¹ berichtet in G. MURGOCIS *Etat de l'étude et de la cartographie des sols über die Bodenkartierung in Katalonien*. Schon 1869 hatte die Deputation von Barcelona die Herstellung einer geologischen Karte, welche die Zusammensetzung der Böden erkennen lassen sollte, an den französischen Geologen J. MOULIN in Auftrag gegeben. Aber der vorzeitige Tod MOULINS verhinderte ihre Fertigstellung². Im Museum des geologischen Dienstes von Katalonien bewahrt man noch eine Skizze dieses Anfanges der Kartierung im Maßstabe von 1:100 000 und viele wertvolle Feststellungen geologischer und agronomischer Art auf. Später wurde der Geologe JAUME ALMERA von der gleichen Provinzdeputation beauftragt, MOULINS Karte fortzusetzen. 1887 wurde ihr erstes Blatt, Barcelona und Umgebung, im Maßstabe 1:100 000 veröffentlicht, das später auf 1:40 000 vergrößert wurde. Es folgten dann noch 6 weitere Blätter. Der Tod ALMERAS und die Umorganisation der Behörden änderten die Richtung dieses Werkes. Zunächst wurde nunmehr eine topographische Karte Kataloniens in Angriff genommen, und erst 1922 kam man auf die agronomische Kartierung zurück, mit deren Herstellung die höhere Ackerbauschule von Barcelona betraut wurde. Hier war R. CAPDEVILA der aufnehmende Agronom. Die neue Karte, die auf die topographischen Karten im Maßstabe 1:100 000 eingetragen worden ist, wurde auf der Grundlage der gleichzeitig unter Leitung von FAURA I SANS in Arbeit befindlichen geologischen ausgeführt. Sie enthält selbst keine geologischen Feststellungen, sondern man gewinnt solche erst durch Vergleich mit der geologischen Karte. Mit verschiedenen Farben sind auf ihr die hauptsächlichsten Kulturarten dargestellt. Einheitliche und auf kleinem Raume schnell wechselnde Kulturen sind ebenso wie die bewässerten Gebiete und die Stellen der Probeentnahmen zu finden. Jedes Kartenblatt enthält eine Erläuterung, in der neben den agronomischen Beschreibungen der Gegend die Analysen der Bodenproben, ihres Untergrundes und des Wassers, sowie die Bohrverzeichnisse, agronomische Längs- und Querprofile und landwirtschaftliche Statistiken mitgeteilt werden. Zur Zeit des Berichtes von M. FAURA I SANS waren 4 Blätter fertiggestellt.

Für die 1. Allgemeine Bodenkarte Europas im Maßstab 1:10 000 000 wurde der Anteil der Iberischen Halbinsel von P. TREITZ und E. DEL VILLAR³ hergestellt. E. DEL VILLAR⁴ hat hierbei mehrere neue Bodentypen aufgestellt, über die er im Zusammenhange mit der Karte auch später eingehend berichtet hat. Es sind die Trockenwald- und die Calverböden, die außer auf der Iberischen Halbinsel in Europa noch nicht festgestellt worden sind.

Eine Übersicht über die Verteilung der landwirtschaftlichen Hauptbodenarten in Spanien nach der Art der von P. KRISCHE auch in Deutschland und anderen Ländern angegebenen Einteilung hat A. DE ILERA⁵ hergestellt. Es sind leichte, mehr sandige Böden, Mittelböden sandig-lehmiger und lehmig-sandiger Natur und mehr lehmige und tonige Böden, Gebirgsgegenden, Moor- und Torfböden unterschieden.

Tschechoslowakei.

Den Anfang zu einer selbständigen Bodenkartierung in der Tschechoslowakei bildet die Karte des Bezirkes Welwarn, von welcher bereits 1908 ein Teil mit

¹ FAURA I SANS, M.: *Carte agronomique de la Catalogne. Etat de l'étude usw.*, S. 277, 278.

² Eine neue geologische Kartierung spanischer Gebiete wird z. Z. von H. STILLE und R. BRINKMANN-Göttingen durchgeführt.

³ *Proc. and Papers of the I. Int. Congr. of Soil Science Washington 1927.*

⁴ VILLAR, E. DEL: *Espana en el mapa internacional de suelos. Bul. agric. techn. econom. 1927.* — Auch abgedruckt in P. KRISCHE: *Bodenkarten*, S. 84—88. 1928.

⁵ ILERA, A. DE: *Die Verteilung der landwirtschaftlichen Hauptbodenarten in Spanien.* In P. KRISCHE, *Bodenkarten.*

erläuterndem Text, der ganze Bezirk dagegen 1915 erschienen¹ ist. Die Karten waren für kulturtechnische Zwecke von J. KOPECKY und R. JANOTA ausgeführt worden. Sie geben mit Farben die geologischen Formationen in Übersichtsnamen, z. B. Alluvium, Diluvium, Kreideformation, Rotliegendes, Karbon, Urgebirge, wieder. Darauf erhebt sich mit Schraffuren in denselben Farben das petrographische Bodenprofil, und zwar ist mit senkrechten Schraffuren der Untergrund, mit schrägen die Ackerkrume dargestellt. Eine große Zahl von farbigen Profilen — 115 sind es bei der vollständigen Karte — ist auf dem Rand der Karte angebracht. Ihre Nummern finden sich auf dieser selbst wieder und zeigen ihre Lage im Gelände. Die Profile geben mit Ziffern die Mächtigkeit der Ackerkrume und des Untergrundes bis 1,5 m Tiefe, außerdem die Bodenfarben und die petrographischen Beziehungen (Sand, Lehm usw.) an.

Über die allgemeinen Grundlagen ihrer Kartierung haben sich J. KOPECKY² und R. JANOTA³ auf der bodenkundlichen Konferenz in Prag im Jahre 1922 geäußert. Der agronomische Zweck, dem Landwirt in Form von bodenkundlichen Karten ein genaues Bild seines Bodens zu geben, habe die Form der Kartierung in Böhmen, die von der in anderen Ländern abweiche, veranlaßt. Der Landwirt soll im Bereich seines Bodenbesitzes über Ackerkrume und Untergrund unterrichtet werden, ferner über den Gehalt an wichtigen Nährstoffen, die wasserhaltende Kraft, die Luftkapazität, die Porosität und über die Abstammung der Böden. Auf die Karte wird von diesen Feststellungen nur das Profil und die Abstammung des Bodens gebracht. Bei der Untersuchung des Geländes wird in der Richtung gegen seine Neigung vorgegangen. Man ist dabei bestrebt, mit Hilfe des Handbohrers Gebiete von gleicher Bodenbeschaffenheit und gleicher Lagerung festzustellen und abzugrenzen. Diese Gebiete nennt J. KOPECKY Bodentypen. Nach Abgrenzung des Bodentypus wird in der Mitte des Gebietes eine Probegrube stufenweise ausgehoben, um die Bodenlagerung, die Beschaffenheit der einzelnen Bodenschichten festzustellen und Material für die Bodenanalysen zu entnehmen. Die physikalischen und chemischen Untersuchungen werden teils im Felde, und zwar vielfach noch am gleichen Tage, teils später im Laboratorium ausgeführt. Für die späteren Karten hat man sich entschlossen, die Profile nicht ebenfalls bunt, sondern im Schwarzdruck auf die Karte zu bringen, und zwar die Bodenarten in 7 Gruppen: Ton- oder Lettenböden (die schwersten Bodenarten); tonig-lehmige oder sandig-tonige Böden, schwere tonige Lehme (mildere Stufen von schweren, bündigen Böden); sandige tonig-lehmige Böden, tonige Sandböden (verhältnismäßig bündige, sandige Böden); gewöhnliche Lehmböden, tonig-lehmige Sandböden (mittelschwere, etwas krümlige Bodenarten); sandige Lehme, stark lehmige Sande (leicht krümlige lehmige Sandböden); reine Sande oder mit schwachen Beimengungen von Tonteilchen, Lehm oder Humus (lose Sande). Für diese 7 Gruppen sind Liniensysteme eingeführt, deren schräge Stellung immer die Ackerkrume, deren senkrechte den Untergrund, und zwar eventuell in mehreren Schichten angibt. Dazu werden mit Zusätzen an den Linien noch das Vorhandensein von Humus, Kalk und Eisenrost gekennzeichnet.

R. JANOTA bezeichnet die Grundlage der Kartierung als eine agrophysikalische, da es ihr hauptsächlich auf die Ermittlung der physikalischen Eigenschaften an-

¹ KOPECKY, J. u. R. JANOTA: Bodenkarte des Bezirkes Welwarn 1:25000. Prag 1908. — Bodenkarte des Bezirkes Welwarn 1:2000. Arch. naturwiss. Landesdurchf. v. Böhmen 16, Nr. 1 (Prag 1915).

² KOPECKY, J.: Über den Vorgang bei den bodenkundlichen Kartierungsarbeiten in Böhmen. C. r. conf. extraord. (III. intern.) agropédologique à Prague 1922, Prag 1924, 318—324.

³ JANOTA, R.: Einige Erfahrungen auf dem Gebiete der Bodenkartierung. Ebenda, S. 325—335.

komme. Für das Kartieren größerer Bezirke von etwa 200—300 km² eignet sich am besten die Karte von 1:25000, während bei kleineren zum Katastermaßstab von 1:2880 gegriffen wurde. Möglichst sei die Topographie mit Höhenschichtlinien zu verwenden, und der Maßstab der Karte bedinge die Dichte der Bohrlöcher. Als Grundlage der Arbeiten ist eine ausführliche und genaue geologische Karte erforderlich, da sonst die Feststellung der geologischen Zugehörigkeit zu lange aufhalte. Der draußen Arbeitende nimmt die grobe Bodeneinteilung vor, wählt die Bodenproben aus und grenzt im Felde die einzelnen Typen ab. Im Laboratorium wird dann die Einteilung der Bodenarten nach der mechanischen Analyse verbessert. Erst dann wird an das endgültige Abgrenzen der Typen auf der Karte und an deren Herstellung herangetreten. Die Bohrungen sollen senkrecht auf das Geländegefälle angelegt und im Einzelnen so angestellt werden, daß sie die Mächtigkeit aller Lagen zum Ausdruck bringen. Im ebenen Gelände ist die Arbeit leichter, die Bohrungen werden weiter auseinanderliegen, wohingegen das kuptierte Gelände eine größere Dichte verlangt. Um sich aber nicht in Einzelheiten zu verlieren, soll der Aufnehmende im kuptierten Gelände besser ein verallgemeinerndes Verfahren anwenden, bei dem eine kleinere Zahl der Bohrungen ausreicht und ähnliche Bodenarten zu größeren Typen verbunden werden. Im Bezirk Welwarn wurden auf 27 km² 4600 Bohrungen, d. h. eine je 5 ha, im kuptierten Gelände sogar eine je 4 ha ausgeführt. Bei einer dichten Stellung der Bohrungen werden weniger Proben als bei einer weiteren entnommen. Je mehr Proben genommen werden, um so langwieriger fällt die Laboratoriumsarbeit aus, und je mehr Ergebnisse vorhanden sind, desto mehr wird der Vergleich erschwert. „Je eingehender die Untersuchung, um so erschwerter die Arbeit im Felde wie im Laboratorium und beim Zusammenstellen der Karte; das Erscheinen der Karte wird hinausgeschoben und dem Gesamtzwecke wird durch solche Einzelheiten nicht sonderlich gedient. Denn je weniger Ergebnisse, je weniger besondere Typen, um so übersichtlicher und zugänglicher ist die Bodenkarte, um so leichter ist auch der Überblick über die Analysenresultate¹“. Außer der Kartendarstellung nach der Art der Welwarner schlägt R. JANOTA noch eine andere vor, bei welcher der Hauptwert (ausgedrückt durch die Farben) auf die Ackerkrume gelegt wird. Die Bodenschichtung und die geologische Bezeichnung des Ursprungsgesteins werden in die Profile verlegt. Eine derartige Karte würde das für den Landwirt Wichtigste, d. h. die Ackerkrume in ihrer verschiedenen Ausbildung, wiedergeben und das genauere Studium der Einzelheiten auf die Profile beschränken lassen, wodurch die Karte leichter lesbar und leichter verwendbar würde. „Dadurch nähern wir uns schon merklich der Physiognomie des Feldes und emanzipieren uns von der geologischen Karte, die durch verschiedene Farben die Zugehörigkeit der einzelnen Erd- zu den Bergarten des Untergrundes darstellt, uns sie also in abgedecktem Zustande zeigt, von der uns wichtigsten oberen krümligen Schichte entblößt. Demgegenüber drückt die pedologische Karte gerade die Erdoberfläche, die Grundlage und den Träger der Kulturpflanzen, aus²“.

J. KOPECKY und J. SPIRHZANZ³ haben 1924 über den Fortschritt der Kartierungsarbeiten in der Tschechoslowakei, und zwar besonders in Böhmen berichtet. Gleiches hat V. NOVÁK für Mähren⁴ getan. Bei Errichtung des tschechoslowakischen Staates wurde der Entschluß gefaßt, die Bodenkartierung in der Art, wie sie KOPECKY durch die Aufnahme von Welwarn begonnen hatte, allgemein durch-

¹ JANOTA, R.: a. a. O., S. 328. ² JANOTA, R.: a. a. O., S. 335.

³ KOPECKY, J. u. J. SPIRHZANZ: Pedologische Kartierung in der tschechoslowakischen Republik. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 25—32. Bukarest 1924.

⁴ NOVÁK, V.: Bodenuntersuchung im Terrain und Kartographie in Mähren. Ebenda, S. 33—36.

zuführen. Zu dem Zwecke wurden in den Landeszentren Prag, Brünn, Preßburg, Kaschau agropedologische Institute gegründet. Diese gehen einheitlich und planmäßig vor. Die Arbeitsmethoden werden von der „Agropedologischen Kommission beim Verbands der landwirtschaftlichen Versuchsstationen in Prag“ dirigiert, in welcher die verschiedenen Anstalten ihre Vertreter haben. Die Bodenuntersuchung wird in agrophysikalischem Sinne von der Überzeugung ausgehend durchgeführt, daß die Bodenproduktivität in erster Linie eine Funktion des physikalischen Zustandes sei. Die Untersuchungen werden hauptsächlich von Ingenieur-Agronomen mit landwirtschaftlicher Hochschulbildung oder von Absolventen des kulturtechnischen Ingenieurfaches und eventuell solchen des forstwissenschaftlichen Faches ausgeführt. Von diesen wird allseitige Kenntnis der landwirtschaftlichen Wissenschaften und Erfordernisse, ferner der Hydrologie, Geologie, Physik und Chemie verlangt. In jeder Kartierungssektion sind gewöhnlich zwei Fachbeamte, die die Geländeuntersuchung vornehmen, beschäftigt. Dabei geht der Aufnehmende folgendermaßen vor. Er macht sich zunächst mit Hilfe topographischer (1:25 000), geologischer und anderer Karten gründlich mit dem Gelände vertraut, bevor er es nach allen Richtungen kreuz und quer durchstreift, wobei er vorhandene Aufschlüsse zur vorläufigen Erkenntnis der Bodenprofile ausnutzt. Nachdem er auf diese Weise die nötige Übersicht gewonnen hat, geht er zur eigentlichen Untersuchung im Felde über. Dazu werden Bohrungen mit Tellerbohrer und Sondiernadel und freigelegte Gruben benutzt, in welchen die Schichtenlagerung des Profils festgestellt wird. Die Stellen für derartige Aufschlußarbeiten werden entweder mit Rücksicht auf den Arbeitszweck oder nach den Terrainverhältnissen gewählt, so daß sie ein gewisses Netz bilden. Bei größeren Flächen werden die Karten von 1:25 000, bei kleineren die Karten von 1:2880 der Aufnahme zugrunde gelegt, wonach sich dann auch die Dichte der Bohrungen richtet. Bei 1:25 000 ist ihr Abstand in der Regel 200—300 m. Gruben werden in Dimensionen von 150 × 50 cm und bis 150 cm Tiefe geöffnet. Die Seitenwände und eine Stirnwand sind vertikal, die andere Wand wird stufenartig angeschnitten, um den Zutritt und die Probeentnahme zu erleichtern. Über jede Hauptsonde (Grabung), Nebensonde (Bohrung mit Tellerbohrer) und Hilfs-sonde (Bohrung mit Sondiernadel) wird ein Protokoll geführt. Hierzu tritt die Beschreibung der festgestellten Verhältnisse und Erscheinungen im Erdprofil, die, wenn nötig, auch mit Skizzen versehen sind. Es werden festgestellt: der geologische Charakter des Bodens, die Schichtenfolge des Profils und ihre Mächtigkeit, die mechanische Zusammensetzung einzelner Horizonte und deren physikalischer Zustand, der Farbenton bei natürlicher Feuchtigkeit, der Gehalt an Humus, Eisenverbindungen und Kalziumkarbonat. Sodann werden ermittelt: Steinskelette, besondere Erscheinungen, wie Gänge von Tieren, Wurzelröhren, Grundwasserstand unter der Erdoberfläche, Pflanzendecke, allgemeine Bemerkungen über Terrainlage, Exposition, Wasserverhältnisse usw. Die Ausrüstung des Bodenkundlers besteht zu dem Zwecke aus Schaufel, Hacke, einer Garnitur von Bodenbohrern und Sondierstöcken, Apparatur für die Untersuchung mit Salzsäure, Leinwandsäckchen oder Papierdüten für die Erdproben. Zur Vornahme der Handarbeiten sind jeder Sektion 2—3 Tagelöhner zugeteilt. Die an Ort und Stelle mit gleicher Bodenbeschaffenheit und gleicher Lagerung ermittelten Gebiete werden umgrenzt und in die Karte eingetragen. — Die Analysen werden anscheinend nicht mehr mit KOPECKYS Feldlaboratorium, sondern in geschlossenen Anstalten durchgeführt.

Nach der Untersuchung an Ort und Stelle und nach der Vornahme der zahlreichen Analysen im Laboratorium wird die Bodenkarte verfaßt. Mit den Farben wird die geologische Abstammung der Ackerkrume dargestellt. Für Ackerkrume

und Untergrund wird das oben genannte Liniensystem verwendet, durch welches 7 verschiedene Bodenarten unterschieden werden. Ferner werden Humus, Kalkkarbonat, Eisenrost, Schotter, Felsengrund besonders bezeichnet. Die Mächtigkeit der Schichten ist aus den 1,5-m-Profilen ersichtlich, die auf dem Rande der Karte angebracht werden, und deren Lage im Gelände durch Ziffern bezeichnet ist. Die Schraffuren sind nicht mehr wie auf Blatt Welwarn farbig, sondern schwarz.

Der Begleitbericht enthält im allgemeinen folgende Abschnitte: Allgemeine Information über das untersuchte Gebiet im geographischen Sinne, seine Ausdehnung, Geländebeschaffenheit usw.; Beschreibung der geologischen Verhältnisse; Beschreibung der klimatischen und Wasserverhältnisse; Bodenverhältnisse auf Grund der ausgeführten Untersuchungen; Beschreibung der einzelnen Bodentypen nach mechanischer Zusammensetzung, nach physikalischen und chemischen Eigenschaften, nach landwirtschaftlicher Bedeutung und eventueller Andeutung etwaiger Bodenverbesserungen. Bis zum November 1923 waren auf diese Weise einschließlich der beiden Welwarner 34 Karten aufgenommen. In der Slowakei waren vorher einige Blätter von der ungarischen geologischen Anstalt im Maßstabe 1 : 75 000 kartiert.

Mähren ist in der Kartierung seine eigenen Wege gegangen. V. NOVÁK¹ äußert sich dahin, daß die Übersicht über das ganze Land mit Hilfe der vorstehend beschriebenen Detailkartierung erst in ein bis zwei Generationen zu gewinnen sein dürfte. Für wissenschaftliche und praktische Vergleichszwecke bringt sie zur Zeit noch zu wenig. Daher wird für Mähren und Schlesien eine Übersichtskartierung neben der Sonderkartierung geplant. Für deren Feldarbeiten werden die Karten 1 : 75 000 benutzt und für die Darstellung der Ergebnisse diejenigen von 1 : 200 000 verwandt. Darauf werden die Hauptbodentypen nach klimazonalen Grundsätzen dargestellt. Eine erste Skizze dieser Art von Böhmen hatte V. NOVÁK² bereits der Prager Konferenz von 1922 vorgelegt. Auf dieser sind dargestellt: Die jüngsten Böden der Alluvionen (Originalwiesen); Braunerden (nach RAMANN) bzw. braune Waldböden, mäßig gebleicht; Braunerden in den Regionen der degradierten Schwarzerde; Braunerden deutlicher gebleicht, graue Waldböden, evtl. typische Podsole; Aschböden südlicher Gebiete; Gebirgswaldböden mit Rohhumus und Torf. Später hat V. NOVÁK³ die Übersicht auf das ganze Gebiet der Tschechoslowakei ausgedehnt. Auf der „Schematischen Karte der klimazonalen Bodentypen in der Tschechoslowakei“ im Maßstabe 1 : 2 000 000 sind 6 Typen dargestellt, nämlich die Böden der jüngsten Abschwemmungen (Wiesen- und Aueböden), mitteleuropäische Braunerden, stark ausgeprägte Podsolböden bzw. echte Podsole, Steppenschwarzerden (meist degradiert), Rendzinaböden (humuskalkhaltige Böden) und Skelettböden. Die Wiedergabe der Typen ist mit Schraffuren erfolgt. Skelettböden sind in den Randgebirgen Böhmens, den Sudeten und den Karpathen, vorhanden, sie sind rings umgeben von ausgeprägten Podsolen. Steppenschwarzerden treten im Böhmischem Becken bei Prag, der Hanna bei Brünn und in den ehemals ungarischen Teilen des Alfölds, der großen ungarischen Ebene, auf. Um sie herum sind die mitteleuropäischen Braunerden ausgebreitet, deren Einteilung auf der oben erwähnten ersten Skizze Böhmens recht zweckmäßig ist. Rendzinaböden finden sich auf

¹ NOVÁK, V.: a. a. O., S. 34.

² NOVÁK, V.: La cohérence entre le climat et le sol en gard aux types des sols de Bohême. C. r. conf. extr. agr. péd. à Prague 1922, Prag 1924, 346—349. Maßstab der Skizze nicht angegeben.

³ NOVÁK, V.: Schematische Skizze der klimazonalen Bodentypen der tschechoslowakischen Republik. Ann. Tschechoslov. Akad. Landwirtsch. I. A. Prag 1926, 67—76.

den Kalkgebirgen von Böhmen und Mähren, die Böden der jüngsten Anschwemmungen in den Flußtäälern der Elbe und des Alfvölds.

Von veröffentlichten Spezialkartierungen liegen hier die folgenden vor:

1. SPIRHZANZL, J.: Bodenkarte der landwirtschaftlichen Versuchsstationen in Libějovic. Zbornik vyzkumnych ustavu zemedelskych. Svazek 6 (tschechisch mit deutsch). Maßstab 1:6000. Prag 1925.

2. SPIRHZANZL, J.: Bodenkarte des Katastralgebietes der Gemeinde Štěkně bei Strakonitz in Böhmen. Ebenda 11 (tschechisch mit französisch). Maßstab 1:8571. Prag 1925.

3. SPIRHZANZL, J.: Bodenkarte des Katastralgebietes der Gemeinde Waltersdorf bei Gabel in Böhmen. Ebenda 13 (tschechisch mit deutsch). Ohne Maßstab. Prag 1925.

4. NOVÁK, V., J. HRDINA u. L. SMOLIK: Die Durchforschung der Böden des Grundstückes der landwirtschaftlichen Schule in Zdar in Mähren samt nächster Umgebung. Ebenda 14 (tschechisch mit deutsch). Maßstab 1:5000. Prag 1925.

5. NOVÁK, V. u. J. HRDINA: Die Durchforschung der Grundstücke der landwirtschaftlichen Schule in Kravare (Hlucin). Ebenda 24 (tschechisch mit deutsch). Maßstab 1:5000. Prag 1926.

6. NOVÁK, V. u. J. ZVORYKIN: Untersuchung der Böden von Adamov, dem Forstgut der forstlichen Hochschule in Brünn. Bull. de l'école sup. d'agron. (tschechisch mit englisch). Maßstab 1:25000. Brünn 1927.

7. Die Bodenuntersuchung der Grundstücke der Wiesenbauschule in Roznov. — HRDINA, A. J. u. L. SMOLIK: Die Bodenuntersuchung im allgemeinen. — NOVÁK, B. V. u. B. MALAK: Die Durchforschung der Bodenreaktion. Zbornik vyzkumnych ustavu zemedelskych. Svazek 34 (tschechisch mit deutsch). Maßstab 1:2857. Prag 1928.

8. NOVÁK, V.: Die bodenkundliche Durchforschung des Bezirkes Karolinental in Böhmen. Ebenda 42 (tschechisch mit deutsch). Maßstab 1:37500. Prag 1928.

9. SPIRHZANZL, J.: Die Bodenkarte des Bezirkes Brandeis a. d. Elbe. Ebenda 39 (tschechisch mit deutsch). Maßstab 1:37500. Prag 1929.

Mit Ausnahme der Karten 4, 5, 6, 7 und 8 sind die übrigen nach dem Typus der Karte des Bezirkes Welwarn ausgeführt, jedoch sind die Striche für die Profile nicht farbig, sondern schwarz, wodurch die Karten an Übersichtlichkeit gewonnen haben. Die Profile sind in geringerer Anzahl als bei Welwarn aufgetragen. Ihr Fundpunkt auf der Karte ist deutlich und leicht zu finden.

Die Karten von V. NOVÁK und seinen Mitarbeitern (4, 5, 6, 7, 8) sind nach anderen Gesichtspunkten durchgeführt. Nr. 4 zeigt eine Bodeneinteilung nach den folgenden Gruppen: Die jüngsten Wiesenböden auf Alluvialanschwemmungen; schwächer ausgelaugte (podsolierte) Böden auf sekundären Diluvialanschwemmungen; schwächer ausgelaugte (podsolierte) Böden auf primären Gneisverwitterungen; stärker ausgelaugte Böden (Podsölböden) auf sekundären Diluvialanschwemmungen; stärker ausgelaugte Böden (Podsölböden) auf primären Gneisverwitterungen. Die Farben sind so verteilt, daß die Stärke der Podsolierung durch je eine Farbe in zwei Nuancen für die Diluvialablagerungen und die Gneisverwitterung dargestellt wird. Die Bodenprofile sind nur bis 120 cm Tiefe aufgenommen, sonst aber in der gleichen Weise wie auf den anderen Karten dargestellt worden. Die Geologie ist auf die Unterteilung beschränkt. Die Karten haben infolgedessen ganz anderen Charakter. Das mit Schraffuren eingezeichnete Profil erhebt sich hier nicht auf der Grundlage der geologischen Zuteilung des Gesteins, sondern stellt jetzt die Gliederung der Bodenarten im Boden selbst dar.

Auf Karte 5 sind die Farben für die Wirtschaftsweise der Böden (Acker, Wiese, Park) benutzt. Es sind allerjüngste Alluvialanschwemmungen, die sich an den höher gelegenen Stellen von lehmiger, in den Vertiefungen von tonig-lehmiger Zusammensetzung erweisen, aufruhend auf Schotter, der hier und da bis zur Oberfläche durchstößt oder andererseits wieder unter 2,5 m sinkt. Die Bodenbildung hat dreierlei Charakter. Stellenweise handelt es sich um eine einfache geologische Schichtung, welche jedoch im westlichen Teil unter dem Einfluß des von oben her durchsickernden Wassers größtenteils in einen podsoligen Bodentypus verändert wurde. Im östlichen Teil treten unter dem Einflusse aufsteigenden Grundwassers Böden mit Gleihorizontbildung von grünlicher Farbe und unregelmäßiger Eisenfleckenbildung auf. Zu erkennen sind diese drei Typen auf der Karte nicht. Ein besonderes Blatt gibt ein Profil der Bodenschichtung mit eingezeichnetem Grundwasserstande wieder.

Auf Nr. 6 ist die Kartendarstellung wieder ganz anders. Das Forstrevier von Adamov zeigt in geologischer Hinsicht hauptsächlich die Brünner Eruptivmasse, Devon mit Kalkstein, Tonschiefer und Sandstein, jurassische Rudistschichten und Quartär (Diluvium und Alluvium). Darauf hat sich eine mannigfaltige Bodenbildung entwickelt, die durch das stark kuptierte Gelände mit Höhenunterschieden von mehreren hundert Metern noch weiter kompliziert wird. Die Karte unterscheidet 11 Farben und Farbnuancen, die die folgenden 11 Hauptgruppen der Bodeneinteilung bedeuten: Felsen und Trümmer, steinige Böden mit undeutlichem Eluvialprofil; Humuskarbonatböden (Rendzina) auf Eluvium; rotbraune Böden (ausgewaschene Rendzina) auf Abschwemmungen; leicht podsolierte Böden auf Eluvium; mäßig podsolierte, steinige Böden auf den Abhängen mit unvollständig entwickeltem Podsolprofil (auf groben Abschwemmungen); mäßig podsolierte Böden, leicht kiesig, mit vollständig entwickeltem Profil (teils auf Abschwemmungen, teils auf Eluvium); mäßig podsolierte Böden auf diluvialem Lehm; stark podsolierte Böden (typische Podsole) auf der Abschwemmung; sumpfige Podsole mit Gleihorizont; Wiesenböden und Alluvium. Hier ist also wie auf Karte 4 die Haupteinteilung die bodengenetische, aber sie ist entsprechend dem anders gearteten Gebiete wesentlich reichhaltiger als dort. Die geologischen Angaben gehen nicht über einfache Andeutungen hinaus. Die Unterteilung in den 21 Profilen, die nach den 11 Typen gruppiert sind, richtet sich stärker danach. Die Profile gehen nur bis 1 m. Sie tragen diesmal auch mit Buchstaben *A, B, C, G* die Horizontbezeichnung. Eine kleine besondere Karte im Maßstabe von etwa 1 : 75 000 bringt in Schwarzzeichnung die Verteilung von Felsen und Schutt, Eluvium, Deluvium und Alluvium. Dazu ergänzend ist an anderen Stellen ein Querschnitt durch die ganze Karte gegeben, wodurch sie wohl die erste moderne Bodentypenkarte großen Maßstabes in einem Gebirgslande geworden ist und als solche ganz besonders auf die Gebirgsbodenbildung eingestellt ist.

Wieder einen anderen Charakter hat Nr. 8. Hier ist mit 4 Nuancen einer Farbe die Tiefe des Schotterhorizontes in einem Flußalluvium wiedergegeben, und zwar sind für den Schotter die Tiefenstufen bis 30 cm, von 30—80 cm, von 80—120 cm und unter 120 cm gewählt. Darauf sind 18 bis 120 cm tiefe Profile eingetragen, und zwar 1 für die erste, 3 für die zweite, 5 für die dritte, 9 für die vierte Gruppe. Eine zweite Karte im Maßstabe 1 : 3000 gibt in Schwarzzeichnung Werte von 4,5—8 p_H in 7 Gruppen.

Die Kartierungsweise von V. NOVÁK und seinen Mitarbeitern ist anpassungsreich und zeigt die Beherrschung der Darstellungsmöglichkeiten. Die Kartenzeichnung ist sorgfältig und gut.

Neuerdings hat J. SPIRHZANZ¹ auf den offiziellen böhmischen Karten eine Darstellung der genetischen Bodentypen neben der der Bodenarten und Bodenartenprofile ausgeführt. Die Bodenkarte 1:18000 des Katastralgebietes Dolni Ujezd gibt mit 3 Farben Kreideformation, Pleistozän, Holozän an, ferner mit Ziffern die Profile, welche am Rande der Karte dargestellt sind. Daneben gibt ein besonderes Kärtchen im Maßstabe 1:45000 die klimatischen Bodentypen mäßig, mittelstark, stark podsoliert (ausgelaugt) und die aklimatischen Typen Skelettböden, Alluvionen wieder.

Eine Übersichtskarte der Bodenarten der Tschechoslowakei nach Art der deutschen von P. KRISCHE hat R. MAYER² entworfen.

Dem Atlas der tschechoslowakischen Republik ist als Blatt 26³ eine Bodenkarte beigegeben, die aus 3 Teilen von verschiedener Größe besteht. Der größte Teil im Maßstabe 1:125000 ist eine von JOS. KOPECKY und JAR. SPIRHZANZ 1927 ausgeführte pedologische Karte. Der mittlere Teil ist eine Bodentypenkarte von V. NOVÁK aus dem Jahre 1929 im Maßstabe 1:250000. Der dritte Teil stellt eine Karte der Bodenverbesserungen nach dem Stande des Jahres 1928 von J. HORÁK im Maßstabe 1:500000 dar. Die pedologische Karte hat die Einteilung: 1. schwerste Böden (Kreideböden, besonders Mergel; schwere känozoische Tone); 2. schwere Böden (tonige und tonig-lehmige Böden auf algonkischen und silurischen Schichten, rote Böden des Perms, schwere Böden des Kulms in Nordmähren, sandig-tonige känozoische Böden, toniglehmige Böden auf Basalt usw.); 3. mäßig schwere Böden (tonig-glimmerig-lehmige und sandig-lehmige Böden auf Gneis, Glimmerschiefer und Phylliten; Böden auf Trachyt und Andesit; gewöhnliche Lehme); 4. leichte Böden (krümlige sandige Lehme; lehmige und humose Sande; reine und kiesige Sande; steinige, wenig tiefe Böden). Die Obereinteilung ist agrophysikalisch, die Unterteilung petrographisch-geologisch. V. NOVÁKs Karte der Bodentypen bringt Schwarzerden, braune Waldböden, podsolige Böden und Podsole, Humuskarbonatböden, nicht entwickelte Böden auf Alluvionen, Bergböden und Skelettböden, Torfe und Salzböden. Die Karte der Bodenverbesserungen gibt das Ausmaß der Meliorationen in Prozenten des Ackerbodens an. Dasselbe schwankt zwischen 0, 0—1, 1—4, 4—12, 12—20, 20—30 und 30—34,14%. Die drei Karten sind farbig und mit rötlichen Grenzlinien versehen. Die Vergleichsmöglichkeit ist dadurch etwas erschwert, daß die einzelnen Farben naturgemäß auf jeder Karte, obgleich sie dort stets etwas anderes bedeuten, wieder auftreten.

Weitere Übersichtskarten der Tschechoslowakei haben J. SPIRHZANZ⁴ und J. KOPECKY und J. SPIRHZANZ⁵ veröffentlicht. Auf der böhmischen Bodentypenkarte J. SPIRHZANZs sind unterschieden: 1. anmoorige Böden und Moore, 2. junge Alluvionen mit unentwickeltem Profil, 3. Humuskarbonatböden, 4. Schwarzerden und degradierte Schwarzerden, 5. mitteleuropäische Braunerden nach RAMANN, 6. mittelstark podsolierte Böden, 7. stark podsolierte Böden und Bleicherden, 8. Böden der Gebirgslagen.

¹ SPIRHZANZ, J.: Bodenkundliche Durchforschung des Katastralgebietes Dolni Ujezd bei Leitomischl in Böhmen. Sbornik Vyzk. Ust. Zemed. RČS. 62. Prag 1930.

² In P. KRISCHE: Bodenkarten usw., S. 52 u. 53. Berlin 1928.

³ Atlas der tschechoslowakischen Republik. Blatt 26. Boden (tschechisch und französisch).

⁴ SPIRHZANZ, J.: Schematische Karte der Bodentypen in Böhmen. In P. N. SAVITZKIJ, Otscherki potschwennoi geografii Tschechoslowakij. Arb. russ. Nationaluniv. Prag 1930.

⁵ KOPECKY, J. und J. SPIRHZANZ: Übersichtskarte der Bodenarten in der Tschechoslowakischen Republik. Zpravy ryzk. ust. zemed. RČS. 46. Prag 1931.

Die neue Bodenartenkarte in Schwarzdruck von J. KOPECKY und J. SPIR-HANZL benutzt die geologische Karte von J. WOLDŘICH¹ und Moorkarten von H. SCHREIBER, J. DITTRICH und F. SITENSKY. Die Einteilung ist ähnlich wie die genannte im Atlas der ČSR.: schwache, schwere, mittelschwere Bodenarten, gewöhnliche Lehme und Lößlehme, leichtere mürbe sandiglehmige Böden, lehmige Sande und bündige humusreiche Sandböden, leichteste Sande (Flugsand, Geröll), steinreiche seichte Wald- und Gebirgsböden, Moor- und anmoorige Böden, Salzböden, die schwersten Böden sind am dunkelsten dargestellt; je leichter sie werden, desto hellere Schraffen haben sie erhalten. Ferner ist mit Buchstaben das führende Muttergestein angegeben. Der Maßstab ist 1:150 000.

Ungarn.

In Ungarn ist die große Ebene mit ihren Schwarzerden, Sodaböden und Salpeterausblühungen für bodenkundliche Studien geeigneter als für historisch-geologische. Infolgedessen sind die geologischen Karten des Alföldes frühzeitig mit bodenkundlichen Bemerkungen versehen. So hat bereits 1822 F. S. BEUDANT² bei dem absoluten Mangel an Aufschlüssen im Alföld die Sodaseen, die Salpeterausblühungen bei Debreczen und die Flugsande bei Ketzkemét kartiert, mit denen sich später die Agrogeologen befaßten. Nach H. WOLF³ hat ein k. k. Waldbereiter in Berzowa an der Marosch in seiner Eigenschaft als Forst- und Waldtaxator des provisorischen Grundsteuerkatasters während der Jahre 1850—1858 eine Karte für das Statthaltereigebiet von Großwardein entworfen, in welcher er die Schichten des aufgeschwemmten Bodens der Ebene in a) schwarzen Alluvialboden, b) Natron ausscheidenden Boden, c) Flugsand, d) gelben Lehm mit Kalkkonkretionen einteilte. H. WOLF hat von diesen Bildungen den Flugsand und den schweren, schwarzen Alluvialboden mit den Natronausblühungen in seine Übersichtskarte der östlichen Teile Ungarns aufgenommen. Die erste eigentliche Bodenkarte wurde aber erst 1861 von J. SZABÓ⁴ entworfen. B. v. INKEY⁵ berichtet darüber: Diese Bodenkarte der Komitate Békés und Csanad, die im Herzen der großen Tiefebene liegen, hat den Maßstab 1:576 000, sie ist demnach zu klein, um mehr als eine allgemeine Übersicht zu geben. Es sind sechs Bodenarten unterschieden worden, deren ausführliche Kennzeichnung auch hinsichtlich ihres Verhaltens zur Bodenproduktion in der beigegebenen Abhandlung enthalten ist. Darin sind ihre chemischen und mechanischen Eigenschaften, die Bestimmung des spezifischen und Volumgewichts, der Bindigkeit, des Verhaltens zur Feuchtigkeit, der Farbe, der Schrumpfung, der Kali- und Phosphorsäureabsorption, des Glühverlustes mitgeteilt. Ferner werden Laboratoriumsergebnisse mit Rücksicht auf die Fruchtbarkeit der Böden und die möglichen Meliorationen diskutiert. Die Analysen wurden von J. MOLNÁR ausgeführt. Ob bei der Arbeit von J. SZABÓ und J. MOLNÁR über die Böden des Weinbaugebietes von Tokaj⁶ eine Karte beigegeben ist, teilt B. v. INKEY nicht mit. Es werden Lößböden, Nyirok (Roterde), Bimssteintuff, ferner Traßboden, ge-

¹ WOLDŘICH, J.: Geologiska mapa ČSR. 1:750 000. Prag 1927.

² BEUDANT, F. S.: Voyage minéralogique et géologique en Hongrie pendant l'année 1818. 3 Bände mit Atlas. Paris 1822.

³ WOLF, H.: Übersicht der geologischen Verhältnisse des Gebietes im östlichen Teile Ungarns. Jb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 11, 6, 147 (1860).

⁴ SZABÓ, J.: Békés és Csanadmegye. (Geol. viszonyok és talajnemek ismertetése. I. füz.) Pest 1861.

⁵ INKEY, BELA V.: Geschichte der Bodenkunde in Ungarn, S. 10—11. Budapest 1914.

⁶ SZABÓ, J. u. J. MOLNÁR: Die Bodenarten der Tokaj-Hegyalja. Pest 1867.

brannte Erde und Obsidianboden geschildert. Dagegen liegt der Arbeit¹ „Geologische Beschreibung der Komitate Heves und Szolnok“ eine kolorierte geologische Karte im Maßstabe 1 Zoll = 4000 Klafter bei. Auf ihr unterscheidet J. SZABÓ im Diluvium 3 und im Alluvium 5 Bodenarten. Nach diesen Anfängen, die in die gleiche Zeit fallen, in der in Österreich, Preußen, Frankreich ähnliche Bestrebungen vorhanden waren, ist Jahrzehnte hindurch von einer Bodenkartierung in Ungarn nicht mehr die Rede.

Erst 1886 wurde einerseits von dem Direktor der Kgl.-ung. geologischen Anstalt, J. BÖCKH, und andererseits von J. SZABÓ auf die Notwendigkeit einer pedologischen Landesaufnahme im Rahmen der geologischen hingewiesen, und diese wurde 1891 zu einer Tatsache. B. v. INKEY erhielt den Auftrag, die geologisch-agronomischen Aufnahmen in Deutschland zu studieren, und nach seiner Rückkehr kartierte er die Umgebung von Puszta-Szt. Lőrinc². B. v. INKEY und P. TREITZ haben in der Folgezeit eine größere Anzahl von Aufnahmen ausgeführt, die im Literaturverzeichnis zu B. v. INKEYS Geschichte der Bodenkunde in Ungarn genannt werden. Sie schlossen sich im allgemeinen der in Preußen üblichen Kartierungsmethode an, d. h. es wurde der Boden unter Berücksichtigung der geologischen Bildung des Untergrundes nach seiner physikalischen Zusammensetzung und seiner Bindigkeit in Arten gesondert dargestellt, wozu dann Bohrprofile bis zu 2 m Tiefe die vertikale Gliederung erläuterten. Dazu traten die gleichen Laboratoriumsarbeiten wie in Preußen, d. h. die Bestimmung der Korngrößen, des Kalkgehaltes, des Stickstoffes, der Phosphorsäure und einiger physikalischer Eigenschaften.

In der Folgezeit sind dann mehrere agrogeologische Karten im Maßstabe 1 : 75000 erschienen; von diesen sei die Karte der Umgebung von Szeged und Kistelek von P. TREITZ³ des Näheren beschrieben. Die Flächenfarben sind für einzelne Schichten der geologischen Formationen gewählt, und zwar im Diluvium für Löß, im Alluvium für Sand, im Nealluvium für Schlicksand, Überschwemmungsgebiete der Binnenwässer und Wasser. Auf die Farben sind schwarze oder farbige Schraffuren eingetragen, welche in der Hauptsache die Bodenarten Sand, toniger Sand, sandiger Ton, Schlick, Schlicksand, Mergel, Ton, Humus, kalkhaltiger Lehm, sandiger kalkhaltiger Lehm, sandiger Mergel, mergeliger Sand, Wiesenkalk, dann aber auch kulturfähiger Sodaboden, unfruchtbarer Sodaboden und Auswitterung von Sodalz bedeuten. Profile sind auf die mit Farben und Schraffuren sehr bedeckte Karte nicht eingetragen, sie finden sich am Rande derselben, und zwar ist das Profil genau wie bei den Karten der Preußischen Geologischen Landesanstalt unter einer Farben- und Schraffurprobe entwickelt, wobei auch Buchstaben reichlich verwendet sind. Außer den Bodenprofilen ist am unteren Rande in der Gesamtlänge der Karte ein geologischer Schnitt mit besonderer Farbengebung aufgedruckt. In den Erläuterungen heißt es, daß auf dem kartierten Gebiet (von über 1000 km²) ca. 1500 Bohrungen bis 2 m Tiefe ausgeführt seien, von denen 28 am Kartenrande dargestellt worden sind. Chemische Analysen enthält die Erläuterung nicht.

Nach B. v. INKEY⁴ wurde P. TREITZ⁵ um 1900 mit den russischen und rumänischen Bodenforschern bekannt und stellte daraufhin bereits 1901 die klimatischen Bodenzonen Ungarns auf einer Karte dar.

¹ SZABÓ, J.: Hevesmegye földtani, leirása. (Heves és Kielső-Szolnok törv. egy. varm. leirása.) Eger 1868.

² INKEY, BELA v.: Geologisch-agronomische Kartierung von Puszta-Szt. Lőrinc. Mitt. Jb. kgl. ung. geol. Anst. Budapest 10 (1892).

³ TREITZ, P.: Umgebung von Szeged und Kistelek. Mit Erläuterungen. Budapest 1905.

⁴ INKEY, B. v.: Geschichte der Bodenkunde in Ungarn, S. 15.

⁵ TREITZ, P.: Die klimatischen Bodenzonen Ungarns. Földt. Közl. Budapest 31 (1900).

Reisen durch Rumänien und Rußland und die von P. TREITZ angeregte 1. internationale Konferenz für Bodenkunde, welche 1909 in Budapest stattfand, brachten diese neue Richtung in Ungarn mehr zur Geltung. G. LASZLÓ und P. TREITZ¹ berichteten 1924, daß infolge der Konferenz und ihres Beschlusses, in allen Ländern Europas bodenkundliche Übersichtskarten unter Berücksichtigung der zonalen Bodentypen anzulegen, die Übersichtsaufnahmen des ganzen Landes in Angriff genommen wurden. Diese konnten 1916 fertiggestellt und die erste Übersichtskarte im Maßstabe 1 : 3 000 000 1919 gedruckt werden². Auf ihr sind mit Farben 5 Regionen dargestellt, und zwar 2 Regionen des Hoch- und Mittelgebirges (I Region des Nadelwaldes, II Region des Laubwaldes) und 3 Regionen des Hügellandes und der Tiefebene (III Region des gemischten Laubwaldes, IV der künstlichen Steppen, V Region der natürlichen Steppen). Die Region der künstlichen Steppen umfaßt das große und das kleine Alföld, die der natürlichen Steppe (Mezöseg) liegt in Siebenbürgen in der Mitte zwischen den Gebirgen, östlich und südöstlich von Klausenburg. Sie ist ein Hügelland und wird von der Maros durchflossen. Im Text zu der Karte heißt es: Die agronomisch-geologischen Karten haben die Hauptaufgabe, das geologische Bild des kartierten Gebietes wiederzugeben und den petrographischen Charakter der oberen 2 m mächtigen Deckschicht zu veranschaulichen. Die klimazonalen Bodenkarten hingegen haben den einzigen Zweck, das allgemeine Verhältnis, welches zwischen dem Pflanzenwachstum und dem Boden des Standortes herrscht, zum Ausdruck zu bringen. Sie sind nach P. TREITZ reine Bodenkarten. Im ganzen könnten aus einer klimazonalen Bodenkarte folgende Daten entnommen werden: 1. der petrographische Charakter des Muttergesteins, 2. die mechanische Zusammensetzung der pflanzenernährenden Horizonte, 3. die Art der Pflanzenformation, 4. die wichtigsten pflanzenphysiologischen Charaktere des herrschenden Klimas. Gedacht ist solches wohl mehr von einer „klimazonalen“ Spezialkarte, da die Übersichtskarte nur wenig von diesen Daten aufweist. Eindringlich wirkt allerdings bei ihr das Hervorheben der engen Beziehungen zwischen Pflanzenwuchs und Boden, denn es heißt im Text wörtlich: „Den umbildenden Einfluß der Pflanzendecke auf den Boden können wir in dem Satz ausdrücken: Das Klima bedingt die Pflanzendecke, und die Pflanzendecke wandelt ihren Standort, den Boden, um.“ Dem Klima schreibt P. TREITZ also nur eine mittelbare Wirkung zu. Die Einteilung der Böden der verschiedenen Regionen wird sodann ausführlich erörtert. Die Pflanzenformationen sind nur das allgemein beherrschende Prinzip, außerdem gibt es in jeder Region Inundations-, Tal-, Niederungsböden, ferner durch die zersetzende Wirkung von Gasen, die aus dem Erdinnern strömen, entstandene Böden und Ruinenböden (darunter Terra rossa, Laterit). Die Böden, deren Entstehung und Besonderheit P. TREITZ den Gasexhalationen zuschreibt, sind die Salz-, Soda- und Szikböden (von siccus = trocken). Ihr Vorkommen im Alföld hat P. TREITZ³ auf einer besonderen Karte dargestellt. Im Alföld selbst sind hauptsächlich Sand, Flugsand, älterer und jüngerer Löß und in der Nähe der Flüsse Wiesenton als Gesteins- und Bodenart angegeben, Szikböden sind auf Löß und auf Wiesenton vorhanden. Unter den Szikböden gibt es schwarze, graue, weiße, sowie ausblühende und pockennarbige. Die schwarzen haben unter der

¹ LAZLÓ, G. u. P. TREITZ: Stand der Agrogeologie und Pedologie in Ungarn. Etat de l'étude et de la cartographie de sols, S. 121—126. Bukarest 1924.

² TREITZ, P.: Die Bodenregionen im geschichtlichen Ungarn und die Stellung der Hauptbodenarten zu der allgemeinen Bodenklassifikation. Mémoires sur la nomenclature et la classification des sols, S. 185—205. Helsingfors 1924.

³ TREITZ, P.: Verbreitung der Alkaliböden im großen ungarischen Tiefland. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 129—136. Bukarest 1924.

Ackerkrume einen schwarzen, kolloidreichen, im ausgetrockneten Zustande steinharten Horizont, unter dem ein weiterer mit Salzen erfüllter liegt. Die Salze bestehen vorwiegend aus Sulfaten, aus wenig Chloriden und Kalziumkarbonat, neben etwas Soda. Der graue Szik ist ein harter Tonboden, von welchem die Oberkrume abgeschwemmt worden ist. Er steht im Frühjahr unter Wasserbedeckung, die eisenhaltigen Verbindungen erfahren eine Desoxydation, und der Boden bleicht infolgedessen im ganzen Profil aus. Der weiße Szik besteht aus glänzend weißem Quarzsand, der Senken und Wasseradern bedeckt. Er wird vielfach mit Salzeffloreszenzen verwechselt, enthält aber das Salz nur in Spuren. Oft blühen aus den schwarzen und grauen Szikböden Soda oder Salpeter aus. Früher hat man die Ausblühungen gewonnen und das Ausblühen vielfach künstlich verstärkt.

Wieweit diese Erkenntnisse in Spezialkarten verwertet sind, ist aus der Literatur nicht ersichtlich. Gelegentlich einer Tagung der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Budapest im Juli-August 1926 erhielten die Teilnehmer einen mit mehreren Bodenkarten ausgestatteten Führer¹. Die eine Karte im Maßstabe etwa 1:160000 trennt entlang der Bahnlinie Budapest—Ujszasz das Gebiet der braunen Waldböden von dem der Steppe. In beiden Gebieten werden Löß und Sand unterschieden, in dem Gebiet der braunen Waldböden außerdem noch humoser Boden (wohl in Senken) und in dem der Steppe die Szikböden und Alkaliböden (anscheinend auch in Senken). Eine zweite Karte im Maßstabe von etwa 1:1000000, die von Ödenburg im Westen bis Nagykanizsa im Süden und Budapest im Osten reicht, zeigt außer Löß, Sand, Schotter, Torf noch tertiäre Mergel, Dolomit und Kalk, Basalt, Granit, Gneis. In diese sind mit römischen Ziffern die oben genannten Regionen des Nadelwaldes, Buchenwaldes, der gemischten Laubwälder und der künstlichen Steppe eingetragen.

Eine Bodenkarte der zur Stadt Debrecen gehörigen Hortobágy-Puszta im Maßstabe 1:75000 hat den Zusatz „gegründet auf den Salzgehalt des Bodens“, ohne daß dies aus der Erklärung ersichtlich wäre. Auf einer Bodenkarte der Domäne der kgl. ungar. Landwirtschaftlichen Akademie Debrecen sind schwarzer toniger Sand, brauner bindiger Sand, gelber Flugsand unterschieden. Aus zahlreichen am Kartenrande dargestellten Profilen geht hervor, daß das eigentliche Muttergestein der Bodenbildung allgemein der gelbe Flugsand ist.

Eine kleine Karte der Verteilung der Salze auf dem Alkaliland von Békéscsaba stammt von A. A. J. DE 'SIGMOND². Mit 3 Farben wird der Salzgehalt von 0—0,10%, von 0,10—0,25% und von 0,25—0,50% unterschieden, wobei die Bodentiefe bis 120 cm in Betracht gezogen wird.

Ihre Krönung haben die Kartierungsarbeiten durch eine Generalkarte der Bodenregionen Ungarns von P. TREITZ³ im Jahre 1927 erhalten. Auf ihr sind die Bodenregionen mit Farben unterschieden worden, und zwar die Regionen der bleichen Waldböden, der braunen Waldböden, der schwarzen Waldböden und der dunkelbraunen Steppenböden. In die Farben sind mit Schraffuren die Ursprungsgesteine eingeschrieben: Sand, Löß, eisenhaltiger Schotter, Mergel, Kalkstein, Dolomit, Sandstein, Basalt, Trachyt, vulkanischer Tuff, alte Eruptivgesteine, Granit, kristalline Schiefer, und zwar gleichmäßig in den drei erstgenannten Regionen. In der Region der Steppenböden gibt es Sand, Flugsand, Löß, Kalkschotter-Mergel. Ferner werden Böden unterschieden, die in allen vier Regionen vor-

¹ TREITZ, P.: Führer zur Informationsreise. Publ. kgl. ungar. Geol. Anst. Budapest 1926.

² 'SIGMOND, A. A. J. DE: Contribution to the theory of the origin of alkali soils. Soil Sci. 21, Nr. 6, 455—475 (1926).

³ TREITZ, P.: General map of the Soil-Regions of Hungaria. Publ. R. H. geol. survey Budapest 1927.

kommen, nämlich alluviale Böden, Torfböden, Wiesenton, Alkaliböden, periodische Alkaliseen. Die Karte hat den Maßstab 1:1000000. Sie gibt mit einfachen Mitteln eine wirkungsvolle und recht ins Einzelne gehende Übersicht.

USSR. Rußland.

Über die Kartographie der Böden in Rußland hat sich zusammenfassend L. J. PRASSOLOV¹ geäußert.

Der Anfang der Bodenkartierung in Rußland fällt mit dem Katasterwerk der vierziger Jahre des vorigen Jahrhunderts zusammen. Die erste Bodenkarte des früheren europäischen Rußlands, basiert auf verschiedenen Umfragen und sonstigen Materialien und ist 1851 von K. S. WESELOWSKI², dem damaligen beständigen Sekretar der Akademie der Wissenschaften, herausgegeben worden. Die Bedeutung dieses ersten Versuches einer Bodenkartierung mag klar aus der Tatsache ersehen werden, daß die Karte bis zum Beginn der Arbeit W. DOKUTSCHAJEFFS in den siebziger Jahren des 19. Jahrhunderts viermal neu gedruckt worden ist. DOKUTSCHAJEFF selbst nahm an den Vorbereitungen zur letzten Ausgabe 1879 teil.

Die dann einsetzende neue Zeit der Bodenkartierung war mit praktischen, öffentlichen Problemen verbunden, so z. B. der Landbewertung, mit welcher die Semstvos durch den Staat beauftragt wurden. Im Gouvernement Nischni-Nowgorod wurde eine solche Arbeit von 1882—1886 durch W. DOKUTSCHAJEFF ausgeführt. Er stellte sie auf die naturwissenschaftliche Grundlage der örtlichen und experimentellen Bodenuntersuchung. Zur Herstellung einer Bonitätskala brachte dann N. M. SIBIRTZEFF die naturwissenschaftliche Bodenklassifikation mit dem Pflanzenertrag in Beziehung. Die dazu nötige bodenkundliche Kartierung bediente sich des Maßstabes 1 Zoll = 10 Werst. Das Gesamtwerk hat einen Umfang von 14 Bänden. Es diente vielen ähnlichen Untersuchungen als Vorbild. Ihre Bodenkarten erhielten die Maßstäbe von 1:84000 bis 1:420000. Ihr Werk umfaßt insgesamt eine Fläche von 1 Million Quadratkilometern. Weitere Bodenuntersuchungen wurden gleichzeitig in den humiden und ariden Gebieten zum Zwecke der Bodenverbesserung (Expeditionen der Generäle ZHILINSKI, TILLO und anderer) und auch in Beziehung zur Forstarbeit unternommen. Während der ersten zehn Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts zog das Gebiet des asiatischen Rußlands die meiste Aufmerksamkeit auf sich. Hier war die Bodenkartierung an die praktischen Zwecke der Landuntersuchung und Kolonisation geknüpft. In der Zeit von 1908 bis 1914 wurden etwa 100 bodenkundliche und botanische Expeditionen allein nach Sibirien und Turkestan vom Kolonisationsbüro ausgesandt. K. D. GLINKA führte ihre Bodenuntersuchungen. Infolge der weiten Ausdehnung des Gebietes und der Dringlichkeit des Werkes wurde sie hauptsächlich auf eine Übersichtsaufnahme beschränkt, so daß eine Übersichtskarte im Maßstabe 1:1500000 entstand. Doch wurden auch einige genauere Untersuchungen ausgeführt.

Bodenkundliche Aufnahmen wurden im europäischen Rußland auch im Zusammenhange mit anderen landwirtschaftlichen Zwecken unternommen, und zwar mit dem landwirtschaftlichen Versuchswesen und mit der Landbesiedlung. Einige dieser Aufnahmen wurden im Maßstabe 1:42000 oder in noch größeren Maßstäben ausgeführt. Der Weltkrieg und die sich anschließenden Ereignisse haben die weitere Entwicklung etwas gehemmt. Aber etwa seit 1922 wurde die Arbeit von

¹ PRASSOLOV, L. J.: Cartography of Soils. Acad. of Sciences of the USSR. Russ. Pedol. Investigations 6. Leningrad 1927.

² WESELOWSKI, K. S.: Bodenkarte des russischen Reiches, 1. Aufl. 1851; 5. Aufl. 1879.

neuem, und zwar mit Nachdruck, begonnen. Bundesorganisation, Neuverteilung von Land, neue Kolonisation, neue wirtschaftliche Unternehmungen, wie die Entwicklung elektrohydraulischer Werke, haben neue Anregungen zur Fortentwicklung der Bodenkartierung gegeben. Es sind frühere Aufnahmen nachgeprüft und neue örtliche bodenkundliche Einrichtungen, welche mit großer Tatkraft die Bodenkartierung auf die umgebenden Gebiete ausgedehnt haben, geschaffen worden. Zentrale Einrichtungen wie DOKUTSCHAJEFFS Bodenkundliches Institut der Akademie der Wissenschaften arbeiten in der gleichen Richtung. In der letzten Zeit wurden Bodenkarten für Weißrußland von AFANASIEFF¹, für die Ukraine von MACHOW², für Gebiete längs der Wolga von SCHEGLOV, BUSCHINSKI, BESSONOW und anderen Forschern und für den nördlichen Kaukasus von SACHAROW³, PANKOW⁴ u. a. geschaffen. Entfernte Gebiete, wie z. B. die Tundra von Archangelsk und Petschora, der Halbinsel Kola, der Insel Nowaja Semlja im Norden, die Wüstensteppen am Kaspischen Meer im Süden, die Wüsten Ust Urt (Forschungsreise von NEUSTRUJEFF⁵ 1926) und Karakum (Forschungsreise von FERSMAN und DIMO) in Asien wurden ebenfalls mit Bodenkarten bedacht. Forschungsreisen der Akademie der Wissenschaften haben Bodenkartierungen der sibirischen Tundra (GORODKOV), des Bezirkes Yakutsk, der Insel Sachalin, der Mongolei (Forschungsreise von POLYNOW in die Wüste Gobi) ergeben.

Im Laufe der letzten Jahre wurde eine genaue Aufnahme bei Leningrad und auf den Flußebenen des Volkhov gelegentlich der Erbauung des dortigen Wasserkraftwerkes ausgeführt. Ferner wurden manche anderen Untersuchungen zum Zwecke der Anlegung neuer Wege und für mehrere Versuchstationen unternommen.

Die russischen Bodenforscher wurden, da sie keine Zentralanstalt besaßen und keinen gemeinsamen Arbeitsplan hatten, durch den Geist der Schule DOKUTSCHAJEFFS geeinigt. Die bodenkundliche Landesaufnahme ging von einem Institut zum anderen, wurde aber hauptsächlich durch zeitweilige Expeditionen weitergeführt. Die Einrichtung der ersten allgemeinen Bodenorganisationen war allein privater Initiative überlassen und nahm die Form verschiedener wissenschaftlicher Ausschüsse, wie DOKUTSCHAJEFFS Bodenkomitee in Petersburg und SIBIRZJEFFS Bodenkomitee in Moskau, an. Gegenwärtig gibt es jedoch staatliche bodenkundliche Institute in Form von zentralen und lokalen Körperschaften, die ihre Arbeiten auf periodischen Zusammenkünften vergleichen. In der Vorkriegszeit waren die Kosten für die Bodenkartierung im allgemeinen niedrig, sie betragen etwa 1 Rubel für die Fläche von 1 km².

Unter solchen Umständen litt die regionale Bodenaufnahme unter dem Mangel an Einheitlichkeit und Vollständigkeit, wodurch sie allerdings vielleicht besser an örtliche Besonderheiten angepaßt war und mit mehr Tatkraft ausgeführt wurde. Infolgedessen können die Geschichte der russischen Bodenkartierung und ihre Ergebnisse nur an der Hand besonderer Berichte und bibliographischer Zusammenfassungen (z. B. OTOTZKIS Übersicht bis 1896) verstanden werden.

¹ AFANASIEFF, J.: Die Bodendecke des Zhizradistrikts in Gouv. Briansk (russisch). Gorki 1926.

² MACHOW, G.: Bodenkarte der Ukraine. Charkow 1926.

³ SACHAROW, S. A.: Über die Bodenkennzeichen des kaukasischen Hochlandes. Ber. Konstantinowinst. Landvermesser (russisch) 1914, Nr. 5.

⁴ PANKOW, A. M.: Die Böden von Malaja Kabarda (russisch.) Woronesch 1926. — Die Böden des Zentralteils des rechten Terekufers (russisch). 1928.

⁵ NEUSTRUJEFF, S. S. u. V. NIKITIN: Die Böden der Baumwollgebiete von Turkestan (russisch.) 1926. — NIKITIN, V.: Über den Bodenbildungsvorgang in der steinigen Wüste Ust Urt (russisch). Perm 1926.

Versuche zur Herstellung einer allgemeinen Übersichtskarte auf Grund der einzelnen Untersuchungsergebnisse sind unternommen worden. Der bekannteste dieser Versuche ist die Karte von V. V. DOKUTSCHAJEFF vom Jahre 1900 im Maßstabe 1:2520000. Eine Karte der Bodenprovinzen ist sodann 1924 von L. J. PRASSOLOW¹ veröffentlicht worden. Zwei neue Übersichtskarten Rußlands, und zwar des europäischen im Maßstabe 1:2520000 und des asiatischen² im Maßstabe 1:4200000 sind z. Z. aus DOKUTSCHAJEFFS Bodenkundlichem Institut neu hervorgegangen. Eine Erdkarte im Maßstabe 1:10000000 befindet sich in Vorbereitung.

Ganz allgemein teilt L. J. PRASSOLOW die russischen Bodenkarten in primäre oder Originalkarten und in allgemeine oder komplizierte Karten ein. Die primären Karten sind von Versuchs- und anderen kleinen Gebieten in Maßstäben von 1:4200 bis 1:42000, von größeren Flächen (Regierungsbezirke, Provinzen) in Maßstäben von 1:42000 bis 1:420000 ausgeführt worden. Übersichtskarten der gleichen Gebiete liegen in Maßstäben von 1:840000 bis 1:1680000 vor. Allgemeine Karten der Bodentypen des ganzen Landes und einzelner Gouvernements sind in Maßstäben 1:840000, 1:4200000 und anderen, sowie solche von Bodenprovinzen der Gouvernements in verschiedenen Maßstäben vorhanden.

Im ganzen sind durch die primäre Kartierung bis 1927 betroffen worden:

	Im europäischen Teil	Im asiatischen Teil
Spezialkarten in Maßstäben unter 1:420000	2 000 000 km ² = 40 % der Fläche	500 000 km ² = 3 % der Fläche
Übersichtskarten	2 100 000 km ² = 46 % der Fläche	2 480 000 km ² = 17 % der Fläche
Unkartiert	500 000 km ² = 10 % der Fläche	13 000 000 km ² = 80 % der Fläche.

Vom ganzen Gebiet mit etwa 21 Millionen Quadratkilometern ist ein Teil von 7,4 Millionen Quadratkilometern = 35% der ganzen Fläche von den bodenkundlichen Aufnahmen erfaßt worden, davon $\frac{1}{3}$ mit Spezialkarten über 1:420000, $\frac{1}{10}$ mit solchen im Maßstabe 1:126000 und mehr. Dieses letztere Gebiet umfaßt immerhin noch 740000 km², d. h. es ist mehr als $1\frac{1}{2}$ mal so groß als die Fläche des Deutschen Reiches. Bei einem Vergleich der aufgenommenen Flächen mit der landwirtschaftlichen Karte Rußlands von J. F. MAKAROW³ zeigt sich, daß die Bodenkartierung erst wenig mehr denn das Gebiet der größten landwirtschaftlichen Wichtigkeit erfaßt hat, während das Gebiet von sekundärer landwirtschaftlicher Bedeutung im europäischen Teil der Union und in Turkestan mit weniger dichter Bevölkerung, eingeschlossenen Forsten, Hochlandgebieten oder Wüsten nur teilweise aufgenommen wurde. Unter den gegenwärtigen Bedingungen erscheint diese Leistung einigermaßen zufriedenstellend.

Die Methoden. Zu den besonderen Schwierigkeiten der Bodenkartierung gehört die Feststellung der Grenzen zwischen den verschiedenen Bodentypen und ihren Varietäten. Diese sind oft kaum wahrnehmbar, da häufig ein allmählicher Übergang von einem Typ zum anderen stattfindet. Die Befragung der Bewohner, das Sammeln von Proben und deren spätere Analysierung, wie es in früheren Jahren geschah, haben keine genügenden Ergebnisse gezeitigt und sind

¹ PRASSOLOW, L. J.: Carte des régions des sols de la Russie d'Europe. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 201. Bukarest 1924.

² Reconnaissance Soil Map of the Asiatic Part of USSR. under the Direction of K. D. GLINKA and L. J. PRASSOLOW. Acad. of Sciences of USSR. DOKUTSCHAJEWS Inst. of Soils. 1:10000000. Leningrad 1930.

³ MAKAROW, J. F.: Landwirtschaftliche Karte der USSR. (russisch). 1926.

auch nicht leicht auszuführen. Manche Bodenkarten für Landbewertungszwecke sind auf der Grundlage der statistischen und allgemeinen Information hergestellt worden. Auf solche Art kartierte Gebiete haben bald von neuem aufgenommen werden müssen. Ihre Unbrauchbarkeit ist in erster Linie auf die Unmöglichkeit, eine genügend große Zahl gleichmäßiger statistischer Daten zusammenzubringen, zurückzuführen. Eine andere Methode, die agronomische, besteht in der Bestimmung verschiedener Bodenbestandteile mit Hilfe der chemischen Analyse und Eintragung ihrer Ergebnisse in die Karte, wobei die verschiedenen Eigenschaften durch Isolinien dargestellt werden. Die Methode ist durch G. F. NEFEDOW, der DOKUTSCHAJEFFS Methode der Bodenkartierung scharf kritisierte, in die russische Literatur eingeführt worden, gleiches gilt von G. THOMS für Estland und Livland. NABOKICH versuchte in der Ukraine Isohumosen, G. N. WYSOTZKI Isokarbonate festzustellen. Man kann diese Methode sehr wohl als Hilfsmethode benutzen, doch ist es mit ihr allein nicht möglich, ein volles Bodenbild zu gewinnen. Auch die agrogeologische Methode, bei welcher die agronomische mit der geologischen kombiniert ist, hat einen gewissen Einfluß auf die russische Bodenaufnahme ausgeübt. Bei den ersten Bodenuntersuchungen wurde für die Zwecke der Landbewertung eine Bonitätenskala nach deutschem Muster eingeführt, aber sie wurde von der bodengenetischen Methode, die von DOKUTSCHAJEFF ausging, verdrängt.

DOKUTSCHAJEFF war mit der Methode des örtlichen Nachfragens (landwirtschaftliche Statistik), wie sie noch die erste Übersichtskarte Rußlands von K. S. WESELOWSKI aufwies, aber damals schon als unzulänglich erkannt wurde, gut vertraut. Auch er war nicht mit der annähernden Bodenklassifikation und -kartierung der agronomischen Art zufrieden. Er und seine Schüler schlugen daher im Gegensatz zu diesen empirischen Methoden eine neue Methode auf der Grundlage allgemein wissenschaftlicher Prinzipien vor und gingen dabei von der Auffassung des Bodens als eines natürlichen Körpers aus. Nach allmählichem Aufbau einer genetischen Bodenklassifikation beobachtete DOKUTSCHAJEFF eine gewisse gesetzmäßige Folge der geographischen Verteilung der Böden und erkannte den Grundsatz gewisser dauernder ökologischer Beziehungen zwischen den verschiedenen Böden, eine Auffassung, die seitdem die Grundlage der russischen Bodenkartierung gebildet hat.

Bei der Anwendung dieser Methode auf die Bodenkartierung beginnt der Kartierer damit, an einer bestimmten Stelle die hauptsächlichsten genetischen Bodentypen und ihre Beziehungen zu den Hauptfaktoren der Bodenbildung, wie es Klima und orographische Elemente sind, zu ermitteln. Am besten wird bei Böden begonnen, welche sich unter normalen Bedingungen z. B. in Ebenen mit gleichmäßigem Ursprungsmaterial (aber ohne Anschwemmung durch Hochwasser) befinden, wo sekundäre lokale Faktoren nicht stören. G. N. WYSOTZKI hat für solche Stellen den Ausdruck Placore geprägt. Unter Anwendung induktiver Methoden und unter Auswahl bestimmter Beobachtungsplätze stellt der Beobachter die ökologische Abhängigkeit zwischen den Böden und den übrigen Faktoren, wie Zusammensetzung des Ursprungsgesteins, Wasserverhältnisse, Vegetation usw. fest. Die weitere Aufnahme mag dann nach dem Dreiphasensystem von A. J. NABOKICH¹ vor sich gehen. Bei Befolgung dieser Aufnahmevorschrift ist der Bodenforscher nicht mit unnötigen Probeentnahmen und Notizbüchern überbürdet und spart dadurch Zeit, Arbeit und Geld, was für die russischen Verhältnisse sehr wichtig ist, da sich die Bodenaufnahmen oft über weite und in vielen Fällen schwer

¹ NABOKICH, A. J.: Cartography of Soils in three Phases. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 201—211 (teils englisch, teils deutsch von A. TILL). Bukarest 1924.

zugängliche Flächen erstrecken. Aber mit wachsendem Maßstab der Karte werden die Daten, namentlich wenn die Oberfläche uneben ist oder bestimmte Profile eingetragen werden, natürlich zahlreicher. Die Feldbeobachtungen werden in der Regel auf Karten von größerem Maßstabe, als zur späteren Reinschrift oder Veröffentlichung benutzt werden, eingetragen. DOKUTSCHAJEFFS Methode verlangt eine sehr genaue und vollständige Feststellung der Bodenbildungsstände. Die ersten Versuche DOKUTSCHAJEFFS bestanden aus geologischen und geobotanischen Forschungen, erst später wurden Geodäten, Hydrologen, Forstleute dem Expeditionsstabe angegliedert, bei den Forschungsreisen der Ansiedlungsverwaltung für Asien und der Akademie der Wissenschaften war die Zusammensetzung noch mannigfaltiger¹. Viele russische Bodenforscher waren auch zugleich Geologen und Botaniker. Forstliche Bodenuntersuchungen der Schule G. F. MOROZOWS², und zwar solche von Wiesenböden und von Bodenverbesserungen, wurden ähnlich ausgeführt.

Neuerdings haben auch Untersuchungen der natürlichen Bodenfaktoren einer Gegend zu einer Kartierung der Böden als besonderer Elemente der Landschaft geführt. Hier wird an Stelle einer eigentlichen Bodenkarte eine Karte der landwirtschaftlichen Einheiten nach dem Vorschlage von W. M. DAVIS in geographischen Zyklen hergestellt. Den Typus einer solchen Arbeit stellt z. B. das Werk von J. M. KRASHENINIKOW und B. B. POLYNOW³ über die nördliche Mongolei dar. Darin wird die genetische Methode nicht nur zur Erlangung allgemeiner, sondern ebensowohl zu besonders ins einzelne gehender Karten angewandt. Die Grenze der Einheit, die bei einer Bodenaufnahme erreicht werden kann, ist ein Bodenindividuum oder die Fläche eines Bodenschnittes. Bodenuntersuchungen nähern sich dieser Grenze, wenn die Bodenvarietäten sehr schnell, bisweilen auf die Entfernung von nur einem Meter wechseln, wie solches z. B. bei den ganz leichten Oberflächenwellen der alkaliführenden ariden Steppe der kaspischen Ebenen der Fall ist, auf denen fast Schritt für Schritt eine neue Bodenvarietät oder ein neuer Typus auftritt. Das Mikrorelief, die leichten Änderungen der Bodenoberfläche und die dadurch bedingte verschiedene Ansammlung des Bodenwassers sind die Ursachen eines derartig schnellen Bodenwechsels. Hier lassen sich kartographisch nicht mehr Bodenindividuen, sondern nur noch Bodenkomplexe unterscheiden. Bei schnellem Bodenwechsel muß man, um eine Übersicht zu gewinnen, nicht nur einzelne Gruben ausheben, sondern Bodengräben ziehen, die die Ursachen des schnellen Wechsels eher erkennen lassen. Die Bodenkomplexe sind zuerst in den ariden Steppen beobachtet worden, weil in diesen ganz ebenen Gebieten die Verschiedenheit besonders ins Auge fiel. Sie sind jedoch auch in allen anderen Bodenzonen vorhanden. Die Komplexnatur der Böden kann in verschiedenen Graden detailliert werden. Einzelne Bodenkarten geben anstatt besonderer Bodentypen die Geographie der Bodenkomplexe wieder. S. S. NEUSTRUJEFF⁴ hat nach diesem Prinzip eine Bodenkarte von Turkestan durchgeführt.

Einen solchen Grad der Genauigkeit auf Bodenkarten zu erreichen, ist nur dank der Aufstellung natürlicher Bodenindividuen auf Grund der morpho-

¹ L. J. PRASSLOW nennt hier das Buch von J. V. LARIN: *Vegetation, Boden und landwirtschaftlicher Wert der Chizhinski-Flutebenen*; hrsg. v. S. S. NEUSTRUJEFF (russisch). 1927.

² MOROZOW, F. G.: *Landw. u. Forstw.* 1900, Nr. 3. — *La Pédologie* (russisch) 1. 1901.

³ POLYNOW, B. B. u. J. M. KRASHENINIKOW: *Physikogeographische, bodenkundliche und botanische Untersuchungen im Becken des Flusses Über-Dzhargalante und am Oberlauf des Flusses Ara-Dzhargalante (Nordmongolei)* (russisch).

⁴ NEUSTRUJEFF, S. S. u. V. NIKITIN: *Böden der Baumwollgebiete von Turkestan* (russisch). 1926.

logischen Bodenaufnahme möglich. Diese gründet sich auf die genaue Untersuchung des Bodenprofils und seiner genetischen Horizonte. Infolgedessen ist das wichtigste Gerät des russischen Bodenforschers ein guter Spaten. Allein kann die morphologische Methode allerdings nicht genügen, sondern andere analytische Methoden, wie mechanische Analyse, Humusbestimmung, Wasserauszüge, Bodensäurebestimmung, Absorptionskapazitätsermittlung werden helfend eingreifen müssen.

Bodenkarten nach DOKUTSCHAJEFFS Methode sind vor allem die Karten der Bodenentstehungstypen. Nichtsdestoweniger enthalten sie Angaben über die Bodenarten (Bodentextur im amerikanischen Sinne), den Grad ihrer Alkalinität, die Humusmengen u. a. Auf den neuen Karten in Maßstäben 1:400 000 sind mehrere Unterteilungen eingeführt. Die direkte Anwendung von Bodenkarten zur Landbewertung mit Hilfe der Bonitätsskalen ist in Rußland völlig verlassen worden, da die Skalen zu künstlich und infolgedessen hypothetisch erscheinen. Statt dessen werden statistisch-ökonomische Angaben auf die Karte gebracht, wobei dann gewissermaßen die Bodentypen die Ursache der Bodenfruchtbarkeit angeben. Die Bedeutung der Bodenkarten für die Kolonisation und Landverbesserung war desgleichen eine indirekte oder sozusagen erklärende. Die Karten wurden als Grundlage für die rationelle Verteilung und Einteilung des Landes benutzt.

Weite Flächen jungfräulichen Bodens in Rußland und die Vorherrschaft der extensiven Wirtschaftsweise beim Landbau mit geringem Düngerverbrauch erleichtern dabei die Benutzung der Bodentypenkarten für praktische Zwecke. Für die Landverbesserung werden genauere Unterteilungen nach Bodenarten und den Eigenschaften des Ursprungsmaterials verlangt. Das System doppelter Zeichen kommt dabei in der Weise zur Anwendung, daß verschiedene Farben die Bodentypen angeben, verschiedene Arten der Schraffur die Bodenarten (Textur) im englisch-amerikanischen Sinne zum Ausdruck bringen. Wenn nötig werden auch geologische Profile auf die Bodenkarten gebracht, so z. B. bei den Bodenuntersuchungen längs der Eisenbahnen.

Die Bodenkartographie des bebauten Landes für besondere Zwecke ist noch nicht genügend fortgeschritten, obwohl einige Versuche nach dieser Richtung gemacht worden sind, so z. B. bei Untersuchungen des beweglichen Sandes, der Umwandlung von Böden in Alkaliböden infolge einer Bewässerung, von Tabakböden, der Ergebnisse künstlicher Entwässerung, der Bodensäure u. dergl. m. Hierbei wird die genetische Methode durch die agronomische ergänzt.

Die Anwendung der genetischen Methode für solche Spezialuntersuchungen scheitert nicht an der Bebauung des Landes, da der Bodentypus, der sich als Folge eines langdauernden Prozesses gebildet hat, seinen Charakter durch die Landwirtschaft nicht verliert. Doch sollen die Bodentypenkarten nicht als Universalkarten für praktische Zwecke, sondern in erster Linie als Grundlagen, aus denen alle anderen Arten der Sonderkarten sich entwickeln sollten, angesehen werden.

Geographische Folgerungen. Infolge der über so große Gebiete sich erstreckenden Bodenkartierung ist die Bodengeographie in Rußland weit fortgeschritten, wenn auch noch sehr viel Arbeit zu leisten ist¹. Besonders die Tundrazone und die Verbreitung der Moore in der Podsolzone sind auch in Europa

¹ Vgl. K. D. GLINKA: Die Typen der Bodenbildung. Kurze Charakteristik der Boden-zonen von Rußland, sowie auch ihrer einzelnen Gebiete, S. 236—365. Berlin 1914. — K. D. GLINKA: Genesis und Geographie der russischen Böden. — L. J. PRASSOLOV: Böden des europäischen Teiles der USSR. Führer auf der Rundreise des II. Intern. Kongresses für Bodenkunde (deutsch) 1. Moskau 1930.

noch wenig untersucht, während in Asien überhaupt erst wenige Teile zur Aufnahme gelangt sind.

Mit Ausnahme einer kleinen Zone roter Böden bei Batum am Schwarzen Meer werden 5 große Bodenzone unterschieden, es sind die Tundrazone, die Podsolzone, die Tschernosemzone, die Zone der kastanienfarbigen Böden und die Zone der braunen und grauen Böden der Wüstensteppen. (Diese Zonen sind nicht etwa so zu verstehen, als wenn in ihnen nur der eine genannte Bodentypus vorkommt. Es ist sogar schwer zu sagen, ob er wirklich immer vorherrscht. Es ist nur das häufige Auftreten des Typus für die Zonenauffassung maßgebend.) Die Zonen korrespondieren in gewissem Grade mit Klimazonen, wenn auch viele Ausnahmen dabei vorkommen, die teils auf das Relief, teils auf die Gesteinsart, teils auf die geologische Geschichte des Muttergesteins, teils auf noch andere Ursachen zurückgehen. Immer handelt es sich dabei um große Teile der Zonen. In den gebirgigen Teilen von Zentral- und Ostsibirien ist sogar von einer eigentlichen Zonalität nicht die Rede (wie in den gebirgigen Ländern Europas auch). Im allgemeinen ist der Übergang von einer Zone in die andere allmählich, doch kommt auch nicht selten ein plötzlicher Wechsel vor. In roher Annäherung läßt sich die Ausdehnung der Zonen ungefähr folgendermaßen berechnen:

	Europäischer Teil von USSR, ohne Kaukasus	Asiatischer Teil von USSR.
Tundra und Waldtundra	225 000 km ²	3 400 000 km ²
Podsol- und Moorböden	2 239 000 km ²	8 000 000 km ²
Waldsteppe	790 000 km ²	1 100 000 km ²
Schwarzerdesteppe	636 000 km ²	1 700 000 km ²
Kastanienfarbige Böden		
Wüstensande	708 000 km ² 15 % der Fläche	700 000 km ²
Graue Böden der Wüstensteppe		800 000 km ²
Hochland	—	900 000 km ²
	4 598 000 km ²	16 600 000 km ²

Der Unterschied der Ausdehnung der Tschernosemzone in Europa und in Asien ist sehr bemerkenswert. Man sollte erwarten, daß sie als ausgesprochene Kontinentalbildung in Asien stärker als in Europa vertreten wäre. Tatsächlich ist aber, verursacht durch den Einfluß allgemeiner und lokaler klimatischer und orogeologischer Bedingungen, das Entgegengesetzte der Fall. Man kommt dadurch zu Bodenprovinzen oder Bodenfazies, die sich allerdings gegenwärtig noch nicht umgrenzen lassen. Einen Versuch in dieser Richtung hat L. J. PRASSLOW¹ auf einer Karte des europäischen Rußlands 1924 unternommen. In der Podsolzone sind hier z. B. Provinzen je nach dem Vorkommen der Endmoränenlandschaft, von großen Sandflächen usw. ausgeschieden worden. Die Tschernosemzone wird in je eine Unterzone der ausgelaugten, der humusreichen, der mächtigen, der gewöhnlichen und der südlichen Schwarzerde zerlegt.

Gut gearbeitete Bodenkarten sollten die Bedingung erfüllen, daß die Grenzen der verschiedenen Bodenvarietäten eine graphische Wiedergabe der Wirkungen der Bodenbildung darstellen, von welchen wenigstens auf ins einzelne gehenden Karten das Relief als der leitende Faktor der Bodenbildung angesehen werden sollte. Bei landschaftlichen Einheiten ist ganz allgemein ein enger Zusammenhang zwischen Relief, Boden und Vegetation festzustellen, so daß es bisweilen möglich ist, nach der Kenntnis von zwei dieser drei Faktoren, den dritten zu konstruieren. Ins einzelne gehende Untersuchungen haben gezeigt, daß beson-

¹ PRASSLOW, L. J.: Carte des régions des sols de la Russie d'Europe. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 200. Bukarest 1924.

ders enge Beziehungen zwischen Pflanzenassoziationen und den natürlichen Bodenvarietäten bestehen.

Im ganzen läßt sich die nachstehende Reihenfolge der Einheiten der Boden-geographie feststellen: Zone, Region, elementare Landschaft, Bodenkomplex, Bodenvarietät. Soweit seien hier die Ausführungen L. J. PRASSOLOWS wieder-gegeben.

Sie werden durch solche ergänzt, die N. FLOROV¹ über die bodenkarto-graphischen Arbeiten in der Ukraine 1924 dargelegt hat. Er unterscheidet zwei Perioden. Die ältere, die mit den älteren Schätzungsarbeiten im Zusammen-hang steht, wird von ihm die Periode der subjektiven oder statistischen Methoden genannt. Die jüngere, die 1887 mit den Untersuchungen DOKUTSCHAJEFFS im Gouver-nement Poltawa beginnt, ist die der objektiven, naturhistorischen Forschung.

Die subjektiven oder statistischen Methoden bestanden im wesentlichen im Befragen der Landwirte nach den Ernteerträgen. Da diese von den natür-lichen Eigenschaften des Bodens als ihrem wesentlichsten Faktor abhängen, so war damit der Übergang zu der Bodenkartierung gegeben. Die umfang-reichste Arbeit dieser Art wurde im Gouvernement Tschernigow² ausgeführt. Sie begann 1876, und es war von den Landständen des Gouvernements eine be-sondere statistische Anstalt organisiert worden, welche die Unterlagen zu einer gerechten Verteilung der Landabgaben zu beschaffen hatte. Dieser Anstalt wurde zu diesem Zwecke empfohlen, den gesamten wirtschaftlichen Zustand des Gouver-nements möglichst vollständig zu untersuchen. Die Statistiker stellten infolgedessen durch Befragen der Landwirte an allen Orten die Art des Bodens und seine Durch-schnittserträge fest und trugen Arten und Grenzen der verschiedenen Böden schematisch auf die militärtopographische Karte 1 : 126000 ein. Darauf wurden die Bodenarten zu Gruppen vereinigt und für jede Gruppe der Durchschnittsertrag ermittelt. Bisweilen wurde auch schon eine objektive Beschreibung der Bodenmer-kmale ausgeführt, allerdings nur in allgemeiner Form und systemlos, und zwar dort, wo es unmöglich war, die Durchschnittserträge auf andere Weise mit den Böden in Beziehung zu bringen. Das Endergebnis dieser Arbeiten war eine schematische Bodenkarte des Gouvernements, auf welcher gemäß der Volksnomenklatur die Böden in 1. Tschernosem, 2. graue Böden, 3. graue sandige Böden, 4. sandige Böden eingeteilt werden. Nach dem Muster von Tschernigow wurden auch andere Gouvernements bearbeitet. Aber überall gewann man die Überzeugung, daß die auf diese Art entstandenen Bodenkarten ungenügend seien, und infolge einer sich entspinrenden lebhaften Diskussion in den Landständen hielt man Ausschau nach zweckmäßigeren Maßnahmen. Sie wurden in V. DOKUTSCHAJEFFS Karten des Nischni Nowgorodschen Gouvernements, die in den Jahren 1882 bis 1886 entstanden sind, gefunden.

Die Methode dieser neuen Aufnahme war folgende: Von jedem Kreise des Gouvernements wurden die Literatur über die Böden, die Aussagen der Orts-bewohner und ihre Beobachtungen über die Ernteerträge zusammengestellt, um zunächst eine vorläufige Übersicht zu gewinnen. Darauf begann die Begehung des Kreises. In jedem Amtsbezirk wurden die natürlichen und künstlichen Aufschlüsse des Bodens untersucht und in das Feldtaschenbuch Bemerkungen über die Mächtigkeit, die Struktur, die Zusammensetzung des Bodens, sein Ver-hältnis zum Untergrunde, das Relief und die Vegetation eingetragen, sowie auch typische Proben gesammelt. Der Leiter der Arbeiten des Gouvernements bereiste

¹ FLOROV, N.: Über die bodenkartographischen Arbeiten in der Ukraine. *Etat de l'étude et de la cartographie des sols*, S. 247—264. Bukarest 1924.

² Material zur Taxation des Landes im Tschernigowschen Gouvernement (russisch). 1877.

sämtliche Kreise, kontrollierte die Arbeiten und verglich ihre Ergebnisse. Die gesammelten Proben wurden im Laboratorium weiter untersucht. Sie wurden gepulvert und bei Zimmertemperatur getrocknet und darauf besonders ihre Farben miteinander verglichen. Aus jeder so gewonnenen Bodenklasse wurden 3 bis 4 Proben ausführlich chemisch untersucht, und zwar geschah dieses nach Humusgehalt und Totalanalyse (Aufschluß mit Hilfe von Salzsäure, Schwefelsäure und Flußsäure). Außer der Oberkrume wurde bisweilen auch der Untergrund analysiert.

In der Ukraine wurde 1887 nach dieser Methode zuerst das Gouvernement Poltawa aufgenommen¹. Dabei gewann DOKUTSCHAJEFF seine erste Klassifikation, welche lautete: A. festländisch-vegetabilische Böden; a) Plateautschernosem, b) Tschernosem der Abhänge, c) Waldsteppenlehm (Übergang vom Tschernosem zum Waldlehm), d) Waldböden, e) sandiger Tschernosem, f) Sand. B. Festländisch moorige Böden: Salzböden (Solonetz). C. Moorige Böden. D. Anormale Böden: abgelagerte Böden. Die größte Aufmerksamkeit wurde auf die Untersuchung des Tschernosems als des Bodens verwandt, der im Gouvernement Poltawa von allen den größten Flächenraum einnimmt. Auf Grund des Humusgehaltes wurde der Plateautschernosem in die drei Varietäten mit 7%, 6,5% und 4% eingeteilt. Auch sonst wurde die Untersuchung in Poltawa noch wesentlich eingehender als in Nischni Nowgorod gehandhabt. Sie übte einen bedeutenden Einfluß auf die Methodik der russischen Bodenkartierung aus. Die in Tschernigow angewandte Methode wurde durch die neue vollständig verdrängt. Im Jahre 1893 wurde ihr durch die Regierung in einem Gesetz über die Bodentaxation zu einer allgemeinen Einführung verholfen. Die in Poltawa ausgeführte Karte hatte den Maßstab 1 : 420000. Dazu wurde ein Gesamtbericht und 15 einzelne Beschreibungen der Kreise gegeben. Entsprechend der Grundeinstellung V. DOKUTSCHAJEFFS wurde der naturwissenschaftliche Teil der Gesamtarbeit auf eine breite Grundlage gestellt. Er enthält einen hydrographischen Teil von P. OTOTZKY, einen geologischen und einen chemischen von K. GLINKA, einen physikalischen von N. ADAMOW, einen klimakundlichen von A. BARANOWSKY, einen pflanzengeographischen von A. KRASNOW und Abhandlungen über das Tertiär und die Eiszeitablagerungen von V. AGAFONOFF. Von da an bis zum Jahre 1910 standen die Bodenforschungen in der Ukraine unter dem Einflusse dieser bedeutsamen Arbeit. Dann begann im Jahre 1912 mit der Bodenaufnahme des Gouvernements Charkow durch A. I. NABOKICH ein neuer Abschnitt in der Bodenkartierung der Ukraine, der einerseits durch die Vervollkommnung der Methodik der Felduntersuchung, andererseits durch das Streben nach Befreiung von den Taxationsaufgaben gekennzeichnet ist. Als die Hauptaufgabe der Bodenforschung und -kartierung trat der Dienst für die landwirtschaftliche Praxis mehr hervor.

Zunächst wurde die Art der Aufnahme dahin geändert, daß nicht mehr die einzelnen Kreise kartiert und die Kreiskarten zu Gouvernementskarten zusammengestellt wurden, sondern statt dessen die Methode der wiederholten Aufnahmen (drei Phasen) des Gesamtgebietes in den Vordergrund trat. 3 Jahre hintereinander wird demnach das Gebiet jedesmal vollständig kartiert, jedoch werden jedes Jahr die Marschruten enger gelegt, wodurch die Genauigkeit beständig wächst. Dabei wird das im vorausgegangenen Jahr Festgestellte im nächsten wieder kontrolliert. Das ist aber eine Methode, die um so beachtenswerter ist, als die Schwierigkeiten der morphologischen Aufnahme nicht gering sind. In Charkow wurde von NABOKICH sogar eine viermalige Untersuchung vorgenommen, deren erste mehr orientierenden Charakter besaß. Über diese orientierende Vorkartierung im Jahre 1912 gibt N. FLOROV die folgenden

¹ Die Materialien zur Bodentaxation des Poltawaschen Gouvernements. Naturhist. Teil 16. 1894.

Daten: Es waren etwa 42000 km² zu kartieren, welche Arbeit von drei Bodenforschern unter NABOKICH'S Leitung ausgeführt wurde. Dabei wurden an 110 Punkten Gruben von 3—3,5 m Tiefe ausgehoben und Monolithproben genommen. Über 250 Bodenproben wurden in Säckchen gesammelt und 1500 Humusbestimmungen von Oberkrumen gemacht. Auf Grund dieser Arbeit wurde eine schematische Bodenkarte im Maßstabe 1 : 630000 angefertigt. Die Kosten betragen insgesamt 11400 Rubel. Die nächstjährige Arbeit wurde von fünf Bodenforschern, den Leiter nicht gerechnet, ausgeführt. Diesmal wurden ca. 60 Gruben von 6 m Tiefe und viele flache ausgehoben und ungefähr 4500 Oberflächenproben auf Humus untersucht. Jedoch wurde nur die Hälfte des Gebietes kartiert und das nächste Jahr in entsprechender Weise die andere. Im vierten Jahre wurde die Gesamtfläche im Maßstabe 1 : 126000 aufgenommen. Die Laboratoriumsuntersuchungen und die Kartenbearbeitung fanden stets im Winter statt.

Die Untersuchung der Böden in tiefen Gruben (zuerst 3—3,5 m, dann 6 m), welche auf allen Reliefformen stattfand, war ebenfalls eine besondere Eigentümlichkeit der ukrainischen Arbeiten, die allerdings schon früher von WYSOTZKY und anderen russischen Forschern eingeführt war. Dabei wurden die post-tertiären Untergrund- und Muttergesteine, deren Kenntnis in den russischen Flachländern gering war, genau untersucht, ebenso auch die Wasserverhältnisse u. a. festgestellt.

Die zahlreichen tiefen Monolithe, die dabei gesammelt wurden, stellte NABOKICH zu einem Museum in Odessa zusammen, das damit eines der größten und bedeutsamsten Bodensammlungen geworden ist. Neben einem jeden Profil ist die Beschreibung aus dem Feldtagebuch angebracht.

Beachtenswert waren auch die riesigen Massenuntersuchungen auf Humus in den Bodenproben. Ungefähr auf je 3—4 Werst kam in Charkow eine Humusbestimmung, die nach dem Verfahren von ISTSCHEREKOW mittels Permanganat ausgeführt wurde. Auf Grund dieser Feststellungen wurden besondere Humuskarten angefertigt. Auch wurden schichtenweise Pauschalanalysen ausgeführt, also nicht nur die einzelnen Horizonte, sondern auch diese wieder mehrfach den einzelnen Schichten entsprechend analysiert. Die graphische Darstellung der Ergebnisse dieser Analysen gibt in der Tat eine gute Übersicht über die Bewegung der Bestandteile in den verschiedenen Böden.

Die endgültige Karte des Gouvernements Charkow hatte den Maßstab 1 : 420000. Ferner wurde eine Anzahl von Kartogrammen einzelner Eigenschaften im Maßstabe 1 : 126000 hergestellt, so Karten des Humusgehaltes der Oberkrume, des Grades der Versandung, der Gesamtmächtigkeit des Bodens, der Tiefe des Aufbrausens, und zwar stets mit genauer Angabe des Punktes der Probeentnahme. Ferner schlossen sich zahlreiche Untersuchungen topographischer, geologischer, meteorologischer, botanischer und methodologischer Art an. Besonders gründlich wurde die Schwarzerde, der Haupttypus in Charkow, untersucht. Hier wurden nach den Tierlöchern und dem Verhalten der Karbonate unterschieden: Tschernosem auf Löß mit Tierlöchern, desgleichen ohne solche, desgleichen mit Pseudomyzelium, desgleichen mit Karbonaten in weißen Flecken (Bjeloglaska). Nach dem Muttergestein gab es Tschernosem auf Löß, auf Kreide, auf Paläogensanden, auf rotbraunem Ton, auf Dünensand. Infolge des Einflusses der Topographie und des Flußsystems änderte sich der mechanische Bestand. Hinsichtlich des Humusgehaltes wurden die Stufen von 0,5—2%, 2—3%, 3—5%, 5—6%, 6,5—7,5%, 7,5—10% unterschieden.

Nach anderer Richtung und mit etwas anderen Grundlagen hat N. FLOROV seit 1910 das Gouvernement Kiew kartiert. Veranlaßt wurde die Arbeit vom Semstwo des Gouvernements zur Untersuchung von Böden, auf welchen

Experimente mit Mineraldüngern vorgenommen wurden. Das Ergebnis war zunächst eine schematische Karte im Maßstabe 1:420000, der später eine genauere Aufnahme im Maßstabe 1:126000 folgte. Hierbei kam es besonders auf die Kartierung der Waldsteppen mit ihren Übergangsböden zwischen Tschernosem und Podsol an, deren Fläche etwa 22500 km² groß ist. Zu ihrer Erforschung wurden ca. 6000 Gruben von 1,5—2,5 m Tiefe, also je eine auf etwa 4 km², angelegt. In den Gruben wurden bestimmt die Eigenschaften des humosen Horizontes, des weißlichen SiO₂-Anhäufungshorizontes, des rotbraunen Horizontes mit Anhäufung der Sesquioxide und Humusflecken, des rostigen oder blauen Horizontes mit Anhäufung der Sesquioxide allein, des Horizontes mit Anhäufung der Karbonate, des Muttergesteins, ferner die Art ihrer Übergänge ineinander, der Zementierungsgrad der Horizonte, ihre Struktur, Mächtigkeit, Färbung, mechanische Zusammensetzung und das etwaige Grundwasser. Von diesen Eigenschaften hatten das Fehlen oder Vorhandensein des rotbraunen Horizontes, die Struktur des humosen Horizontes, das Fehlen oder Vorhandensein der Humusfärbung im rotbraunen Horizont und das Fehlen oder Vorhandensein der weißlichen SiO₂-Flecke kartographischen Wert. Im Steppengebiet von Kiew war die wichtigste kartographische Unterscheidung die des Humusgehaltes. Hier wurden auf 13000 km² etwa 1000 Gruben ausgehoben. Die Glazialablagerungen von Kiew sind podsoliert. Bei den Podsolböden erwies sich der Podsolierungsgrad und die mechanische Zusammensetzung als kartographisch wichtig. Auch hier wurden auf 13000 km² etwa 1000 Gruben angelegt. Im ganzen wurde die Methode der Kartierung der Einzelmerkmale und ihr Aufzeichnen in Kartogrammen angewandt. Aus ihrer Summierung ergab sich die Gesamtkarte. Die Veröffentlichung der Kartogramme der Einzeleigenschaften neben der Gesamtkarte erscheint N. FLOROV noch besonders wichtig, weil er es für möglich hält, daß ihre Zusammenfassung zu Bodentypen bei der Weiterentwicklung der Bodenlehre einmal an Wert verlieren könne, während die kartenmäßige Festlegung der Einzelmerkmale dauernd erhalten werde. Auch eine etwaige neue Richtung wird sie als Grundlage benutzen können. An solchen Kartogrammen wurden ausgeführt: die Humusverteilung, die Mächtigkeit der Humushorizonte, die Mächtigkeit des rotbraunen Horizontes, die Tiefe bis zu welcher das Aufbrausen feststellbar ist, die Verteilung der verschiedenen Karbonatformen, die Verteilung der Tierhöhlen und -gänge, die mechanische Zusammensetzung. Auch die Methode der schichtweisen Bauschanalysen wurde angewandt. Parallel damit gingen, besonders hinsichtlich der Löslichkeit der Sesquioxide, schichtweise vorgenommene Salzsäureauszüge. Zum Studium des Untergrundes wurden 40 Gruben von 10—20 m Tiefe ausgehoben. Dabei wurden im Löß besonders die begrabenen Böden und in den Glazialablagerungen die drei verschiedenen Vereisungen studiert. Hand in Hand mit den bodenkundlichen gingen hydrologische, hydrogeologische, geologische, lagerstättenkundliche, botanische und meteorologische Arbeiten. Im ganzen dauerte die Aufnahme bis 1920. Die Zusammenarbeit mit den landwirtschaftlichen Feldversuchen war für Landwirtschaft und Bodenlehre sehr fruchtbar. Es wurden Gesetzmäßigkeiten in der Wirkung der Kunstdünger, des Zusammenhanges zwischen Böden und Ernteerträgen festgestellt und die Lage neu zu erbauender Versuchstationen geklärt. Auch hier kam es zur Anlage eines großen Bodenmuseums in Kiew, das eine Riesenzahl bedeutender Bodenmonolithen aufweist.

In ähnlicher Weise wurden die Gouvernements Tschernigow, Ekaterinoslaw, Cherson, Podolien, Wolhynien zu Taxationszwecken kartiert. Eine Zusammenstellung der einzelnen Karten wurde von N. FLOROV im Maßstabe 1:420000

vorgenommen, die aber bisher nicht veröffentlicht worden ist. Erst 1927 erschien die Zusammenstellung von G. MACHOW, die weiter unten beschrieben wird.

Gelegentlich des 2. internationalen Bodenkongresses 1930 in Rußland war es möglich, die bedeutenden Kartierungsleistungen einiger Institute kennen zu lernen, aus denen hervorgeht, daß von vielen Stellen aus kartiert wird. Wohl die bedeutendste Kartensammlung dürfte DOKUTSCHAJEFFS Bodenkundliches Institut der Akademie der Wissenschaften in Petersburg besitzen, von dem auch seit langer Zeit ein großer Teil der Kartierungsarbeiten geleistet worden ist. Hier sind auch die neuen Übersichtskarten des europäischen und des asiatischen Rußlands entstanden. In Moskau ist vor einigen Jahren ein Institut gegründet worden, das die Kartierung auf breiter Basis betreibt. Nach Mitteilung von V. V. HEMMERLING, unter dessen Leitung dasselbe bis Ende 1929 stand, sind im Jahre 1930 500 Bodenkartierer tätig gewesen, die über eine Million Hektar kartiert haben. In der Versuchsanstalt für die Böden der Trockengebiete in Saratow war eine Anzahl Karten ausgestellt, von welchen mehrere aus der deutschen Wolgarepublik im Maßstabe 1 : 16000 eine genaue Darstellung des Bodenmosaiks der Trockensteppe bringen. In Charkow werden unter Leitung von A. N. SOKOLOWSKY Boden- und Vegetationskarten im Maßstabe 1 : 5000 hergestellt, welche in eine Bonitierungskarte übertragen werden sollen. G. MACHOW¹ hat dort Übersichtskarten der Ukraine ausgeführt, von welchen mehrere mit Eintragungen der physikalischen Bodenbildungsbedingungen, der Vegetation u. a. im Abschnitt über „Die Steppenschwarzerde“² dieses Handbuches wiedergegeben sind.

Auf der großen Ausstellung von Bodenkarten, Bodenprofilen, wissenschaftlichen Arbeiten, Instrumenten usw., die anlässlich des Kongresses in Moskau unternommen war, fielen mehrere Bodenkarten für die neuen großen Sowjetwirtschaften durch ihre Einführung praktischer Gesichtspunkte auf. Eine Bodenkarte der Kornfarm Medvezhie von NIKITIN³ im Maßstabe 1 : 10000 hatte nachstehende Einteilung: Für den Landbau 1. geeignet, 2. bedingungsweise geeignet, 3. ungeeignet. Unter 1 sind genannt stark und schwach degradiertes, toniger, klumpiger Tschernosem, schwach degradiertes, lehmiger, klumpiger Tschernosem, ausgelaugter toniger bzw. schwerer lehmiger bzw. mittel- bzw. schwach lehmiger klumpiger Tschernosem, leicht und mittel alkalisiertes Tschernosem, nußartiger solodierter (gebleichter) alkaliner Tschernosem. Unter 2: stark degradiertes lehmiger klumpiger Tschernosem, mittelstark alkalisiertes Tschernosem, prismatischer und säuliger Alkaliboden u. a. Unter 3.: stark alkalisiertes Tschernosem, säuliger bzw. krustiger toniger sumpfiger Solodj (ausgebleicht), Salzwiesen usw. MASYRO und SCHADRINA⁴ hatten das Kartenwerk einer anderen „Kornfabrik“ ausgestellt, welches aus 3 Teilen bestand. Der erste Teil war die Bodentypenkarte mit 24 Einheiten, bei welchen auch auf die Mächtigkeit der Krume Gewicht gelegt wurde. So wurde eine Mächtigkeit von 30—50 cm von einer solchen von 50—70 cm unterschieden. Die zweite Karte ist eine Vegetationskarte, auf der Heuschläge und Weiden, Poa-pratensis-Assoziation, Alkalisteppe, Poa-Triticum-Assoziation, Stipa-Festuca-Assoziation, Wald und Acker unterschieden wurden. Die dritte ist eine aus den beiden anderen bearbeitete Bonitierungskarte, welche 3 Bodengüten I, III a, b, II a, b, c und für Acker ungeeignete Bodenstellen aufweist. Nachstehend folgen einige Beispiele von Bodenkarten verschiedener Institute.

¹ In: Contributions to the Soils of Ukraine (russisch) Nr. 6. Kharkow 1927.

² Vgl. dieses Handbuch 3, 282, 283, 284. 1930.

³ NIKITIN, N.: Bodenkarte der Korn-Sowjetfarm Medvezhie. 1 : 10000. 1930.

⁴ MASYRO u. SCHADRINA: Bodenkarte der Kornfabrik des Kondourowsky-Massivs.

Ein methodisch wertvolles Kartenwerk ist das von N. A. DIMO¹ in seiner und B. KELLERS Arbeit über die Halbwüste. Es enthält außer zahlreichen Tafeln mit Vegetations-Pflanzenbildern, graphischen Darstellungen, Bodenquerschnitten 4 Karten, davon 3 Boden- und 1 hypsometrische Karte. Ein kleines Kärtchen im Maßstabe 1:1000 mit darunterstehendem Bodenquerschnitt zeigt den Einfluß des Reliefs auf die Ausbildung der Bodentypen. Das Plateau und seine schwachen Wellen hat den typisch-tonigen braunen Boden der Halbwüste. An den flachen Abhängen der Vertiefungen tritt Solonetz (säulenförmiger Alkaliboden), in einer kleinen Vertiefung und an den steileren Hängen einer größeren dunkler, oft schwach gebleichter, degradierter Boden, in der größeren Vertiefung „Podsol“ (oder wie man jetzt für die Bleichung in der Steppe sagt: Solodj) auf. Dieses eigentümliche Bodenmosaik mit seiner Abhängigkeit vom Relief und der dadurch bedingten Wasseransammlung ist dann im Maßstabe 1:420 für einen Teil der Großsteppe der Umgebung von Sarepta dargestellt. Die Einteilung lautet: degradierter Boden des Ulmenbusches, dunkelkastanienfarbiger Boden in größeren Vertiefungen, hellkastanienfarbiger Boden in kleineren Vertiefungen, dessen Übergang zu tonigem Halbwüstenboden, typischer toniger Halbwüstenboden, Säulensolonetz, Rindensolonetz, unentwickelte Böden kleiner Hügelchen, Hügelchen und Erhöhungen der Ziesel. Insgesamt besteht nicht die Hälfte der Fläche aus dem Halbwüstenboden, dennoch ist er der Haupttypus, der auf einer Übersichtskarte allein dargestellt würde. Die hypsometrische Karte in 1:840 zeigt Höhenschichtlinien der Bodenfläche im Abstände von 5 Zoll, so daß man das Relief der Bodenkarte genau ablesen kann. Die vierte Karte ist eine Bodenübersichtskarte im Maßstabe 1:84000 des gleichen Gebietes. Sie hat 26 Unterscheidungen, davon sind 10 Darstellungen des vorstehend beschriebenen Nebeneinanders, der Komplexe. Benannt sind diese nach dem Vorherrschen des einen oder anderen Typs: Vorherrschen des braunen Halbwüstenbodens zu 90%, zu 66 $\frac{2}{3}$ %, zu 50%, Anteil von 33 $\frac{1}{2}$ —25%, von 10% usw. Die Kartendarstellung ist ein Versuch, das überall vorhandene Nebeneinander der verschiedenen Typen ohne Unterdrücken des wahren Bodencharakters zu erfassen.

L. J. PRASSOLOW²: Böden von Südtransbaikalien. Leningrad 1927. Die Karte im Maßstabe 1:4200000, also eine Übersichtskarte, hat die folgende Einteilung: (weit überwiegend) Gebirgstayga (Sumpfwald) mit überwiegend schwach podsolierten Böden von heller Farbe und geringer Mächtigkeit (es kommen vor Podsol-, lehmige Podsol-, Moor- und alluviale Wiesenböden). Torfmoorböden zeitweiliger oder der Flußmündungssümpfe. „Goltsy“: Gebirgstundraböden, vernäßte, versumpfte und trockene Podsolwiesenböden inmitten felsiger Höhen, Geröllböden und Schutt. Höhen und Abhänge: Es überwiegen torfige Podsol- oder lehmige Böden. Waldsteppe: Es überwiegen schwach gebleichte dunkelfarbige Böden und tonig-lehmige Tschernoseme; ferner degradierte, sandige Wiesen- und Alluvialwiesenböden. Teilweise verwehter Sand, z. T. mit Wald bedeckt. Wiesensteppe: vorherrschend ausgelaugte Tschernoseme verschiedener Art und Übergänge zu fetten Tschernosemen; ferner Wiesen-, solontschakartige Wiesen- und Alluvialwiesenböden. Trockene Tschernosemsteppe: vorherrschend humusarme (südliche) Tschernoseme; ferner Salzböden, solontschakartige Wiesen- und Alluvialwiesenböden. Trockene Steppe mit kastanienfarbigen Böden: vorherrschend dunkelkastanienfarbige, nicht solonetzartige Böden; ferner Solonetz, Solontschak und solontschakartige Wiesenböden (darin mit Kreisen die Stellen der stärksten Verbreitung der Salzböden). Allu-

¹ DIMO, N. A. und B. A. KELLER: Im Gebiet der Halbwüste. 1907.

² PRASSOLOW, L. J.: Böden von Südtransbaikalien. Hrsg. von der Akademie der Wissenschaften, S. 429. Leningrad 1927.

viale Böden verschiedener Typen. L. J. PRASSOLOW versucht trotz des kleinen Maßstabes dem tatsächlichen Befunde des ständig wechselnden Nebeneinanders der Typen gerecht zu werden. (In der Regel werden die Übersichtskarten sehr vereinfacht, wodurch der nicht eingeweihte Benutzer notwendigerweise auf die Vorstellung einer gleichmäßigen Bodenverteilung kommt, die in Wirklichkeit aber nirgends besteht.) Die Farbenwahl sucht einzelne Bodenfarben wiederzugeben, und zwar Hellrot für Podsol, Grau für die tschernosemenartigen Böden, Kastanienbraun für die kastanienfarbigen Böden, jedoch kann diese Art der Darstellung nicht konsequent sein. Die Moorböden sind blau, die Gebirgstundra bläulichgrau, die Alluvialböden grün usw. dargestellt.

Unter der Leitung von L. J. PRASSOLOW hat A. P. PRONIEWITSCH¹ eine Karte der landwirtschaftlichen Versuchsstation Pleskau (Pskow) im Maßstabe 1 : 1333 ausgeführt. Mit Schraffuren sind darin die folgenden 12 Typen unterschieden: Nicht gebleichter Humusboden; derselbe vergleitet, verborgen podsolisierte Böden; schwach, mäßig, stark gebleichte Böden; mäßig gebleichte, wenig vergleite Böden; podsolisierte Gleiböden; Gleipodsole; schwach gebleichte Gleiböden; torfige Podsolböden; torfig-moorige Böden; Alluvialböden und eine recht genaue Aufteilung podsoliger und Grundwasserböden.

Bodengeographische Karten nach Art der von B. B. POLYNOW zuerst im Dongebiet und in der Nordmongolei ausgeführten haben aus einem anderen Teile der Nordmongolei N. LEBEDEV und JN. NEUSTRUJEW² veröffentlicht. Sie bezeichnen sie als Karten elementarer Naturlandschaften. Sie sind im Maßstabe 1 : 200000 farbig angelegt. Die Erklärung dazu ist in drei Reihen gegliedert. Jede Farbe bezeichnet sowohl geomorphologische Elemente als auch die Pflanzendecke und die Böden und Oberflächenbildungen. Es entsprechen einander:

Im Gebiet der felsigen Bergkämme	Berggipfel und steil abfallende Abhänge	Grassteppe mit schwacher Pflanzendecke unbeständiger Zusammensetzung	Granitfelsen, Blockhau- fen und Steinschutt
	Sanft abfallende Ab- hänge und aus- geglichene Stufen	Grassteppen mit dichter Pflanzendecke	Bodenkomplex aus zwei Komponenten: dun- kelfarbige ausgelaugte und dunkelbraune Steppenböden
	Untere Teile der Ab- hänge und Hohl- wege mit flachem wasserlosem Bett	Pflanzendecke mit Step- pen- und Wiesenpflan- zen und einigen Sträu- chern	Grober Steinschutt und sandlehmige Ablage- rungen in den Ver- tiefungen
Im Gebiet der hügeligen Vorgebirge	Ausgeglicheene Ober- fläche der Gipfel der Hügel und ter- rassenförmigen Ab- stufungen der Vor- gebirge	Pflanzendecke mit Gra- mineensteppen, Wie- senpflanzen und Ele- menten der steinigen Steppen	Kastanienfarbige Step- penböden mit ver- schiedener Mächtig- keit des Humushori- zonts und scharf be- grenztem Alluvial- Karbonathorizont
	Talförmige, das Ge- biet der Vorge- birge zergliedernde Senken	1. Grassteppen mit Stipa und Wiesenpflanzen 2. Pflanzendecke mit Elementen der steini- gen Steppen 3. Solontschakwiesen	Bodenkomplex kasta- nienfarbiger Böden und ihrer salzhaltigen Varietäten auf sand- lehmigen Ablagerun- gen

¹ PRONIEWITSCH, A. P.: Böden der landwirtschaftlichen Versuchsstation Pskow. Leningrad 1929.

² LEBEDEV, N. u. JN. NEUSTRUJEW: Bodengeographische Forschungen im Gebiete des Sees Iche-Tuchum-Nor (Nordmongolei). Hrsg. von der Akademie der Wissenschaften, S. 75—144. Leningrad 1930.

Auf der akkumulativen Terrasse	Dritte (hohe) Terrasse	Gramineensteppe mit vereinzelter Pflanzen- decke	Hellkastanienfarbige Böden auf kiessandigen Ablagerungen
		Assoziation der Solontschakwiesen mit einzelnen Steppenelementen	Hellkastanienfarbige Böden mit einigen Solonetzprozessen auf sandlehmgigen Ablagerungen
	Zweite Terrasse	Stauden von <i>Stipa splendens</i> mit einer Reihe von Solontschakwiesen und mit Salzrinde bedeckte pflanzenlose Flecke (Hudjir)	Komplex Karbonat-Solontschakböden auf lößartigen Ablagerungen mit Chloridsulfat-Solontschak
	Wasserlose Teile der Seedepressionen	Solontschakassoziation mit vorherrschender <i>Salsola</i> und bedeutenden pflanzenlosen Flecken mit Salzrinde	Wiesensolontschakkomplex

Eine zweite Karte hat eine entsprechend den anderen Verhältnissen etwas andere Einteilung. Diese Art der Kartierung verbindet ohne Zweifel sehr eng Zusammengehöriges miteinander. Überall läßt sich der innige Zusammenhang zwischen Bodentypus, Vegetation und Relief feststellen. Neu ist die grundsätzliche Äußerung über alle drei Teile unter einer einzigen Signatur, die wahrscheinlich auch bei genaueren Kartierungen als die im Maßstabe 1 : 20000 ihren Wert haben dürfte. Die Topographie der Karten zeigt Höhenschichtlinien bei Unterschieden bis zu 380 m. Außer diesen Karten sind noch eine hypsometrische und eine petrographische Übersichtskarte des Gesamtgebietes beigegeben. Die Arbeit selbst enthält zahlreiche Abbildungen der verschiedenen natürlichen Landschaftsformen mit ihren leicht erkennbaren drei Elementen, sowie geologische Profile, botanische Listen und Tabellen von Laboratoriumsanalysen.

Zahlreiche Sowjetgüter sind in den letzten Jahren kartiert worden, so u. a. die Riesenfarm Gigant¹ von N. J. SAWWINOFF auf Grund einer bodenagronomischen Forschungsreise der Landwirtschaftlichen Akademie Timiriazew bei Moskau unter Leitung von W. R. WILLIAMS und V. B. BUSCHINSKY. Die Karte hat den Maßstab 1 : 150000 und eine Größe von 50 × 60 cm². (Die Farm hat eine Fläche von 120000 ha.) In der Zeichenerklärung wird darauf hingewiesen, daß alle Böden lehmartige Verschiedenheiten zeigen und sich auf lößartigem Lehm entwickelt haben. Unterschieden werden auf der Karte: mächtiger, mittlerer und gewöhnlicher Karbonattschernosem, letzterer zusammen mit südlichem Tschernosem; das gleiche mit Flecken von kastanienfarbigem Boden; Komplex des kastanienfarbigem Bodens mit 5% Säulensolonetz; das gleiche mit 25%; Salzboden des Manytschtales, der Schluchten und Salzsümpfe; Boden der Schluchten und entblöbte steile Abhänge; dunkelfarbiger Boden der Vertiefungen; ausgelaugter podsolartiger Boden der Vertiefungen. Diese Art der Darstellung ist mehr der normalen, typischen Kartendarstellung der meisten russischen Karten genähert.

B. A. KŁOPOTOWSKI² hat das Sowjetgut Udabno im Maßstabe 1 : 50000 aufgenommen, bei dem viele Schwarz-, Kastanien-, Braun- und Grauerdevarietäten und versalzte Böden unterschieden werden. Die Karte gibt eine gewisse Vorstellung des ungeheuren Bodenwechsels in der flachen Trockensteppe.

¹ In: Zernotrust: Le Problème des Céréales et l'organisation du Trust pour la production des Blés. Moskau 1930.

² KŁOPOTOWSKI, B. A.: Bodenkarte der Ostseite der Garedzezijsksteppe. Gebiet des Sowjetgutes Udabno und Umgebung. Tiflis 1930.

Eine indirekte Darstellung des Bodenmosaiks neben direkten Darstellungen einiger Teile daraus gibt M. WOSKRESSENSKY¹. Die Karte hat den Maßstab 1 : 150000. Es sind mit Farben dargestellt: Wiesen- und Moorwiesen; teilweise Solontschakböden der Terrassenabhänge; Komplexe der Täler aus Schwarzerde von erhöhter Mächtigkeit mit Solonetzvarietäten (tiefe und kurze Säulen) und dunkelfarbige Böden seltener Senken; Komplexe aus dunkelkastanienfarbigen Böden von 5—5,5% Humus mit Solonetzvarietäten in Senken; Komplexe aus dunkelkastanienfarbigem Boden von 3,5—4,5% Humus mit vorherrschenden, versalzten Böden, Solonetzvarietäten, dunklen Senkenböden und grauen Salzbuchtenböden; ähnliche Komplexe mit kastanienfarbigen Böden von 2,5—3% Humus; Alluvium, komplexe Böden der ersten Terrasse. Außer diesen verwirrenden Komplexangaben der Farben sind mit Schraffuren die Prozentzahlen des Anteils der Solonetzböden in den Komplexen, nämlich bis 10%, von 10 bis 25%, von 25—40%, von 40—50%, von 50—70%, über 70% angegeben. Im nördlichen Teil des Gebiets erweist sich der Anteil von 25—40%, im südlichen der von 15—25% am stärksten. Aber auch die mit höheren Prozentanteilen ausgestatteten Böden sind nicht unerheblich vertreten. Einige in großen Maßstäben ausgeführte kleinere Karten zeigen in direkter Darstellung Komplexe mit 10,9%, mit 26% und mit 60% Solonetz. Mehrere Profiltafeln sind beigelegt.

Im nördlichen Vorgebirge des Kaukasus, beiderseits des Terek, haben sowohl S. S. NEUSTRUJEFF als auch A. M. PANKOW und deren Mitarbeiter zahlreiche Kartierungen vorgenommen, und zwar S. S. NEUSTRUJEFF und E. N. IWANOWA² im Kreise Malaja-Kabarda der autonomen Balkar-Kabardina-Republik. Hier sind mit Schraffuren dargestellt: grauer Waldboden und degradiertes Tschernosem; mittlerer Tschernosem, gebirgig; südlicher, armer Tschernosem, gebirgig; südlicher Tschernosem mit Übergängen zu den kastanienfarbigen Böden auf der oberen Terrasse; Komplexe halbtrüber und salziger Tschernoseme an den Abhängen der Täler und auf dem Talboden; braune sandig-tonige Böden der oberen Terrasse; braune Böden der mittleren Terrasse von teilweise grober Zusammensetzung, salzig; Komplex von Wiesenböden tschernosemartigen Charakters mit kompaktem, hartem Karbonathorizont; südlicher armer Tschernosem der unteren Terrasse mit Spuren ehemaliger übermäßiger Durchfeuchtung (Wiesencharakter); salzige, feuchte Wiesenböden der unteren Terrasse; dunkle tschernosemartige Wiesenböden der mittleren Terrasse, teilweise salzig, mit weißlichem, manchmal hartem Karbonathorizont; versumpfte Solontschak- und salzige Böden in Senken der unteren Terrasse; Böden des den Überschwemmungen ausgesetzten Teils der unteren Terrasse, schwach ausgeprägte versumpfte Wiesenböden und veränderte alluviale Absätze. Aus dieser Karte geht ebenso wie aus den meisten anderen hervor, daß die Zugehörigkeit der morphologisch genau aufgenommenen Bodentypen zu den Oberflächenformen im Vordergrund der Feststellungen steht.

Zahlreiche bedeutende Kartierungen sind von A. M. PANKOW³ und seinen Mitarbeitern im vorkaukasischen Gebiete beiderseits des Terek vorgenommen

¹ WOSKRESSENSKY, M.: Recherches du sol dans le bassin du Sal. Primalskaja Datscha. Trav. Assoc. Inst. sci. du Caucase du Nord, Nr. 38, Lief. II. Rostov am Don 1928.

² NEUSTRUJEFF, S. S. u. E. N. IWANOWA: Die Böden des Kreises Malaja Kabarda des Balkar-Kabardiner autonomen Gebietes. Leningrad 1927.

³ RIBAKOW, M. M.: Die Böden des rechtsufrigen Ossetiens, des nordwestlichen Juguschetiens, des mittleren Teils des autonomen Bezirks der Sunsha und des westlichen Teils der Tschetschnja (russisch). Karte 1 : 210000. Wladikawkas 1927. — PANKOW, A. M.: Bodenkarte des ebenen und vorgebirgigen Teils des Terekbeckens (russisch). 1 : 420000. Wladikawkas 1928. — Zur Kenntnis der Bodenstatistik des Klein-Kabardiner Bewässerungsversuchsfeldes (russisch). 1 : 4000. Klein-Kabarda 1929. — Die Böden der vor-

worden. Es möge hier nur die große Karte der Arbeit über die Böden der gebirgigen Tschetschnja besprochen werden, an welcher außer A. M. PANKOW noch W. M. MOLOTKIN, E. PAWLOW und andere mitgearbeitet haben. Die farbige Karte im Maßstabe 1 : 210000 gibt an sich ein schönes klares Bild, das auf den ersten Blick ziemlich einfach zu sein scheint. Trotzdem hat die Farbenerklärung nicht weniger als 79 Nummern für Farben und farbige Schraffuren. Das Gebiet erstreckt sich von den Steppen der Terekebene bis zu den hohen Gipfeln des Hochgebirges. Ein Bodenschnitt durch das Gebiet zeigt den Zusammenhang der Böden mit den Oberflächenformen. Es kommen hier so ziemlich alle bekannten Typen mit Ausnahme tropischer und subtropischer vor. Auch Komplexe sind in großer Zahl ausgeschieden. Die Kartengröße beträgt $80 \times 100 \text{ cm}^2$. Mit ihrer Ausdehnung auf die so ungewöhnlich zahlreichen Typen dürfte sie eine der eigenartigsten, bisher veröffentlichten Bodenkarten sein. Die Verteilung der Farben ist für die gegenwärtige Durcharbeitung der Typen in Rußland recht kennzeichnend. Zwei Drittel der Karte entfällt auf das gebirgigere und Gebirgsland, ein Drittel auf das überwiegend flache und stellenweise hügelige Vorland. Auf die gebirgigen Teil sind nur 16 Farben mit farbigen Signaturen verwandt, alle übrigen 63 Farben verteilen sich auf die flachen und hügeligen Anteile mit ihren unendlichen Komplexen.

Welche Schwierigkeiten die Kartierung des Gebirgslandes den Bodenforschern bereitet, zeigen die genauen Karten, welche von J. N. ANTIPOW-KARATAJEW, MARIE ANTONOWA und W. P. ILLJUWIEW unter Leitung von L. J. PRASSLOW¹ im Botanischen Garten Nikitsky in der Krim aufgenommen sind. Die erste Karte im Maßstabe 1 : 126000 wird als schematische Karte der Hauptkulturböden auf der Südküste der Krim bezeichnet. Sie gibt in Schraffuren: schiefrige dunkelfarbige, braune, graue und gelbe lehmigkalkige, rotbraune Böden, ferner solche auf Eruptivgesteinen, lehmige Böden gemischten Ursprungs, aufgeschwemmte Talböden, Felsen und stark steinige Stellen an. Vom Nikitsky-Garten sind 5 Karten wiedergegeben, und zwar eine topographische im Maßstabe 1 : 4200 mit Höhenschichtlinien von 5 zu 5 m, die von der Höhe 170 bis zum Schwarzen Meer hinunterreichen, ferner 4 Bodenkarten auf einem Blatte nebeneinander, von welchem die vierte als Kartogramm der Gruppen, Untergruppen und Varietäten der Kulturböden bezeichnet wird. Auf ihr sind Flächen, die mit Ziffern und Buchstaben versehen sind, abgegrenzt. Die Erklärung gibt dazu eine Übersicht über die 6 vorhandenen Bodengruppen mit vielen Unterabteilungen: 1. Tonschieferböden auf Schiefergestein und dessen Derivaten, Unterschiede nach dem Muttergestein und nach dem Kalkgehalt; 2. kalktonige Böden von gelbbrauner Farbe auf Kalkeluvium mit oder ohne verdichtetem rotbraunem Horizont, Untergruppen nach dem Kalkgehalt; 3. rotbraune Tonböden auf rotem Ton (Eluvium von Kalksteinen); 4. kalktonige graubraune Böden auf einer Mischung von Kalk- und Schiefergesteinen; 5. tonige

gebirgigen Tschetschnja (russisch). Wladikawkas 1930. — Untersuchung eines Bodenkompleses im Gebiet des mächtigen Tschernosems (russisch). 1 : 6000. Leningrad 1930. Akademie der Wissenschaft. — Arbeiten des Institutes DOKUTSCHAJEFF für Bodenforschung. 1 : 6000. Leningrad 1930. — Die Böden der Distrikte Stepnowsky, Mosdowsky und Naursky im Departement Terek (russisch). Arbeiten der nordkaukasischen Vereinigung von wissenschaftlichen Instituten Nr 73, Folge 2. Maßstab 1 : 200000. Rostov am Don 1930. — SONN, S. W.: Die Böden des Tales Karkar im Bezirke der Stadt Bujnask DSSR. Beitr. zur Untersuchung der Böden des Dagestans V. (russisch mit deutscher Zusammenfassung). 1 : 500. Wladikawkas 1930.

¹ ANTIPOW, J. N., M. A. ANTONOWA u. W. P. ILLJUWIEW: Böden des Nikitsky-Gartens in der Krim (russisch mit deutscher Zusammenfassung). Bureau of Soils of State Inst. of Exper. Agron. Bull. 4, N. F. Leningrad 1929.

Böden mit Versumpfungsmarkmalen; 6. dunkelgraue Mergelböden. Die Erklärung zeigt also keinen der sonstigen Haupttypen der russischen Bodenforschung, sondern es treten in dem gebirgigen Garten die Muttergesteins-eigenschaften stark hervor. Die Autoren rechnen einen Teil der Böden zu E. RAMANNS Braunerden. Der Besuch des Gartens durch den 2. internationalen Bodenkongreß 1930 ließ jedoch keine Braunerden erkennen, sondern junge unreife Böden von tschernosemartigem Habitus, Humuskarbonatböden und deren Degradationserscheinungen und anderes. Die drei anderen Karten geben an: die Verteilung des Gehaltes an Skeletteilen in den Abstufungen 3—10%, 10—40%, 40—60%, von ersterem nur ganz wenig; den Gehalt an CaCO₃ in der oberen Schicht der Böden mit den Abstufungen ohne CaCO₃, 1—6%, 6—15%, 15—30%, von ersterem nur wenig, vom zweiten überwiegend; die Verteilung der Farbe in der oberen Schicht der Böden, Hellbraun, leuchtend Bräunlich, Gelblichbräunlich, Gelbbraun, Dunkelgelbbraun, Dunkelbraun, Gelbgrau (Helloliv), Bleichgelbbraunlich (kalt), Bräunlichgelb (kalt); die Farben sind außerdem nach W. OSTWALDS Tabelle bezeichnet. Diese genaue und sorgsame Kartierung zeigt recht klar die Schwierigkeiten, welche derartige Gebirgsböden auf stark wechselndem Gestein und mit wechselnden Oberflächenformen noch gegenwärtig der Einreihung in die sonst schon weit ausgebauten Klassifikation bereiten.

Ein schönes Werk der regionalen Bodenforschung ist G. MACHOWS¹ Übersichtskarte der Ukraine mit dem zugehörigen Bande über die dortigen Böden. Die Ukraine ist fast so groß wie das Deutsche Reich, die Karte im Maßstab 1 : 1 050 000 nimmt infolgedessen den Umfang 100 × 75 cm ein. Es ist überwiegend Flachland mit eingeschnittenen Flußtälern. Den größten Teil des Gebiets nehmen zahlreiche Varietäten der Steppenschwarzerde ein, im Nordwesten ist ein größeres Gebiet von primär podsolierten, südlich davon ein ebenso großes von sekundär podsolierten (degradierten) Böden vorhanden. Doch ziehen sich breite Streifen von Podsolböden beider Gruppen auch durch große Teile der Schwarzerdesteppen, wie sich auch andererseits zwischen dem Hauptgebiet der primärpodsolierten Böden im Nordwesten und den sekundärpodsolierten südlich davon eine breite Zone von mächtigem Tschernosem eingeschoben hat. Der Süden des Gebietes wird von schokoladenbraunem (südlichem) Tschernosem eingenommen, der demjenigen in Rheinhessen und in der Rheinpfalz gleicht. Ganz im Süden auf der flachen Küste am Schwarzen und Asowschen Meere ist der Boden voll von Salzwasser. Auch nach Norden zu bis an den Dnjepr sind viele Salzböden, namentlich der Typus Solodj, der durch podsolähnliche weiße Quarzbildung in der Oberkrume ausgezeichnet ist und sich in Senken findet, angegeben. Aber auch nördlich des Dnjepr bis in das Gebiet der Podsolböden kommen große Flächen von Salzböden vor. Die primär podsoligen Böden sind zumeist auf Flußsand, Moränen und fluvioglazialen Ablagerungen, aber auch auf Löß gebildet, die sekundär podsoligen und die Steppenböden dagegen zumeist auf Löß, aber auch auf Flußterrassen, paläogenen, kretazischen und karbonischen Gesteinen kommen sie vor. Nicht weniger als 44 Farben, Farbnuancen und Signaturen sind für die Darstellung verwendet worden, davon 8 für die primär podsolierten, 4 für die sekundär podsolierten, 23 für die verschiedenen Tschernosemvarietäten, 4 für Salz- und Alkaliböden, 3 für Moore, 2 für Sandablagerungen. Die Farben sind kräftig und geben infolge geschickter

¹ MACHOW, G. G.: Bodenkarte der Ukraine. Hrsg. von der Abteilung für Bodenkunde des ukrainischen wissenschaftlichen Ausschusses für Landwirtschaft bei dem Volkskommissariat für Landwirtschaft der UkrSSR. (ukrainisch mit russischer und englischer Übersetzung). Maßstab 1 : 1 050 000. Charkow 1926. — Beiträge zum Studium der Böden der Ukraine. Nr. 7. Bodenkarte der Ukraine (ukrainisch). Charkow 1927. — Ukrainische Böden. Charkow 1930.

Auswahl ein plastisches Bild der Oberflächenformen. So sind bei den Tschernosemvarietäten die höher gelegenen dunkelgrau oder dunkelgelbbraun, die tiefer gelegenen in mehreren Abstufungen heller. Infolgedessen tritt an vielen Stellen die Wirkung der Flußerosion deutlich hervor. Das 1930 erschienene Buch MACHOWS über die ukrainischen Böden, das neben dem ukrainischen Text einen 20 Seiten langen englischen Auszug „Tafeln für die Bestimmung der hauptsächlichsten Bodeneinheiten“ enthält, ist durch 20 Tafeln mit 39 farbigen Bodenprofilen ausgezeichnet, die jedes eine Originalaufnahme darstellen und gut gelungen sind. Zahlreiche Landschaftsbilder, schwarze Profile und Abbildungen der Aufnahmemethode kommen auf dem schlechten Papier nicht recht zur Geltung. Zwei größere Profiltafeln geben mit Hilfe von Zeichnungen den Zusammenhang zwischen Charakterpflanzen, Relief und Bodenprofilen und zwischen Bodenausbildung und Mikrorelief, z. T. mit Vergleichskurven von Ernteerträgen und Niederschlag während der Vegetationszeit, wieder. Dieser Zusammenklang zwischen der Karte, den Profilen mit ausführlichen Beschreibungen, zu denen auch eine Reihe von Standardanalysen, sowie eine geologische und eine botanische Einleitung und eingehende Erörterung der Aufnahmemethoden hinzutritt, erfüllt fast alle Ansprüche, die man zur Zeit an eine vollständige regionale Bodenlehre stellen kann. Es scheinen jedoch ausführliche Besprechungen über den Zusammenhang zwischen den Böden und der auf ihnen betriebenen Landwirtschaft zu fehlen.

Die große neue Übersichtskarte der Böden des europäischen Rußlands im Maßstabe 1:2520000 ist 1930 von dem DOKUTSCHAJEFFSchen Institut der Akademie der Wissenschaften herausgegeben worden. L. J. PRASSLOW hat sie nach den Einzelkarten zahlreicher Autoren zusammengestellt. Sie umfaßt 6 Blätter. Die Zeichenerklärung enthält 50 Farben und Zeichen, der Text ist russisch und englisch. Im allgemeinen ist die Flächendarstellung einzelner Typen mit Unterscheidung der Bodenarten gewählt, nur wenige Komplexe sind angegeben. Die Podsolvarietäten werden mit den offiziellen rosa Farbennuancen, die Steppen- und Trockensteppenböden mit grauen und braunen Tönen dargestellt.

Im Vergleich zu den Karten der Bodensäureverteilung, welche gegenwärtig in mehreren Ländern herausgegeben werden, muß noch auf vier Bodensäurekarten hingewiesen werden, welche V. V. HEMMERLING¹ bei viermaliger Untersuchung desselben Feldes aufgenommen hat. Die Aufnahmen sind im August und im Oktober zweier aufeinander folgenden Jahre bei verschiedener Temperatur und verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt der Böden erfolgt. Die p_H -Zahlen schwanken zwischen 6 und 8. Die Verteilung der Werte ist bei den verschiedenen Aufnahmen so grundverschieden, daß jede einzelne Karte nur Zufallswerte aufweisen kann.

Asien.

Die Bodenkartierung Asiens hat sich im Anschluß an diejenige anderer Länder verschieden entwickelt. Das asiatische Rußland und angrenzende Gebiete wie die Mongolei, die Mandschurei und Japan sind von russischen Bodenforschern aufgenommen worden. In Japan wird nach deutschem Vorbilde geologisch-agronomisch kartiert, Ostindien nach englischem Muster; in China, den Philippinen und z. T. Niederländisch-Indien wird nach amerikanischer Methode gearbeitet, in Niederländisch-Indien auch nach eigener. Über das asiatische Rußland ist bereits manches in dem Abschnitt über Rußland, in welchem auch mehrere Spezialarbeiten russischer Forscher über Teile Asiens besprochen worden

¹ HEMMERLING, V. V.: Russian Investigations concerning the Dynamics of natural Soils. Acad. Sci. Russ. Ped. Inv. 7, Abb. 4. Leningrad 1927.

sind, ausgeführt. Eine neue große Karte im Maßstabe 1:10000000 des asiatischen Teils der USSR.¹ ist dort ebenfalls erwähnt worden, die in der gleichen Weise wie die des europäischen Rußlands die Verbreitung der Bodentypen bringt und ihre zum Teil zonale Anordnung erkennen läßt. Sie hat 39 Typen mit Farben und farbigen Schraffuren dargestellt, darunter 2 Arten der Tundra, Torfböden, 7 Arten podsoliger Typen, degradierte und vier andere Varietäten des Tschernosems, 3 Arten des kastanienfarbigen Bodens, 3 Arten der grauen Wüstensteppen und eine des Wüstenbodens, 7 Alkali- und Salzböden mit Komplexen anderer Böden, 4 Arten der Talböden und 7 Gebirgsböden. Die Karte läßt erkennen, daß es sich in den südlichen Teilen um recht fortgeschrittene Aufnahmen handelt. Sie stellt einen wesentlichen Fortschritt gegen früher dar.

Über andere Teile Asiens, in welchen eine gewisse Bodenkartierung stattgefunden hat, enthält der von G. MURGOCI herausgegebene Band des „Etat de l'étude et de la cartographie des sols“ einige Mitteilungen. G. MURGOCI² selbst hat 1909 eine Reise durch Anatolien längs der Bagdadbahn unternommen und beschreibt die dort festgestellten Halbwüstenböden, ohne daß es zu einer Kartierung gekommen ist. Erst 1930 konnte F. GIESECKE³ auf Grund eigener Reisen und unter Zugrundelegung der klimatologischen Daten einen Bodenkartenentwurf Anatoliens anfertigen. Die Karte zeigt die hauptsächlichste Verteilung der Bodenzonen Kleinasiens und führt in erster Linie folgende Bodentypen an: Grauer und brauner Wüstensteppenboden im Bereiche der abflußlosen inneranatolischen Steppe, Salzböden in dem gleichen Gebiete, ferner kastanienfarbiger Steppenboden im Süden des genannten Gebietes. Ferner weist die Karte Skelettböden mit Roterde, Rendzina, hellkastanienfarbigen Boden, braunen Waldboden und podsoligen Boden auf. Das Vorwiegen der Roterdebildung erstreckt sich in erster Linie auf die Gebiete, die sich durch kalkhaltiges Muttergestein und durch den Einfluß des Mediterranklimas charakterisieren. Daß die reine Roterdebildung, flächenmäßig betrachtet, nicht so sehr zum Ausdruck kommt, hängt damit zusammen, daß ähnlich wie in den Karstgebieten Dalmatiens und Istriens die Steilabhänge einer vollständigen Profilausbildung entgegenarbeiten. Die Karte ist im Maßstabe 1:7000000 angefertigt und ist mit derselben Bezeichnungsweise versehen, die der allgemeinen Karte Europas von H. STREMMER zugrunde gelegt ist. Die Bodentypen fallen im großen und ganzen mit den Klimazonen zusammen. Von Bodenarten, die allerdings in der Karte nicht aufgenommen sind, weist die Erläuterung auf: Grusböden, Tonböden, Mergelböden, Kalk- und Sandböden. Humusböden sind selten, wenigstens in den Gebieten, die der landwirtschaftlichen Nutzung unterworfen sind⁴.

Das Imperial Department of Agriculture in Indien teilt in MURGOCI'S Werk⁵ mit, daß dort eine besondere Behörde zum Studium der Böden und Bodenbildungen nicht existiere, und demzufolge auch keine allgemeine Bodenaufnahme. Doch werden drei Soil Surveys von Madras, über die nichts Näheres in Erfahrung zu bringen ist, genannt⁶. Beschreibungen der Böden von

¹ Reconnaissance Soil Map of the Asiatic Part of RSSR. under the direction of K. D. GLINKA and L. J. PRASSOLOV. Acad. Sci. USSR. DOKUTSCHAJEFFS Inst. Soils. 1:10000000. Leningrad 1930.

² MURGOCI, G.: Anatolie. Les sols le long du chemin de Bagdad. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 5—7. Bukarest 1924.

³ GIESECKE, F.: Bodenkundliche Beobachtungen in Anatolien und Ostthrazien unter Berücksichtigung geologischer, klimatischer und landwirtschaftlicher Verhältnisse. Chem. Erde 4, 596 (1930).

⁴ F. GIESECKE: Ebenda, S. 597. ⁵ Ebenda, S. 2, 287.

⁶ Bull. Imp. Dep. Agric. 4, 75 (1918) Madras. — A soil survey of the Kistra Delta by W. H. HARRISON, M. R. RAMASWAMI SIWAN und B. WISWANATH 7, 83 (1922) Madras. —

Indore in Zentralindien geben J. HUIDEKOPER und A. L. HUIDEKOPER¹ mit einer kleinen Karte im Maßstabe 1:25 000 000, auf welcher außer einigen geologischen Buchstaben schwarzer Baumwollboden, guter, sehr guter Boden, verschiedene Böden, schlechte Böden, genannt Kharifs, sehr schlechte Böden, genannt Bari, eingetragen sind. Außerdem sind Angaben über die Fruchtbarkeit, die Verbreitung guter Ernten von Weizen, Baumwolle, Opium, Mohn, Mais, Tabak und Reis mitgeteilt, sowie der jährliche Niederschlag zahlenmäßig angegeben.

Über den Fortschritt der Bodenkartierung in Japan berichtet T. SEKI². Die Bodenaufnahme wurde 1882 als eine Abteilung der geologischen Landesaufnahme von M. FESCA begründet. 1905 wurde sie an die landwirtschaftliche Versuchstation angeschlossen. Insgesamt waren bis 1924 45 Bodenkarten im Maßstabe 1:100 000 veröffentlicht worden. Die Bodenaufnahme und die zugehörigen Analysen wurden nach der von M. FESCA eingeführten Methode ausgeführt und die Böden nach den Ergebnissen der mechanischen Analyse klassifiziert. Die hauptsächlich auftretenden Böden sind die folgenden: 1. Böden aus vulkanischen Aschen entstanden; sehr verbreitet. Sie werden als Tone oder lehmige Tone bezeichnet, sind aber sehr bröckelig. Plastizität fehlt, wahrscheinlich infolge des großen Gehaltes an Allophantonen anstatt Kaolintonen; 2. saure Böden; sie werden hier und da in großen Flächen gefunden; 3. im westlichen Teile Japans mit einem Jahresniederschlag von über 2000 mm besonders unfruchtbare Böden, Onji genannt; sie sind von großer Ausdehnung und aus Bimssteinasche entstanden, sehr arm an Alkali, röten blaues Lakmuspapier nicht. Auf Grund chemischer und mineralogischer Untersuchungen hält SEKI sie für teilweise laterisiert. — Bodenkarten von ganz Japan im Maßstabe 1:500 000 sind in Vorbereitung, sie werden den Zusammenhang mit petrologischen und klimatischen Bedingungen zeigen.

Neuerdings werden Bodenkartierungsarbeiten in Asien auch durch den Ausschuß für die Bodenkarte Asiens bei der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft angeregt und gefördert. Der Vorsitzende ist B. POLYNOW, der mit Unterstützung der russischen Akademie der Wissenschaften, insbesondere DOKUTSCHAJEFFS Institut für Bodenkunde, das Sammelwerk „Beiträge zur Kenntnis der Böden Asiens“ herausgibt, dessen 1. Teil 1930 erschienen ist³. B. POLYNOW berichtet hierin über die Kartierungsbestrebungen in den einzelnen asiatischen Ländern.

Von Japan konnte O. N. MICHAILOWSKAJA⁴ eine Bodenkarte im Maßstabe 1:600 000 nach japanischen, russischen und deutschen Arbeiten zusammenstellen, auf welcher mit Farben angegeben sind: Bergwiesenböden; Komplexe von podsoligen, leichtpodsoligen und Moorböden; Braunerden und schwachpodsolige Böden; Gelb- und Roterden; Laterite. Mit Schraffuren sind die Muttergesteine bezeichnet, nämlich Eruptivgestein und kristalline Schiefer, Sedimentärgesteine (paläozoisch, mesozoisch, Tertiär), pleistozäne und rezente Ablagerungen. Die Farben sind in Schraffuren auf die Karte gebracht. Leider fehlen die Namen für die Inseln. Im Text ist noch eine Skizze von T. SEKI der Inseln Formosa, Hokkaido und Südsachalin mit den Bezeichnungen wiedergegeben: podsoliierte Böden,

A soil survey of the Godawari Delta by V. NORRIS, M. P. RAMASWAMI SIWAN und S. KASSINATHA AYYAR Madras 8, 8 (1923). — A soil survey of the Periyar Tract. Idem. Brieflich wird von M. SANDERS hinzugesetzt: on a small scale.

¹ HUIDEKOPER, J. u. A. L.: A Preliminary Note on the Soils of Indore. Ebenda, S. 283 bis 290.

² SEKI, T.: The progress of the soil mapping in Japan and some proposals for future investigations. Ebenda S. 291 u. 292.

³ POLYNOW, B. B.: Contributions to the knowledge of the soils of Asia. Leningrad 1930.

⁴ MICHAILOWSKAJA, O. N.: On the Soils of Japan. Ebenda, S. 9—30.

schwach podsolierte Böden, junger vulkanischer Detritus, wahrscheinlich schwach podsolierte Böden, wahrscheinlich junger vulkanischer Detritus, Alkali und alkalische Böden.

Nach E. AHNERT, B. IWASCHKEWITSCH, B. SKVORTSOW und anderen hat V. A. BALTZ¹ eine Karte der Mandchurei vom Amur bis nach Peking zusammengestellt, auf der mit Schraffuren angegeben sind: Skelettböden und steinig-kiesige Böden; kastanienfarbige Bergböden; Bergschwarzerden; Bergpodsole; Moor- und Podsolböden des Tieflandes; alluviale Böden der Flußtäler; Solontschak; Solonetz; Roterden; Braunerden; hellkastanienfarbige Böden; ausgelaugte und degradierte Schwarzerden; gewöhnliche Schwarzerden; graue Waldböden; podsolierte Böden. Es ist hier hauptsächlich von russischen und einem deutschen Autor eine recht ins einzelne gehende Vorarbeit geleistet worden. Der Text enthält bereits außer klimatischen und botanischen Angaben, auch solche für von T. P. GORDEIEW² aufgenommene Bodenprofile von schwach degradiertem Tschernosem.

In der Mongolei sind auf Grund der Ergebnisse einer Expedition der russischen Akademie der Wissenschaften Aufnahmen von B. B. POLYNOW, N. N. LEBEDEV und O. N. MICHAILOWSKAJA ausgeführt worden, die zu bemerkenswerten neuen Methoden der Darstellung geführt haben, worüber bereits im Abschnitte über Rußland berichtet worden ist.

Aus Indien ist von einer Reihe von Forschern verschiedener Wissenszweige der genannten Kommission Material geliefert worden, das ebenso wie solches über Insulinde, Indochina und die Philippinen, worüber V. K. AGAFONOW Material eingesandt hat, in DOKUTSCHAJEFFS Institut verarbeitet wird. Anfänge liegen auch bereits von Palästina, Arabien, Kleinasien, Persien, Afghanistan vor.

In den letzten Jahren ist die Geologische Landesanstalt von China auch zur Bodenkartierung übergegangen. Es sind bisher 2 Nummern eines Soil Bulletin herausgegeben worden, welche auch Bodenkarten enthalten.

Nr. 1 des Soil Bulletin enthält eine Arbeit von C. F. SHAW³ über die Böden Chinas, die eine vorläufige Übersicht darstellt. Die darin enthaltene Karte im Maßstabe 1:840000 gibt 9 Bodenregionen an: die der Roterden, der Tonsohlen (claypan), des Hwai Tals, der Braunerden, die Flußebenen des mittleren Yangtse, das Delta des unteren Yangtse, die Alluvialböden der nördlichen Ebenen, das alte Delta des Hoangho, die Sajongböden der mittleren Ebenen. „Die Namen der Roterde-, Tonsohlen- und Braunerdere regionen sind hauptsächlich bodenkundlich, die übrigen zumeist geologisch.“ Die Braunerden sind allerdings nicht den europäischen im Sinne RAMANNS gleichzusetzen, sondern lediglich nach der braunen Farbe ohne eine Beziehung zu Böden anderer Gegenden benannt. Die Roterdere region nimmt den Süden ein. Es ist ein stark kuptiertes Gebiet mit hohem Niederschlag und hoher Sommertemperatur, während die Winter zwar auch Schnee und Eis haben, jedoch keine langanhaltende Frostperiode. Die vorherrschenden Böden sind sowohl in ihrer Oberkrume als auch im Rohboden durch rote Farbe gekennzeichnet, sie sind durch massive Struktur ausgezeichnet, die, wenn gestört, unregelmäßig würfelige Bruchstücke entstehen läßt. Das Tonsohlengebiet zeichnet sich dadurch aus, daß Böden hier verbreitet sind, die eine dichte Tonsohle im Rohboden haben. Auch diese Region ist gebirgig. Sie schließt sich nördlich an die Roterdere region an. Die Böden des Hwaitales sind durch

¹ BALTZ, V. A. u. B. B. POLYNOW: On the Soils of Manchuria. Ebenda, S. 31—44.

² GORDEIEW, T. P.: Description of the soils and rocks which has been found at Mammoth-Amok. Bull. Soc. Study Manshuria 6. Charbin 1926.

³ SHAW, C. F.: The Soils of China. A Preliminary Survey. Soil Bull. of the Geol. Surv. of China 1. 1930.

braune bis hellbraune Farbe der Oberkrumen und des Rohbodens, hauptsächlich sandiger Natur, mit feinen Glimmerschüppchen ausgezeichnet. Das Braunerdegebiet umfaßt die gebirgigen Teile der Provinz Schantung, in denen der Gesteinscharakter des Muttergesteines bei der Bodenbildung von großem Einfluß ist. Es herrscht braune Oberkrume und rötlichbrauner Rohboden vor. Die Böden der Flußebene des mittleren Yangtse haben rötlichbraune Oberkrume und eben-solchen Rohboden; die Böden des Yangtsedeltas besitzen eine bräunlich graue bis dunkelgraue Oberkrume, während der Rohboden grau bis dunkelgrau mit braun, gelb, blau und weiß gefleckten Grundwasserabsätzen ist. Die nördlichen Ebenen grenzen westlich an Schantung an. Ihre Böden bestehen aus Flußablagerungen und äolischem Staub. In den höhergelegenen Teilen haben sie braune bis hellbraune, in den Becken graubraune bis dunkelbraungraue Farbe. Sie sind kalkreich und stellenweise salzig. Das alte Delta des Hoangho war bis 1852 von diesem durchflossen, wurde dann aber vom Flusse verlassen. Die Sajongböden der mittleren Ebenen schließen sich südlich an die der Alluvialböden an. Sie haben fast stets im tieferen Unterboden einen Horizont mit Kalkkonkretionen, genannt Sajong, und sind bis oben hin kalkhaltig. Die Beschreibung der einzelnen Regionen enthält Abschnitte über Topographie, Flüsse und Dränung, Bodenbildung, Böden, Bewässerung, Nutzung u. a. m.

Von den Arbeiten des Bulletin Nr. 2 enthält die von CH'ANG¹ über die Bodenregionen des Weihotales eine Karte in 1:600000, auf welchen die gegenwärtigen Ablagerungen, die Alluvialebene und Löß unterschieden sind. Eine Karte des Gebietes von Sanho, Singka und Chihrien von C. Y. HSIEH und L. W. CH'ANG² in 1:75000 gibt mit Farben die Bodenarten Sand, Ton, Torf, Kies und Löß, Lehm, lößartiger Boden, roter Ton und Felsen an. Außerdem sind in die Karte die Bohrstellen zum Teil mit Profildarstellung in Schraffuren eingezeichnet. Im Text sind die Bodenarten unter der Obereinteilung: Alluvium, Moorböden, Grauerden zusammengefaßt.

Die Bodenkarte eines Teiles der Insel Negros von den Philippinen hat R. L. PENDLETON³ im Maßstabe 1:30000 nach amerikanischem Muster ausgeführt. Sie ist im Auftrage der La Carlota Zuckergesellschaft aufgenommen worden. Im ganzen werden 11 Serien mit zusammen 26 Typen unterschieden. In einer Tabelle im Text ist auf zehntel Hektar genau die Fläche der 26 Typen, außerdem der Steine und Felsen, Schluchten, Sümpfe und Flüsse, ihr Anteil an der pflügbaren und der Gesamtfläche ausgerechnet.

Über die Bodenkartierung in Niederländisch-Indien hat J. B. VAN DER MEULEN⁴ dem Verfasser das folgende mitgeteilt:

Schon seit etwa 1900 hat die Niederländisch-Indische Landwirtschaftsindustrie Kartierungen vieler Unternehmungen veranlaßt, so daß ein nicht unbeträchtlicher Teil der Tabak- und Zuckerböden bisher aufgenommen worden ist. Der Maßstab der Karten ist zumeist 1:20000. Doch sind auch einige Übersichtskarten im Maßstab 1:50000 bis 1:100000 ausgeführt. Nur ein kleiner Teil wurde veröffentlicht, worüber C. H. VAN HARREVELD-LAKO⁵ berichtete. Die Karten

¹ CH'ANG, L. C.: Soil Regions in the Wei-Ho Valley, Shensi. Soil Bull. 2, 11—17 (1931).

² HSIEH, C. Y. u. L. C. CH'ANG: Soil Reconnaissance in San-Ho, Ping-Hu and Chi-Hsien Area. Soil Bull. 2, 1931.

³ PENDLETON, R. C.: A soil survey of the La Carlota area, Occidental Negros, Philippine Islands. With colored map. Bodenkundl. Forschungen 2, 308—343 (1931)

⁴ VAN DER MEULEN, J. B.: Bodenkartierung in Niederländisch-Indien. Manuskript 1931.

⁵ VAN HARREVELD-LAKO, C. H.: Grondkarteerung in Ned. Indië. De Ind. Mercur 15. 4. 1931.

dienen sämtlich praktischen Zwecken, ihre Grundlagen sind sehr verschieden, richten sich jedoch fast ausschließlich nach physikalischen und chemischen Untersuchungen der Ackerkrume. Die erste derselben dürfte eine Karte D. J. HISSINKS¹ von einem Teile der Insel Deli sein.

In den letzten Jahren hat die Regierung zwei Kartierungsarbeiten veranlaßt. Im Jahre 1927 wurde die Geologische Landesanstalt in Bandung beauftragt, eine geologische Karte der Insel Sumatra in 1:200000 aufzunehmen und daran eine gesonderte agrogeologische Aufnahme unter Leitung von Bodenkundlern anzuschließen. Ferner hat 1930 das Bodenkundliche Institut der staatlichen Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Buitenzorg mit einer Bodenkartierung der Inseln Java und Madura im gleichen Maßstabe begonnen. Die Arbeitsmethoden der beiden Kartierungen sind sehr verschieden. Auf Sumatra hat man die Absicht eine genetische Einteilung der Böden, und zwar die 1913 von E. C. JUL. MOHR² entworfene, zu befolgen. MOHR teilt die autochthonen Böden nach dem Ursprungsgestein und nach der Art und dem Stadium der Verwitterung ein. Auf Grund seiner Beobachtungen und chemischen Untersuchungen gibt MOHR die folgende Übersicht über die Farben der Verwitterungsböden:

		Regen > Verdunstung ↓ ↓ ↓ ↓	Regen- und Trockenzeit ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↑ ↓ ↑ ↑ ↑		Regen < Verdunstung ↑ ↑ ↑
Verwitterung über Wasser	Temperatur hoch	gelb rot	rot	schwarz	grau
	Temperatur niedrig	weiß	—	—	—
Verwitterung unter Wasser	Temperatur hoch	grau weiß	—	schwarz	—

Bereits 1914 hat MOHR eine Übersichtskarte von Java entworfen, die auf einer Ausstellung in Semarang gezeigt wurde. Die allochthonen Böden wurden später nach dem Entstehungsort (Fluß, Meer u. a.) und der mechanischen Analyse unterschieden.

Danach werden auf Sumatra folgende bodenbildende Faktoren berücksichtigt 1. das Ursprungsgestein (darin jede Gesteinsgruppe nach alluvialem und eluvialem Vorkommen), 2. subaerische, subaquatische und wechselnde Verwitterung, 3. Klima und Vegetation, 4. Verwitterungsstadium (juvenil, viril, senil). Um die Verwendung der Karten in der Praxis zu fördern, will man hinsichtlich der Benennung der Böden sich nicht an die Systematik binden, sondern einfache, leicht verständliche Namen nach der Farbe, der Schwere, dem Geländezustand, eventuell unter Zusatz einer örtlichen geographischen Bezeichnung erfinden.

Die Bodenkartierung auf Java und Madura soll in 5 Jahren fertig sein, dann soll sich eine Spezialkartierung in 1:50000 anschließen. Man ist hier der Meinung, daß die Kenntnis der Entstehung der javanischen Böden noch zu gering sei, als daß man eine genetische Systematik einführen könne. Man will die Böden nach der amerikanischen Auffassung in Familien, Serien und Typen auf Grund ihrer mechanischen, mineralogischen und chemischen Zusammensetzung, ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften, Farbe, Struktur und Bodenprofil gliedern.

¹ HISSINK, D.: Grondsoorten van een gedeelte van Deli met toelichting. 1901.

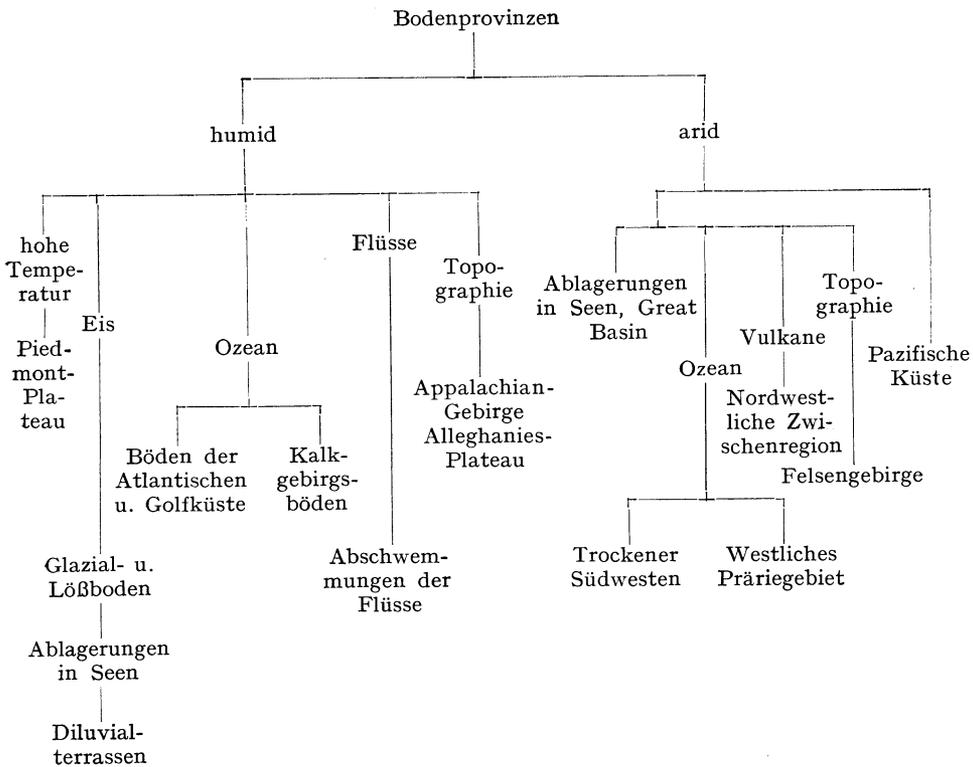
² MOHR, E. C. JUL.: De Grond van Java en Sumatra. Amsterdam 1913.

Nordamerika.

Vereinigte Staaten von Amerika (USA.).

Schon E. RAMANN¹ hat über die Kartierung in den Vereinigten Staaten wie folgt berichtet: „Einen selbständigen Weg in der Kartierung sind die Vereinigten Staaten von Nordamerika gegangen. Hier ist zunächst das ganze Land in 14 Bodenprovinzen eingeteilt, die hauptsächlich nach orographischen Gesichtspunkten abgetrennt sind. So umfassen z. B. die ‚Atlantic Gulf Coastal Plains‘ das ganze Küstengebiet von Kanada bis Mexiko, ein Gebiet, das mindestens 3 verschiedenen klimatischen Bodenzone (Podsol, Braunerden, Roterden) angehört.

„Die Einteilung unterscheidet zunächst ein humides und arides Gebiet und beruht weiter auf orographischen, geologischen usw. Grundlagen. Eine Übersicht gibt das folgende Schema:



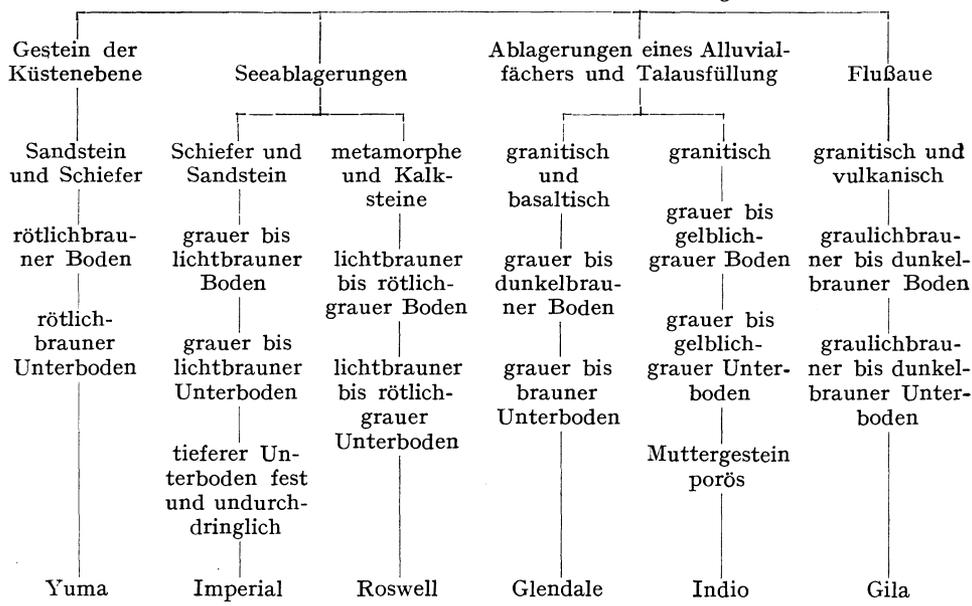
„Die einzelnen Bodenprovinzen sind in eine größere oder kleinere Anzahl Gruppen ‚series‘ geteilt, die z. B. bei den atlantischen Küstenböden 20 und im ganzen gegen 100 betragen.

„Diese Einteilung entspricht den Bedürfnissen des großen Ländergebietes der Vereinigten Staaten; fortschreitende Bodenkultur wird weitere Trennungen notwendig machen. Zur Zeit gewährt die Einteilung der Böden in Gruppen eine Übersicht über die durchschnittlichen Verhältnisse einer Gegend und gibt zugleich dem praktischen Landwirt einen Anhalt, welche Kulturen mit Aussicht auf Erfolg geübt werden können.“

¹ RAMANN, E.: Bodenkunde, 3. Aufl., S. 610. Berlin 1911. — E. RAMANN gibt keine amerikanische Literatur an. Nach Mitteilung von C. F. MARBUT an den Verfasser befindet sich das Diagramm im US. Bureau Soils Bull. 55. Washington 1909.

Die Bodenkundliche Landesaufnahme (Soil Survey) der Vereinigten Staaten wurde im Jahre 1900 begründet. Sie brachte von 1903 ab zusammenfassende Übersichten über die Feldarbeiten und eine Beschreibung der dabei ermittelten Bodentypen heraus, die 1909 bereits zu dem Handbuch des Bulletin 55 angewachsen waren. 1913 wurde es ergänzt und neu herausgegeben¹. Die darin befindliche Übersichtskarte der Bodenprovinzen und Bodengebiete der Vereinigten Staaten hat mit Farben 13 Einheiten unterschieden. Die Farbenerklärung gibt 7 Bodenprovinzen und 6 Bodengebiete an. Die Bodenprovinzen sind: die glazialen See- und Flußterrassen (im Glazialgebiet der Großen Seen und westlich davon), Glazial und Löß (reicht von der atlantischen Küste bis an die Felsengebirge längs der kanadischen Grenze und geht in schmalen Streifen beiderseits des Mississippi bis an dessen Delta), Kalkstein-Täler und -Hochländer (einzelne von einander getrennte Streifen und Flächen in der östlichen Hälfte), Appalachische Berge und Plateaus, Piedmont-Plateau, Flutebenen der Flüsse (Flußauen), Atlantische und Golfküstenebenen. Diese Bodenprovinzen liegen hauptsächlich im östlichen Teil, die Bodengebiete dagegen im westlichen von USA. Sie sind: Pazifische Küstenregion, nordwestliche Zwischengebirgsregion, Region des Großen Beckens (Newada), südwestliches Trockengebiet, Gebiet der Felsengebirge, Gebiet der Großen Ebenen. Die Einteilung hat somit topographischen und geologischen Charakter². In dem genannten Bande werden die 13 Bodenprovinzen und Bodengebiete im einzelnen ausführlich behandelt. Jede dieser Darstellungen schließt mit einem Diagramm, das als Schlüssel zu den Böden der betreffenden Provinz bezeichnet wird. Das nachstehende ist das kleinste mit nur 6 Bodengruppen (Serien), deren Namen auf Grund der geographisch-morphologischen, geologisch-petrographischen und Horizontbildungen aufgestellt sind. Das größte Diagramm enthält 121 Seriennamen.

Schlüssel zu den Böden des südwestlichen Trockengebietes.



¹ MARBUT, C. F., H. H. BENNET, J. E. LAPHAM und M. H. LAPHAM: Soils of the United States. Bur. Soils Bull. 96. 791 Seiten, 13 Übersichtstabellen, 2 Karten. Washington 1913.

² Ebenso wie die der kleinen Übersichtskarten der Bodengebiete Deutschlands in des Verfassers „Die Böden Deutschlands“, dieses Handbuch 5, S. 291.

In jeder dieser Serien können 20 verschiedene Texturen oder Bodenarten ebenso viele Bodentypen oder Bodenindividuen ergeben, die bei der Kartierung im einzelnen ausgeschieden werden. Insgesamt sind auf den 13 Diagrammen 532 Serien entwickelt. Das Verzeichnis der Typen enthält 1779 Einheiten.

Nach dieser ersten, rein geographisch-topographisch-geologischen Übersicht, die an sich nichts Bodenkundliches aufzuweisen hat, stellte 1911 G. N. COFFEY¹ eine vorläufige Bodenkarte der Vereinigten Staaten her, auf der schon mehr Bodenkundliches hervortritt. Die Einteilung lautet: Aride Böden (einschließlich semiarider; östliche Grenze strittig). Dunkelfarbige Prärieböden (viele kleine Flächen nahe den Ostgrenzen nicht eingezeichnet), darunter die folgenden Unterabteilungen: Böden auf Sandsteinen und Schiefer (Morton-Gruppe, meist semiarid), Pierre-Gruppe, meist semiarid; Kansas-Gruppe, Grenzen in Oklahoma strittig, und einschließlich viel bewaldeten Gebietes; Oklahoma-Gruppe viel bewaldet im Osten, semiarid im Westen; Böden auf Kalkstein (viele kleine Flächen besonders in Kansas und Missouri, einige semiarid); Böden auf Glazialablagerungen (Grenze zwischen diesen und Böden auf äolischer Grundlage sehr strittig, einige semiarid), Böden auf äolischen Ablagerungen (umschließt hauptsächlich Böden auf LÖB und einige auf Glazial, besonders im nordöstlichen Missouri und im nordöstlichen Iowa; einige semiarid), Böden auf Sedimentärgesteinen (darin die Gruppe des Red-River-Tales, lakustrisch; zahlreiche kleine Flächen im Glazialgebiet nicht eingezeichnet; die Gruppe der Ebenen, zusammengeschwemmt, viel Semiarides enthaltend; die Golfgruppe, marin, einschließlich einiger bewaldeter Gebiete, besonders in Louisiana), alluviale Böden (nur größere Flächen eingetragen, meist bewaldet, aber die Böden haben die Charaktere der dunkelfarbigen Prärieböden), hellfarbige Waldböden (Böden auf kristallinen Gesteinen, ausschließlich kristalliner Kalksteine und eines Teiles der westlichen Felsengebirge; Böden auf Sandsteinen und Schiefen, einschließlich einiger nicht abtrennbarer Kalksteine; Böden auf Kalkstein, darin Shenandoah-Gruppe auf reinem Kalkstein und Dolomit, Ozark-Gruppe auf kieseligen Kalksteinen, Böden auf Sedimentgesteinen wässriger Entstehung, darin Atlantic-Gruppe, schließt manche Flächen der Black-Swamp-Schwarzsumpfböden ein, Ontario- oder lakustrische Gruppe, schließt ebenfalls einige Schwarzsumpfböden ein; Böden auf Glazialbildungen; Böden auf äolischem Gestein, darin Mississippi- oder LÖBgruppe, Grenze ziemlich umstritten, und viele schmale Streifen nicht geneigt, besonders in Illinois, Iowa und Wisconsin; Dünensand oder Sandhügel (schließt viel Semiarides ein, manche schmalen Flächen besonders in Michigan und Wisconsin, ferner alle westlichen Waldböden außer Glazial).

Als bodenkundlich kann man hier die wichtigen Unterschiede zwischen den dunklen Prärieböden und den hellfarbigen Waldböden ansehen, die auch auf den späteren Karten C. F. MARBUTS mit anderen Bezeichnungen stehen. Auch viele der Unterabteilungen sind von MARBUT, wenn auch ebenfalls mit anderen Benennungen, übernommen worden.

Die Kartierungsarbeiten werden in der Hauptsache durch die bodenkundliche Landesaufnahme, Soil Survey, ausgeführt oder geleitet, welche ein Teil des Bureau of Chemistry and Soils² beim US. Department of Agriculture ist. Der gegenwärtige Leiter der Landesaufnahme, C. F. MARBUT³, berichtet über die Aufnahmen im allgemeinen folgendes:

¹ COFFEY, G. N.: Preliminary Soil Map of the US. Bull. 85, Bureau of Soils, US. Dep. Agric. 1911. 1: 7000000.

² WOODS, A. F.: Das Boden-Bureau, sein Ursprung und seine Zwecke. Washington 1927.

³ MARBUT, C. F.: The Contribution of Soil Survey to Soil Science. Soc. for Promotion of Agric. Sci. Proc. 41. Amer. Meeting, S. 116—142. Sonderdruck ohne Jahreszahl.

1. Die bodenkundlichen Landesaufnahmen haben zum ersten Male in der Geschichte der Bodenuntersuchung die Bodeneinheit oder das Bodenindividuum geschaffen.

2. Wenn die Verteilung der Bodeneinheiten über eine große Landfläche beendet sein wird, so ist dies gleichbedeutend mit der Beendigung der Verteilung der Bodenkennzeichen.

3. Es wird zum ersten Male die Beziehung des Bodencharakters zur Topographie, zum Klima, zur geologischen Formation, zur Vegetation und Landwirtschaft gezeigt.

4. Die bodenkundlichen Landesaufnahmen haben es als notwendig erwiesen, in die Bodenkunde die Auffassung von der allmählichen Entwicklung der Böden im Laufe der Zeit einzuführen. Die Stufen dieser Entwicklung dürften am besten als solche der Jugend, der Reife und des Alters bezeichnet werden.

5. Die bodenkundlichen Landesaufnahmen ermöglichen die volle Ausnutzung der Laboratoriums- und der experimentellen Arbeiten.

6. Die bodenkundlichen Landesaufnahmen haben einen neuen Zweig der Bodenkunde, die Boden-anatomie, geschaffen.

Zu 1. Bevor die bodenkundliche Aufnahme im einzelnen beginnen kann, muß eine Bodeneinheit geschaffen sein. Das erste Bodenkennzeichen, welches der aufnehmende Bodenforscher zu beachten hatte, war die Textur. Seit undenklichen Zeiten wurde der Boden nach den Texturklassen in Lehme, Tone, sandige Lehme und Sande eingeteilt. Diese Bezeichnungen geben sowohl die Korngröße als auch ihre vorliegende Verteilung nur roh wieder. Sie wurden in Amerika zuerst, als die Bodenaufnahme begann, standardisiert. Bei der Aufnahme stellte sich heraus, daß die Einheiten aber nicht eigentlich schon die letzten Bodeneinheiten, sondern ihrerseits wieder Bodengruppen seien. Da die Böden aus Gesteinen entstehen, so war die nächste Folge die Erkenntnis ihrer Verschiedenheit, nämlich daß diese von der Verschiedenheit der Gesteine abhängig sei. Das ergab von selbst den Anschluß an die geologischen Formationen. Aber die Zugehörigkeit des Soil Survey zur Ackerbauabteilung ergab den Gedanken, daß der Unterschied der Böden in ihren Pflanzenenerträgen zu suchen sei. Die Anwendung dieser Vorstellung in der Praxis stellte sich jedoch als unmöglich heraus, da die landwirtschaftliche Erzeugung das Ergebnis vieler Faktoren ist, von welchen der Boden nur einen Faktor darstellt. Bald nach Beginn der Bodenaufnahme erkannte man jedoch, daß die zunächst angenommene Grundlage zur treffenden Unterscheidung der Böden nicht ausreichte. Es mußte festgestellt werden, welche Kennzeichen die Böden im Laufe ihrer Entwicklung erwarben, und welche sie dem Gestein und seiner geologischen Geschichte verdanken. Als das Ergebnis einer allmählichen Entwicklung bezeichnet C. F. MARBUT die Erkenntnis der Notwendigkeit, die Böden nach den folgenden Merkmalen einzuteilen: Zahl der Horizonte im Bodenprofil, deren Farbe, Struktur, Verhältnis zueinander, ihre chemische Zusammensetzung, Mächtigkeit und als letzter Beobachtungspunkt die geologische Stellung ihres Ursprungsgesteines. Die erste Feststellung der Bodeneinheiten führte zu den etwa hundert Gruppen, die oben nach RAMANN angedeutet worden sind. Als Beispiele dafür gibt C. F. MARBUT die Kennzeichnung des Leonhardtown-Lehms nach alter und neuer Auffassung wieder:

Der Leonhardtown-Lehm findet sich sehr ausgedehnt im St.-Mary-Bezirk (County) und ist nach der Bezirksstadt benannt. Im Calvert-Bezirk wird der Typ hauptsächlich im Waldland zwischen Drum-Point und St.-Leonhard-Bach gefunden. Wie beim Norfolk-Lehm ist nur ein kleiner Teil der ursprünglichen Ausdehnung erhalten geblieben, der größere ist durch die Erosion fortgeschwemmt worden. Die Oberfläche bildet einen Teil der fast ebenen, wenig gewellten

Hochfläche. Ursprünglich erweist sich der Lehm als eine tonige Sedimentablagerung auf dem Boden einer alten Lagune oder eines Sees, allerdings nicht in der gewöhnlichen Art des feinen mechanischen Absatzes aus wässriger Suspension, aus der homogene Tonlagen entstehen, sondern es handelt sich in ihm um Tonlinsen und -knollen, die unvollständig durch Adern und Taschen von Sand und zwischengeschaltetem Kies getrennt sind. Der Unterboden des Lehms ist infolge des Absatzes von Eisenoxyd in unregelmäßigen Flecken rot, gelb, purpur und grau gefleckt. Ihre genauere Prüfung zeigt, daß die dunkleren Farben eine Reihe von Tonlinsen umgrenzen, deren kürzere Achsen fast senkrecht stehen, und deren Ecken wie Dachziegel überliegen. Ringsherum zieht sich feiner Sand mit einzelnen Kiesbrocken. Die Struktur läßt die Anhäufung einer großen Menge von Tonmassen, die durch den Druck überliegender Sedimente gequetscht worden sind, erkennen. Die Tonmassen sind wahrscheinlich durch Wellenbewegung an einer sandigen Küste oder am Seeboden verfrachtet und schließlich in ruhigerem Wasser abgelagert. Im Liegenden finden sich Sand- und Kiesschichten, von welchen der Sandgehalt der Tonschichten herrühren mag. Diese Struktur des Unterbodens ist eine der charakteristischsten Eigenschaften des Leonardtown-Lehms. Der daraus entstandene Boden besteht aus einem gelben schluffigen Lehm, der vereinzelte Grandkörner enthält. Seine gewöhnliche Tiefe beträgt etwa 1 Fuß; und er ist von einem mit den schon beschriebenen Eigenschaften ausgestatteten körnigen Lehm unterlagert. Die Gesamttiefe von Boden und Unterboden wechselt infolge der Mächtigkeitsunterschiede der ursprünglichen Ablagerung stark, und weil die Ablagerung an verschiedenen Stellen in wechselndem Grade durch Erosion entfernt worden ist. Ursprünglich muß der Boden und Unterboden mehr als 20 Fuß mächtig gewesen sein. Hinsichtlich des Wasserhaushaltes zeigt sich der Unterboden, trotzdem die mechanische Analyse ihn als einen etwas sandigen Lehm erscheinen läßt, als ein schwerer Ton.

Nach neuer Auffassung wird der gleiche Boden folgendermaßen beschrieben: Der Leonardtown-Lehm besteht unter jungfräulichen Bedingungen aus einem oberflächigen Horizont von 1 Zoll Mächtigkeit von dunkelfarbigem, erdigem Material, gemischt mit Waldhumus. Ein zweiter Horizont, von bleichem, gelbem, gewöhnlich schluffigem Material, hat etwa 10 Zoll Dicke; er ist etwas fest, bemerkenswert durch schluffige oder ausgefleckte Struktur und ist frei von löslichen Salzen, Karbonaten und leicht zersetzlichen Mineralien. Diese Eigenschaften verstärken sich nach unten allmählich zu einem gelblichbraunen, schweren, etwa 1 Fuß mächtigen Horizont, von in der Regel tonigem Lehm, der bröckelig, mäßig gekörnelt, aber frei von wahrnehmbaren Mengen an Karbonaten, löslichen Salzen und leicht zersetzlichen Mineralien ist. Er ist gleichmäßig oxydiert und zeigt ungenügende Dränage. Im unteren Teil des Horizontes erscheinen graue Streifen und Flecken, die allmählich an Zahl zunehmen und in etwa 30 Zoll Tiefe zu einem grauen Teilhorizont, bröckelig und lose, ohne Krümelung, werden. Unmittelbar darunter wird der Unterboden fest und läßt sich mit einem Bohrer selbst bei feuchtem Wetter kaum durchdringen; er ist, wenn von einem Bohrer herausgebracht, trocken und klumpig, infolge seiner Zähigkeit aber schwierig heraufzubringen. Die Klumpen bestehen aus tonigem oder schluffigem Material, das nach allen Richtungen von Rissen durchzogen ist, die mit einer dünnen Lage von grauem Schluff erfüllt sind. Dieser Horizont ist etwa 6 Fuß mächtig und wird von bröckeligem Ursprungsgestein, das aus unverfestigten schluffigen Ablagerungen besteht, unterlagert. Die ursprünglichen Mineralien des Bodens sind zersetzt und seine löslichen Bestandteile entfernt. Das schwere Material ist aus der Oberfläche in den unteren Teil des Unterbodens geschwemmt worden. Zurückgeblieben sind

Schluff und sehr feiner Sand. Die Oxydation hat eine bröckelige Struktur hervorgerufen. Im Laufe der Entwicklung ist der unter der Frosttiefe liegende tiefere Unterboden infolge der ebenen Oberfläche, auf der keine Bodenbewegung stattgefunden hat, fest geworden. Die Verfestigung verhindert die Abwärtsbewegung der Feuchtigkeit und hält sie längere Zeit in dem tieferen Unterboden fest, wo infolge der Gegenwart von organischem Material, das von der Oberfläche heruntergeschwemmt ist, ein Horizont von wechselnder Mächtigkeit gerade über der festen Zone seines Eisenoxydes beraubt ist. Feine Risse und Wurzeln gestatten dem verfestigten Horizont eine langsame Wasserbewegung nach unten, wobei das Eisenoxyd an den Rissen und Kanälen entlang ausgelaugt wird. Der ursprüngliche, schluffige Ton bleibt zwischen den Rissen unberührt und wird nur durch die Herabschwemmung des Tones aus der Oberkrume dichter, so daß Tonlinsen vorzuliegen scheinen.

Der Unterschied zwischen alter und neuer Auffassung von dem Leonardtown-Lehm ist recht erheblich. Anfangs waren es fast nur geologische Merkmale und Überlegungen, später eine sehr eingehende bodenkundliche, nach Bodenhorizonten geordnete Beobachtung. Zunächst waren alle Bodeneigenschaften als ursprüngliche geologische Erscheinungen aufgefaßt worden. Später wird die Mächtigkeit des Bodens mit der der Bodenhorizonte gleichgesetzt. Der feste Horizont wurde zuerst als eine Schicht schweren Tones angesehen, während sie in Wirklichkeit eine Bodenverfestigung (Hardpan, Knick) ist.

C. F. MARBUT beschreibt des weiteren die Geschichte des Carringtonbodens. Der Name wurde bei der Kartierung in Nord-Dakota für einen dunkelfarbenen Boden auf Glazialmoräne eingeführt und nur diese beiden Eigenschaften des Bodens beschrieben. Mehrere Jahre hindurch wurde dann in Nord-Dakota nicht weiter kartiert, dagegen wurden in Indiana, Wisconsin, Iowa große Flächen dunkelfarbenen Bodens auf Glazialmoräne als Carrington festgestellt. Infolge der Arbeit in diesen Staaten wurde der Carringtonboden sorgfältiger definiert. Die genauere Untersuchung der Farbe ergab, daß sie eher dunkelbraun als schwarz sei. Die Oberkrume war leichter als der Unterboden. Dieser ist gleichförmig gelblichbraun gefärbt und ohne Ausscheidung von Eisenoxyd durch und durch gleichmäßig oxydiert. Die Struktur ist bröckelig und das ganze Profil bis auf die Moräne von Karbonaten befreit. Die Carringtonböden wurden als reife, typische Graslandböden, die unter dem Einfluß eines hohen Regenfalles und einer mäßigen mittleren Jahrestemperatur entstanden sind, hingestellt. Als dann die Kartierung wieder nach Nord-Dakota hinübergriff, zeigte sich, daß die Carringtonböden dort ganz anders sind. Anstatt der dunkelbraunen Krume fand sich in Nord-Dakota eine schwarze. Die Unterböden waren nicht schwerer als die Oberkrume. Die Struktur beider Horizonte war loser und körniger. Die Unterböden waren nicht der Karbonate beraubt, sondern bei den reifen Böden voll von Kalkkarbonaten. Sie waren auf genau der gleichen Art des Ursprungsgestein entwickelt wie die aus den genannten anderen Staaten. Ein weiteres Studium zeigte, daß sie ganz ähnliche Kennzeichen wie die Böden der trockenen Gebiete des Westens trugen, aber von den Böden der trockenen Wüste verschieden waren. Der ursprüngliche Carringtonboden von Nord-Dakota wurde infolgedessen in Barnesboden umgetauft. Vor dem Bekanntwerden der Barnesböden wurde aber in Iowa ein Bodentypus als Barnesboden kartiert. Doch stellte es sich heraus, daß die Barnesböden von Iowa keine angehäuften Karbonate im Unterboden führten, sondern nur ihren ursprünglichen Bestand daran zeigten. Infolgedessen mußten die Barnesböden von Iowa in Charionböden umbenannt werden. Unter der ursprünglichen Bezeichnung Carrington sind also zunächst drei verschiedene Typen verstanden worden, die sich zwar auf dem gleichen Gestein, aber unter verschiedenem Klima

gebildet haben. Bei dem ursprünglichen Vorherrschen der geologischen Auffassung kam es zunächst hauptsächlich auf den Ursprung der Böden aus gleichem und gleichaltrigem Gestein an. Bei der weiteren Entwicklung auf der Grundlage der Untersuchung des Bodenprofils im Freien ergaben sich aber die starken Unterschiede genannter Böden.

Zu 2. C. F. MARBUT berichtet, daß 35 % der Gesamtfläche der Staaten der östlichen Felsengebirge mehr oder weniger detailliert, und zwar der größere Teil während der letzten Jahre aufgenommen seien. Infolgedessen ließ sich eine Übersichtsskizze, auf welcher zwei Gruppen unterschieden werden, zusammenstellen, die unter humiden Bedingungen einerseits, unter subhumiden und semiariden Bedingungen andererseits entstanden sind. In der ersten Gruppe werden Grauerden, Braunerden, Gelberden, dunkelfarbige Böden, in der zweiten Schwarzerden und Schwarzerden mit rötlichem Untergrund genannt. Die Grenze zwischen beiden Gruppen verläuft vom nordwestlichen Minnesota südlich durch Nebraska, Kansas, Oklahoma und Texas. In der humiden Gruppe werden Kalkkarbonat und andere leichtlösliche Stoffe aus dem Boden ausgelaugt und leicht verwitternde Mineralien erheblich angegriffen oder ganz zersetzt. In der subhumiden und semiariden Gruppe findet demgegenüber eine Anhäufung des Kalkkarbonates in einigen Teilen des Bodenschnittes statt, und zwar zunächst in der Nachbarschaft der humiden Gruppe bei einer Tiefe von mehr als 3 Fuß, aber weiter davon entfernt steigt die Anhäufung. Sie ist als eine Karbonatisierung des gesamten Kalziums im Boden zu erklären. Die humide Region ist ihrerseits wieder in 2 Teile zerlegt, deren Trennungslinie in der Hauptsache ebenfalls von Nord nach Süd verläuft. Im westlichen an die trockeneren Gebiete angrenzenden Teil sind die Böden Graslandböden von schwarzer Farbe, im östlichen dagegen Waldböden von helleren Farben. Das Gebiet der Waldböden ist wieder in 3 Zonen von mehr ostwestlicher Erstreckung zerlegt, im Norden die Grauerden, in der Mitte die Braunerden, im Süden die Gelberden. Im Gebiet der letzteren kommen große Flächen unreifer Böden mit roter Farbe im dritten Horizont vor. Auch die semiariden Böden des mittleren Westens östlich der Felsengebirge sind in zwei nordsüdlich sich erstreckende Streifen zerlegt, welche in der Nachbarschaft der schwarzen Böden der humiden Gruppe ebenfalls schwarz und in der Entfernung von diesen braun sind. Beide Zonen sind durch eine ostwestliche Linie, welche das südliche Drittel abschneidet, untergeteilt. Hier ist der Unterboden rötlich.

Zu 3. Auf der Grundlage der vorstehend gezeigten Kartierungsergebnisse lassen sich die Bodenkarten mit geologischen, klimatischen, Vegetations-, orographischen, Siedlungs- und Industriekarten vergleichen, woraus sich die engeren Beziehungen der Böden zu den verschiedenen sie verursachenden Erscheinungen ergeben.

Zu 4. Böden im gleichen kleinen Gebiet, mit gleicher Textur und auf dem gleichen Muttergestein entwickelt, können sich dennoch sehr in der Vollendung der Horizontentwicklung ihrer Bodenprofile unterscheiden. So hat ein weitverbreiteter Boden im Ozarkgebiet folgende Profilentwicklung: a) grauer Schlufflehm, fast weiß in voller Ausbildung — etwa 10 Zoll; b) gelblich-brauner, toniger Lehm, ziemlich plastisch und zäh, aber von Wurzeln durchdringbar — etwa 15 Zoll; c) festes, schluffiges Material, dicht, schwierig mit dem Bohrer zu durchdringen, oft zu einem undurchdringlichen Knick zementiert — etwa 6 Zoll; d) steiniger, roter Ton. Dicht benachbart entwickelt sich auf dem gleichen Gestein das folgende, abweichende Profil: a) hellbrauner bis gelblicher Schlufflehm — etwa 10 Zoll; b) gelblich brauner, toniger Lehm, leicht durchdringbar, ziemlich bröckelig — etwa 15 Fuß; c) steiniger, roter Ton. Jenes Profil kommt bei ebener Oberfläche, dieses an Abhängen vor. C. F. MARBUT führt diese Unterschiede

auf solche des Alters zurück. Der Boden auf dem flachen Land ist lange Zeit derartig gelegen und stellt das Ergebnis der Verwitterung während dieser langen Zeit dar. Der Boden am Abhang ist dagegen erst nach dem Abwaschen des flachen Landes und seines größeren Profils entstanden und infolgedessen dem individuellen Alter nach jünger. In anderen Fällen scheinen beide Arten der Böden die gleiche Zeit zu ihrer Entwicklung gehabt zu haben, aber der eine ist schneller als der andere entstanden. Die Erklärung dieser großen Verschiedenheiten hat zur Feststellung der lokalen Bodenentwicklung, die nicht mit klimatischen und geologischen Verschiedenheiten zusammenhängt, geführt, denn in manchen Fällen sind solche nicht vorhanden. Der am meisten umstrittene Boden der Vereinigten Staaten, dessen Kennzeichen jetzt als durch ein junges, unreifes Stadium der Entwicklung verursacht, angesehen wird, ist der schwarze Houston-Ton. Er kommt im mittleren Alabama und im nördlichen Mississippi, ferner auch in Texas und in anderen Teilen des Landes vor. Die Oberkrume ist schwarz, gleichmäßig schwer und nach dem Trocknen von gleichmäßiger kleiner Viereckstruktur. Sie wird von einem dünnen Horizont bläulichen Tones unterlagert, unter dem der Kalkstein oder Kalkmergel, aus dem der Boden entstanden ist, liegt. Im gleichen Gebiet sind die Böden auf anderen Gesteinen heller und von Karbonaten frei im Ober- und Unterboden. Böden mit dem gleichen Charakter kommen auch im Schwarzerdegebiet auf dem gleichen Gestein wie der schwarze Ton vor. C. F. MARBUT sieht infolgedessen im schwarzen Houston-Ton (einem Humuskarbonatboden oder einer Rendzina) ein unreifes Stadium der Bodenentwicklung in den klimatisch verschiedenen Gebieten und vermutet dementsprechend, daß sich dieser Ton bei weiterer Entwicklung in die regionalen Böden umwandeln werde.

Zu 5. Die Arbeit der bodenkundlichen Landesaufnahme ermöglicht die Verknüpfung der Ergebnisse der Laboratoriumsarbeit und der Feldversuche. Die chemischen und physikalischen Untersuchungen und die Gefäßversuche mit Bodenproben, die ohne Zusammenhang mit der Zahl, Verteilung und Mächtigkeit der verschiedenen Horizonte des Bodenprofils ausgeführt werden, haben eine völlig unbekannte Beziehung zum wirklichen Boden. Hierin sind so schwere Fehler gemacht worden, daß der weitaus größte Teil der Laboratoriumsuntersuchungen und Gefäßversuche wertlos ist. Es sind nicht Böden, sondern eine Erde (dirt) untersucht worden, die eine Mischung unverfestigter, feinzerteilter, mineralischer und organischer Substanz darstellte. Auf diese Weise können aber keine brauchbaren Ergebnisse von der Laboratoriumsuntersuchung solcher Bodenproben erwartet werden, die irgendwoher, irgendwie und ohne Beziehung zum Charakter des Bodens gesammelt sind. Die Erkenntnis der Bodenhorizonte und die darauf fußende Untersuchung der Bodenprofile sind wohl der wertvollste Beitrag, den die Bodenaufnahme bisher zur Bodenkunde beigetragen hat und der die lange vermißte Grundlage für vergleichende Bodenstudien und für die Verknüpfung von Laboratoriumsarbeit und Feldversuchen darstellt.

Zu 6. Der von der Bodenaufnahme neu geschaffene Zweig der Bodenkunde, die Boden-anatomie (Bodenmorphologie der russischen Autoren), verdient seinen Namen mit Recht, weil er in gleicher Art wie die Anatomie der Lebewesen vorgeht, indem er die Zahl, Lage, Verbindung und den Charakter der verschiedenen Glieder und Organe des Bodens behandelt. Früher wurde der Boden nur in die zwei Teile, Boden und Untergrund, eingeteilt. Seitdem aber das Bodenprofil nicht mehr nur gesteinsmäßig nach Bodenarten, sondern nach Art, Farbe, Ausbildung, Struktur, Stoffumlagerung, Zahl, Mächtigkeit der Bodenhorizonte usw. untersucht wird, ist die Bodenaufnahme zu einer so mannigfaltigen, gründlichen

Arbeit geworden, daß sie sich ebenbürtig neben die Untersuchungen der lebenden Körper stellen kann.

C. F. MARBUT¹ hat diese und ähnliche Gedankengänge auch an anderer Stelle vertreten. Hier beschreibt er auch die Art der Kartenaufnahme in den Vereinigten Staaten. Eine Feldstelle besteht aus zwei Leuten, und zwar einem elementar ausgebildeten Gehilfen und einem jüngeren Bodenkundler. Jede Stelle ist mit einem Automobil oder Pferdewagen versehen, welche mit einem Entfernungsmesser ausgestattet sind, der von Zeit zu Zeit kontrolliert wird. Die Ausrüstung besteht aus einem Bodenbohrer, der in der Regel $3\frac{1}{2}$ Fuß lang ist und $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser einnimmt, ferner einer Hacke, einem Spaten, Salzsäure, einem Apparat zur schnellen Bestimmung der Bodensäure, Beuteln für Bodenproben, Anhängezetteln, einem Meßtisch, Dreifuß, Meßinstrument, Zeichnungen für die Meßtischblätter, Grundkarte, Schreibzeug und Notizblocks. Als Grundkarten werden, wenn sie vorhanden sind, die Blätter des Topographischen Atlases der Vereinigten Staaten im Maßstabe 1:62500 benutzt. In der großen Prärie, in den Ebenen und in den anderen Teilen der Vereinigten Staaten, in denen die Vermessung des allgemeinen Landbüros stattgefunden hat, werden deren Katasterblätter im Maßstabe 2 Zoll = 1 Meile benutzt. Aber in diesen, wie in den Fällen, in denen Karten fehlen, muß die Feldstelle selbst die Vermessungen vornehmen und sich ihre eigene Kartengrundlage herstellen. Sie muß dazu die Wasserläufe, Häuser, Wege, Kirchen, Schulen, Eisenbahnen, Städte, Dörfer und trigonometrischen Punkte eintragen. Der Maßstab der von ihr hergestellten Karten ist 1 Zoll = 1 Meile. Der Bodenkundler stellt die Bodeneinheiten auf Grund persönlicher Beobachtung fest. Er hat dazu das Bodenprofil zu untersuchen und das Ergebnis auf seine Grundkarte einzutragen. Dies geschieht mit einem Buntstift. Jeder Buntstift ist numeriert. Seine Nummer wird mit Tinte in den bunten Fleck auf die Karte geschrieben. Nach einer kurzen Strecke, bisweilen nur hundert Fuß entfernt, wird eine neue Beobachtung vorgenommen und der Boden identifiziert. Ist ein neuer Typ vorhanden, so bekommt er eine Eintragung mit einem anderen Buntstift. Von jeder Aufgrabung wird eine sorgfältige Beschreibung der Horizonte in ein Notizbuch eingetragen. Dabei werden von jeder Bodeneinheit zahlreiche Profile beschrieben und zugleich auch ihre Beziehungen zur Topographie, Geologie, natürlichen Vegetation, Witterung, Klima dargetan. Der Bodenkundler sammelt auch Berichte über die Landwirtschaft und die Industrie der Gegend. Das Notizbuch besteht aus durchlochten Einzelblättern, die beliebig gruppiert und in Bibliothekskästen eingestellt werden können.

Jede Bodeneinheit, die auf Grund des Vergleiches aller Profile festgestellt ist, bekommt einen Doppelnamen. Der zweite Teil des Namens ist die Bodenart (Textur), von welcher etwa 20 verschiedene vom Bodenbüro festgelegt worden sind. Der erste bezeichnet die Gruppeneigenschaft, die geographischen Charakter hat und in keiner Weise beschreibend ist. In der Regel wird der Name einer Stadt, eines Flusses, eines Bezirks oder einer anderen geographischen Einheit gewählt, in der die Bodeneigenschaften zuerst beschrieben worden sind. Die Gruppenkennzeichen umfassen alle Eigenschaften mit Ausnahme der Bodenart. Der kombinierte Name aus Bodenart und geographischer Beziehung wird als Bodentyp angesehen, welcher jeder Beschreibung des Bodens vorangestellt

¹ MARBUT, C. F.: The United States Soil Survey. *Etat de l'étude et de la cartographie des sols*, S. 215—225. Bukarest 1924. — Vgl. auch W. WOLFF: Der 1. Internationale bodenkundliche Kongreß in Washington und seine Exkursion durch die wichtigsten Boden- und Anbauggebiete der Vereinigten Staaten. Sitzgsber. preuß. geol. Landesanst. Berlin 3, 35—68 (1928).

wird. Veröffentlicht werden die Karten entweder im Maßstab 1 Zoll = 1 Meile oder in 1 : 62 500. Von Zeit zu Zeit werden die aufgenommenen Karten zu Übersichtskarten im Maßstab 1 Zoll = 6 Meilen zusammengefaßt, wobei auch die Bodeneinheiten zumeist vereinigt werden. Jede Karte wird von einer gedruckten Erläuterung begleitet, in welcher geographische Lage, Topographie, Geschichte, Besitzstand, Wege, Bahnen, Klima, Landwirtschaft, die Böden im allgemeinen und im besonderen, die auf ihnen wachsenden Feldfrüchte und deren Erträge, die angewandten Düngemittel und was sonst noch alles dazu gehört, beschrieben werden. Dabei besteht die Neigung, die landwirtschaftlichen Angaben zugunsten der rein wissenschaftlichen Beschreibung der Böden zu beschränken. Ihre landwirtschaftlichen Möglichkeiten stimmen im allgemeinen nicht zu ihren physikalischen, chemischen und morphologischen Kennzeichen, sondern können nur durch Feldversuche, deren Grundlage die Karten sein müssen, ermittelt werden. Über 1100 Karten sind bis 1924 veröffentlicht und fast 200 hinzugefügte Pläne im Laufe der Herstellung für die Veröffentlichung vollendet worden. Neben den über 1200 veröffentlichten und unveröffentlichten Sonderkarten, wurden nur etwa 30 Übersichtskarten ausgeführt. Da die amerikanische Landesaufnahme zur Herstellung von Sonderkarten eingerichtet war, legte man kein Gewicht auf die Aufnahme größerer Übersichtskarten, sondern glaubte solche nach Fertigstellung der Sonderkarten erhalten zu können. Als zeitweilige Hilfe für die Gruppierung der zunehmenden Zahl von Bodeneinheiten wurde 1908 die oben beschriebene Übersichtskarte hergestellt, und zwar z. T. basiert auf breiten topographischen Kennzeichen, z. T. auf breiten geologisch-geographischen Einheiten. Mit Zusätzen wurde die Karte 1913 von neuem veröffentlicht. Kein Teil der Karteneinteilung war auf bodenkundliche Eigenschaften gegründet (siehe die Übersicht zu Beginn dieses Abschnittes).

Die erste moderne Bodenübersichtskarte C. F. MARBUT¹, welche zunächst nur den Osten und den mittleren Westen umfaßte und noch skizzenhaft war, wurde später, nur wesentlich genauer, auf den ganzen Westen ausgedehnt² und ist seitdem mehrfach³ nachgedruckt worden. Hier ist die Haupteinteilung: hellfarbige Böden (COFFEYS Waldböden), dunkelfarbige Böden (zum Teil COFFEYS Prärieböden) und besondere Böden. Die Unterteilung innerhalb der hellfarbigen Böden ist nach den Bodenarten (Texturen) vorgenommen; bei den dunkelfarbigem Böden wird teils die Farbe, teils der Unterboden, teils die Bodenart, teils das Gestein (Kalkstein), teils die Entwässerung (mangelhaft entwässert) als Einteilungsmerkmal benutzt. Die besonderen Böden gliedern sich in braune Böden der pazifischen Täler, graue oder braune Böden arider Gebiete, Sande und Sande mit Tonuntergrund in Florida, alluviale Böden, Marschen und Sümpfe, Skelett- und Gebirgsböden. H. JENNY⁴ hat einzelne Böden im Anschluß an europäische anders benannt: Podsolböden anstatt „hellfarbige Böden auf braunen kiesigen und steinigen Lehmen“, braune Waldböden anstatt vieler anderer Arten der hellfarbigen Böden, Gelb- oder Roterden anstatt noch anderer, und Eisenlaterite anstatt der Sandböden Floridas, Prärieböden, Tschernosemböden, kastanienfarbige Böden anstatt vieler Arten der dunkelfarbigem Böden. In braune Böden und graue Wüstenböden zerlegt H. JENNY die grauen und braunen Böden arider Gebiete.

¹ MARBUT, C. F.: The Contribution of Soil Surveys to Soil Science. A. a. O., S. 132.

² MARBUT, C. F. and Associates in the Soil Survey: Soil Regions. In O. E. BAKER: A Graphic Summary of American Agriculture. Jb. Dep. Agric. 1921, Nr 878. Gedr. 1922.

³ WOLFF, W.: a. a. O., 1928. — KRISCHE, P.: Bodenkarten, S. 99. Berlin 1928.

⁴ JENNY, H.: Klima und Klimabodentypen in Europa und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Bodenkundl. Forschgn. 1, Nr 3, 153 (1929). — SCHWARZ, H.: Die Standortbedingungen im gemäßigten östlichen Nordamerika, Karte 16. Wien 1930.

P. KRISCHE¹ hat in seinem Werke über die Bodenkarten noch eine weitere Übersichtskarte der Vereinigten Staaten gebracht, in der unterschieden werden: schwere Lehm- und Tonböden (zusammengefaßt aus MARBUTS Gruppen der hell- und dunkelfarbigem und der besonderen Böden), schwere Kalkböden (desgleichen, aber überwiegend aus den dunkelfarbigem Böden), mittlere Böden (desgleichen aber überwiegend aus den hellfarbigem und den besonderen Böden), Sandböden (nach MARBUTS Sandböden), Moorböden (nach MARBUTS Marsch und Sumpf), ungünstige Gebirgsböden (wie bei MARBUT).

Über einzelne Staaten Nordamerikas, die zumeist noch mehrere lokale Aufnahmestellen an den Universitäten und landwirtschaftlichen Versuchstationen haben, berichten M. F. MILLER², P. E. BROWN³ und R. S. SMITH⁴. Die Aufnahmen erfolgen nach den gleichen Grundsätzen und im Einvernehmen mit dem Soil Survey in Washington. Das gleiche gilt für alle übrigen Staaten, so daß im ganzen Lande eine große Gleichmäßigkeit in der Bodenkartierung herrscht.

Beispiele der Sonderkarten:

New Jersey. L. L. LEE, C. C. ENGLE, W. SELTZER, A. L. PATRICK, E. B. DEETER: Soil Survey of the Chatsworth Area. Washington 1923.

Die Arbeit enthält zwei Karten mit Höhengichtlinien im Maßstab 1 Zoll = 1 Meile (1 : 63385), welche mit 31 bis 32 Farben und Rastern ebenso viele Bodeneinheiten aus 10 Gruppen (series), außerdem Strandwall, Sumpf und Marsch angeben. Die meisten der Böden gehören zur Sassafrasgruppe. Diese wird in den Erläuterungen als eine braune oder hellbraune Oberkrume über einem rötlichgelb, orange oder rot gefärbten, bröckeligen Unterboden geschildert. Der tiefere Unterboden ist zumeist gröber als der höhere und die Oberkrume, und es ist infolgedessen eine gute Unterdränage und Durchdringbarkeit für Wurzeln vorhanden. Die Böden sind milde und leicht zu bearbeiten. Sie reichen von Lehm bis zu grobem Sand. Die Typen der Collingtongruppe haben braune oder graubraune Oberkrume und rötlichgelben oder orange gefärbten Unterboden. Bemerkenswert ist die Anwesenheit von Grünsandmergel in der Oberkrume oder dem Unterboden oder auch in beiden Horizonten. Infolgedessen besitzt der Unterboden, wie auch stellenweise der ganze Boden, einen olivgrünen oder grünbraunen Farbton und eine charakteristische, schmierige Beschaffenheit. Mit Ausnahme der sehr schweren Typen, sind die Collingtonböden ebenfalls milde und leicht zu bearbeiten. Es herrscht eine leichtwellige Oberflächenform vor. Die Dränage ist gut. Das Material der schwereren Typen ist oft von strenggrüner Farbe und steifer Struktur, aber das grüne Material besteht hauptsächlich aus dem unverwitterten Ursprungsgestein. Die Shrewsburyböden schließen sich denen der Collingtongruppe eng an, doch nehmen sie hauptsächlich tiefere Lagen oder ebene Flächen, bei denen die Dränage unvollkommen ist, ein. Die Keansburgböden haben schwarze Krume und einen gefleckten grünlichen, bläulichen, graulichen oder gelblichen Unterboden. Ihre Dränage ist unvollkommen und noch schlechter als bei den Shrewsburyböden. Die Portsmouthböden sind in der gleichen Weise den Sassafrasböden wie die Keansburgböden denen der Collingtongruppe angeschlossen. Ihre Oberkrume ist dunkelgrau bis schwarz, der Unterboden weiß oder gefleckt weiß, grau und fahlgelb. Die Dränage ist mangelhaft. Die St.-Johns-Böden sind ähnlich, doch zeigen sie einen kaffee- bis dunkelbraunen

¹ KRISCHE, P.: Bodenkarten, S. 100. Berlin 1928.

² MILLER, M. F.: Methods of Identification and Mapping Soils in Use in the State of Missouri. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 226—227. Bukarest 1924.

³ BROWN, P. E.: Soil Survey Work in Iowa. Ebenda, S. 228—230.

⁴ SMITH, R. S.: The Cartography of Soils of Illinois. Ebenda, S. 230 u. 231.

Knick (Hardpan) unter der Oberkrume. Böden, wie die der Sassafras- und Collingtongruppe sind noch die Norfolk- und die Lakewoodböden, während die Scranton- und die Leonböden denen der Keansburg-, Portsmouth- und St.-Johnsgruppen entsprechen. Die Typen der Freneaugruppe bestehen aus alluvialem Material, das in den Flußtälern aus den Böden der Sassafras- und der Collingtongruppe zusammengeschwemmt worden ist. Sie haben eine dunkelbraune, rostigbraune, bräunlichgraue Oberkrume und einen gefleckten grünlichen, gelblichen, rötlichen, bläulichen oder rostbraunen Unterboden. — Es ist schwer, ein klares Bild über die Bodeneinteilung aus den vielen Farben der beiden Karten zu gewinnen. Die eine Karte gibt eine Strandlandschaft mit langer Nehrung und dahinter ein Haff, das von Marschböden umgeben und durchzogen wird, wieder. Daran schließen sich Moor- (Swamp-) und anmoorige Böden teils mit, teils ohne Knickbildung. Steil aus der flachen Küstenanlandung erhebt sich ein Ufer, auf dem sich die verschiedenen podsoligen Waldböden befinden. Das Ufer ist reich zerschnitten. Die Fluß- und Bachläufe sind in ihren tieferen Lagen vermoort. Das Kartenbild ist deshalb so schwer zu übersehen, weil einerseits die Kennzeichen der Bodentypen (Waldböden, anmoorige Typen) erst aus der Erläuterung zu entnehmen sind und andererseits die Farben so wenig auf die einzelnen Gruppen eingestellt sind, daß sie willkürlich verteilt zu sein scheinen. So kommen bei den 12 Einheiten der Sassafrasgruppe Rosa, Neutraltinte, Blau, Gelb, Violett, Grünblau vor, so daß man auf der Karte keinen rechten Zusammenhang gewinnen kann. Die andere Karte gibt das anschließende Plateau wieder. — Die Erläuterungen bringen außer eingehenden geographischen, geologischen, landwirtschaftlichen Mitteilungen eine kurze Übersicht über die Gruppen und eingehendere Schilderung der Einheiten. An Analysen sind nur wenige mechanische mitgeteilt.

Georgia. Pierce County Sheet. Aufgenommen von E. T. MAXON und N. M. KIRK vom Bureau of Soils 1918. Erläutert in Analyses of Soils of Pierce County von W. A. WORSHAM, L. M. CARTER, M. W. LOWRY, W. O. COLLINS im Georgia State College of Agriculture, Athens 1921. Maßstab 1 Zoll = 1 Meile (1 : 63 385.) Keine Höhengichtlinien. 19 Bodeneinheiten aus 8 Gruppen und Moor (Waldmoor, Swamp). Die Böden der Norfolk- und Tiftgruppen sind Waldböden mit graubräunlichen oder hellgelblichgrauer Oberkrume und hellgelblichem Untergrund, die der Susquehannagruppe haben schwere tonige Unterböden mit fleckigen Farben (Gleipodsol). Schlecht dräniert sind die Böden der Plummer-, Blanton- und Leon-Gruppen, die ersteren sind anmoorig, die beiden anderen hellfarbig und der letztere mit Knickbildung versehen. Alle diese Böden liegen auf der Küstenebene. Auf Terrassen kommen die Kalmiagruppe (podsolige Waldböden) und die Myattgruppe (anmoorige Böden) vor. — Die Analysen der Erläuterungen umfassen N-, P_2O_5 -, K_2O -, CaO-, MgO- und Säurebestimmungen (zur Neutralisation erforderliches Kalziumkarbonat) in der Feinerde unter 1 mm Korngröße.

Soil Survey of Dooly County. Leitung S. W. PHILLIPS vom Georgia State College of Agriculture, aufgenommen durch E. W. KNOBEL, G. L. FULLER, I. W. MOON vom U. S. Department of Agriculture und U. S. Dep. of Agricult. Bureau of Soils, Washington 1926. Maßstab 1 Zoll = 1 Meile (1 : 63 385). Keine Höhengichtlinien. 25 Bodeneinheiten¹ aus 13 Gruppen und Moor. Der Bezirk liegt zwischen der Küstenebene und dem Oberland und hat beträchtliche Hügel oder Rücken, zumeist aber bewegte niedrige Rücken. Die Böden geben

¹ Außerdem fehlt noch eine besonders auffällige Bodeneinheit in der Zeichenerklärung. Gy mit blauen Strichen von links oben nach rechts unten. Gy ohne die Striche ist Grady toniger Lehm. Es handelt sich um Böden in Senken.

ein verwirrendes Bild, aus dem sich die Flußtäler mit Moorböden und Terrassen herausheben. Die Böden sind hellfarbig, sie variieren von grau bis rot in der Oberkrume. Nur in den Depressionen des Oberlandes sind dunkle Böden vorhanden. Die hellfarbigen sind arm an organischer Substanz. Ursprünglich war das Gebiet von Wald bedeckt, bis dieser zugunsten der Feldbestellung ausgerodet wurde. Die meisten Böden sind Waldböden mit *A*-, *B*-, *C*-Horizonten, manche haben einen schweren Unterboden (dürften Gleipodsole sein), andere haben eine schwarze nasse Krume (anmoorig). Die Waldböden haben z. T. rote *B*-Horizonte.

Indiana. Soil Survey of Gibson County. Leitung T. M. BUSHNELL von der Purdue-Universitäts-Versuchsstation, ferner Aufnahmen von W. E. THARP vom U. S. Department of Agric. Bur. Soils. Teil 2: The Management of Gibson County Soils von A. T. WIANCKO und S. D. CONNER, Purdue Univ. Agricult. Exprim. Station.

Die Karte im Maßstabe 1 : 62 500 ohne Höhenschichtlinien hat eine Breite von 1 m und eine Länge von 70 cm. Nicht weniger als 45 Bodeneinheiten aus 24 Gruppen (Series) sind darauf eingetragen. Sie werden im Text zu 3 Gruppen zusammengefaßt: Gruppe 1 Böden mit normal entwickeltem Bodenprofil, Untergruppe 1a auf flachen Flächen mit besonderem und abnormem Profil. Gruppe 2 Böden mit schwach entwickeltem Profil, herrührend von sehr schwacher Dränage und ausgezeichnet durch Anhäufung organischer Substanz auf der Oberfläche. Gruppe 3 Böden auf Alluvialablagerungen jungen Alters, so daß nur ein schwaches oder kein Bodenprofil entwickelt ist. Die Böden der Gruppe 1 sind Oberlandböden, die normal unter Wald entstanden sind. Sie haben eine oberflächige Bedeckung von organischer Substanz, darunter den *A*-Horizont mit einer oberen Schicht, welche mehr, und eine untere, welche weniger organische Substanz enthält. Der *B*-Horizont ist „wohloxydiert“ und schwerer als *A*. 1a hat an Stelle des *B*-Horizontes einen „Hardpan“ in 1—4 Fuß Tiefe mit ausgesprochener Säulenstruktur. Darüber ist oft ein weißer Horizont. Im 2. Teil der Erläuterung wird die chemische Zusammensetzung behandelt. Es sind die in starker Salzsäure und in schwacher Salpetersäure löslichen Teile von P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, S bzw. P und K, ferner die Totalgehalte an N und K bestimmt. Sodann sind die flüchtige Substanz, N und die Azidität (nach HOPKINS in Pfunden Kalkstein) nach Horizonten festgestellt. Die eigentliche „Bodenbehandlung“ (Soil Management) bespricht die Dränage, das Kalken, die Humus- und Stickstoffzufuhr, die Fruchtfolge, die Kunstdüngerverwendung, der verschiedenen Bodengruppen, die hier als hellfarbige Oberland- und Terrassenschlufflehme (1), hellfarbige Oberland- und Terrassensande (1a), dunkelfarbige Terrassenböden (2) und hellfarbige und dunkelfarbige Schwemmbildungen (3) zusammengefaßt sind.

Illinois. Univ. of Illinois, Agricult. Exprim. Station. Soil Rep. 35. Will County. Aufgenommen und erläutert von R. S. SMITH, O. J. ELLIS, E. E. DE TURK, F. C. BAUER, L. H. SMITH. Urbana 1926.

Die Arbeit enthält 3 Karten ohne Höhenschichtlinien im Maßstabe 1 Zoll = 2 Meilen (1 : 127 700). Die farbigen Karten geben ein wesentlich anderes Bild als die bisher besprochenen, weil sie nicht mehr die Bodeneinheiten des Soil Survey, sondern modernere Bodentypen führen, nämlich: Oberlandprärieböden, Oberlandwaldböden, Terrassenböden, vormalige Moor- und Tieflandböden, Skelettböden (Residual Soils), ferner vormalige Wisconsinmoränen und vormalige Wisconsinzwischenmoränenflächen mit oder ohne Bodenbildungen. Insgesamt sind 35 verschiedene Farben und farbige Raster unter diese Bodentypen gruppiert. Zum leichteren Auffinden der richtigen Bezeichnungen in der Zeichenerklärung

haben die Böden laufende Zahlen, so z. B. die Terrassenböden 1500, die Moorböden 1400 Zahlen, die Skelettböden fangen mit Null an und haben 2 Ziffern danach usw. Die Unterteilung der Gruppen ist nach den Bodenarten (Textur) geschehen. Der verbreitetste Boden ist auf allen drei Karten der Hochlandprärieboden, es ist ein brauner Schlufflehm auf vormaliger Wisconsinzwischenmoräne. Durch die Prärie fließen zwei größere und einige Nebenflüsse. In der Nähe der Flüsse ist auf dem Oberland der gelbbraune Schlufflehm der Waldböden sowohl auf der Wisconsinmoräne als auch auf der Zwischenmoräne ausgebreitet. In den Flußtätern sind Terrassenböden angegeben, und zwar teils brauner Schlufflehm über Schotter, teils schwarzer oder brauner sandiger Lehm. Die Darstellung auf der Karte ist ungewöhnlich klar und übersichtlich, die Bezeichnungen so gewählt und gruppiert, daß trotz der sehr zahlreichen Einzelheiten eine schnelle Orientierung stattfinden kann. Der Text enthält noch 2 kleine Karten in Schwarzdruck, die erste ist eine Karte der Wasserläufe (Drainage Map) mit Terrassen, Tiefland, Moränen und Zwischenmoränen, die zweite stellt das Diagramm eines Versuchsfeldes mit Höhenschichtlinien von 1 m Abstand, die Anlage der Versuchsflächen und die vorkommenden Bodenflächen im Maßstabe von 1,4 cm = 50 m dar. Der Text enthält knappe Definitionen der hauptsächlichlichen Boden- gruppen und der einzelnen Böden sowie auch analytische Daten. Ein Anhang bringt eine kurze allgemeine Einführung in die Bodenaufnahme und in die gegenwärtigen Vorstellungen über die Ursache der Bodenfruchtbarkeit, sowie ferner eine Übersicht über die Versuchsfeldwirtschaft des Bezirks.

Iowa. Soil Survey of Iowa. Dubuque County. Agricult. Experim. Station Iowa State Coll. of Agricult. Soil Survey Rep. 35. Ames 1924.

Die Arbeit enthält 2 Kartenblätter im Maßstabe 1 zu etwa 160000, die durch Zusammenarbeit vom U. S. Soil Survey mit der Iowa Versuchsstation entstanden sind. Ihre 22 Bodeneinheiten nach Art der früher beschriebenen, wie Carrington loam, Clinton silt loam, Iudson loamy sand, sind in der Farberklärung zu Geschiebeböden (Drift soils), Lößboden, Terrassenböden, Moor- und Tieflandböden, Skelettböden (Residual soils) zusammengefaßt. Die Farben sind nicht wie bei den Karten von New Jersey, Georgia, Indiana mit Buchstaben, sondern mit Zahlen versehen, deren Anordnung allerdings nicht so geschickt wie bei der vorstehend besprochenen Karte des Willbezirks in Illinois ist. Die Zusammenfassung der Bodeneinheiten zu den genannten Gruppen hat eine verhältnismäßig gute Übersichtlichkeit der Karten bewirkt. Die Lößböden überwiegen, und die Zusammenfassung richtet sich nach geologischen Begriffen. Im Text tritt die Beschreibung der Böden auffallend hinter derjenigen ihrer landwirtschaftlichen Eigenschaften zurück. Nur ganz wenige Sätze sind den Böden selber gewidmet, von welchen ein Teil noch auf die geologische Grundlage entfällt. Kaum gewinnt man eine Vorstellung der Bodengenese.

Nevada. U. S. Dep. of Agricult. Bureau of Soils. Soil Survey of Las Vegas Area von E. J. CARPENTER und F. O. YOUNGS. Washington 1926.

Diese Bodenkarte im Maßstabe von 1 Zoll = 1 Meile (1 : 63 385) zeigt 36 Bodeneinheiten in 9 Gruppen, ferner Dünen sand und rohes, steiniges Land. Außer durch Farben sind die Einheiten durch Buchstaben bezeichnet. Eine Zusammenfassung findet in der Zeichenerklärung nicht statt. Die Karte hat zwar z. T. größere einheitliche Flächen, ist aber trotzdem wenig übersichtlich. Das Gebiet gehört der Wüste des Staates Nevada an. Infolgedessen enthalten die Böden viel kohlen sauren Kalk, und auch lösliche Salze sind häufig. Oft sind Wüstenkrusten vorhanden, die teils durch Salze, teils durch kohlen sauren Kalk, teils durch Gips hervorgerufen sind. Die Böden der Las-Vegas-Gruppe sind durch hellbräunlich graue bis hellgraulich braune Farbe, manchmal auch durch einen

rosaroten Farbton gekennzeichnet. Grauer Salpeter oder Krustenstücke sind zahlreich durch das ganze Profil verteilt. Die Oberkrume der Brockenböden ist lichtbraun bis braun, in der Regel durch einen Schatten von Rosa oder Rot gefärbt. Feucht sind sie rötlichbraun. Der Unterboden, der in der Regel bei 10—20 Zoll liegt, besteht aus bräunlichgrauem oder lichtrosagrauem, festem, schwerem Material, das bis an 40% und mehr Gips enthält. Oft ist eine schwache Gipskruste in 24—40 Zoll Tiefe vorhanden. In einer Tiefe von 50 Zoll liegt oft eine feste Kalkkruste unter dem Boden. Soda ist sehr verbreitet. Die Reepesböden haben eine bräunlichgraue bis hellbraune Oberkrume, die in der Regel mit einem blaßrötlichen oder rosa Farbton ausgestattet ist. Der Unterboden besteht aus grauem, helledergelbem, blaßlachsfarbenem oder weißlichem, kalkigem Material und ist reich an kohlenausem Kalk und Gipskristallen. Darunter liegt eine Gipskruste, die im trockenen Zustande hart, im feuchten Zustande weich ist. Diese drei Gruppen bilden die ältere, das Tal erfüllende Phase. Eine zweite Reihe derselben Phase schließt zwei Gruppen ein, bei denen die Kalk- und Gipszementation und Verfestigung nicht so bemerkbar sind. Die Böden haben in der Regel ein wohlentwickeltes Profil, das aus der leicht verfestigten Oberkrume, dem darauffolgenden „Mulch“ und einer liegenden Zone von mäßig bröckeligem Material besteht, das in eine festere Zone übergeht, in welcher schwache Flöze und Knötchen von kohlenausem Kalk angehäuft sind. Darunter folgt eine sehr feste und oft leicht zementierte Lage von schwererer Textur, in der Kies und Steine völlig von kohlenausem Kalk überzogen sind, während in dem Material darüber der Kalküberzug zumeist weniger gut entwickelt ist und oft nur die Unterteile der Steine bedeckt. Eine dritte Reihe der das Tal erfüllenden Böden umfaßt solche, in welchen sich ein normales Bodenprofil nicht entwickelt hat, und zwar wahrscheinlich als eine Folge der unterdrückten Unterdränage und des sich daraus ergebenden hohen Wasserstandes. Solche Böden besitzen eine weniger wohldefinierte Zone der Anhäufungsprodukte der Bodenverwitterung. Sie sind durch schwere, plastische, tiefere Unterböden gekennzeichnet, die in der Regel grau und kalkreich sind, oder sich durch einen grünen Farbton als Folge einer schlechten Durchlüftung auszeichnen. Eine vierte Reihe von Böden, welche in der Nähe der Dränagewege und in lokalen Vertiefungen liegen, hat durchlässige Ober- und Unterböden und keine Krustenbildungen. Sie zeigen einen leichten Farbwechsel zwischen Ober- und Unterboden. Es kommen weiter noch Böden vor, welche beständig Abschlammassen von den höheren Abhängen erhalten. Sie besitzen infolgedessen eine Schichtung. Ihre Oberkrume ist hellgraulichbraun bis hellbraun gefärbt, stellenweise auch wohl durch einen rosa Farbton ausgezeichnet. Das rohe Steinland umschließt Flächen, welche eine sehr rauhe und gebrochene Topographie haben und sehr steinig sind.

Eine kleinere Karte im Maßstab 1 Zoll = 2 Meilen (1 : 127 000) ist Landklassifikations- und Alkalikarte betitelt. Ihre Einteilung lautet: Böden mit durchlässigem Unterboden, zur Bebauung gut geeignet, wo die Dränagebedingungen und die Alkalianhäufung günstig sind; Böden mit festem Unterboden, für die Landwirtschaft wohl geeignet, wo die Dränagebedingungen und die Alkalianhäufung günstig sind; Böden von begrenztem Kulturwert; Flächen mit Anhäufung von mehr als 0,20% Alkali; Flächen mit weniger als 0,20% Alkali; Bohrpunkte mit prozentischen Angaben des Alkaligehaltes bis zu 6 Fuß Tiefe. Verhältnismäßig klein sind die Flächen, welche für den Ackerbau geeignet sind, der größte Teil ist eng begrenzt oder sehr wenig dazu geeignet.

Oregon. Soil Map of Multnomah County. Aufgenommen in Zusammenarbeit von U. S. Soil Survey mit der Oregon landwirtschaftlichen Versuchsstation 1919.

Es ist eine Karte von 1,20 m Breite und 60 cm Länge im Maßstab 1 : 62 500 und mit Höhengichtlinien. Die Farbenerklärung bringt 33 Einheiten aus 13 Gruppen und 3 Skelettbildungen. Die vorhandenen großen Flächen gestatten infolge geschickter Farbauswahl eine gute Übersicht. Die Erläuterung liegt in Tabellenform vor, während eine Übersicht erkennen läßt, daß es sich teils um eine alte Talfüllung, teils um Böden auf rezenten Alluvionen, teils um gemischte Böden handelt. Die Tabellen enthalten fast ausschließlich landwirtschaftlich-praktische Angaben.

Washington. U. S. Dep. of Agricult. Bureau of Soils in coop. with the State of Washington Soil Survey of Spokane County. Aufgenommen 1917. Gedruckt Washington 1921.

Diese Karte im Maßstabe 1 Zoll = 1 Meile (1 : 63 385) bedeckt eine Fläche von fast 1,5 m², enthält aber keine Höhengichtlinien. Es sind 61 Bodeneinheiten in 20 Gruppen, Morast, Torf und 4 Klassen von gemischtem, nicht landwirtschaftlich genutztem Land angegeben. Trotz zahlreicher großer Flächen ist das Gesamtbild verwirrend. In der Erläuterung werden die Böden unter folgenden Gesichtspunkten gruppiert: Verwitterungsböden, Böden auf glazialen Geschiebelehm, Böden auf altem, aus dem Wasser niedergeschlagenem Material ehemaliger Glazialseen und Flußterrassen, Böden auf äolischen Sedimenten, Böden auf rezenten Alluvialablagerungen, Böden auf rezenten Sedimentbildungen von Gletscherseen, Böden auf Anhäufungen organischer Substanz, vermischte Böden. Es liegt also die geologisch-geographische Einteilung der ersten Zeit vor. Gleich zu Beginn der Bodenerklärung wird denn auch auf die alte Übersicht MILTON WHITNEYS¹ verwiesen. In der Übersichtsbeschreibung werden viele Böden als Waldböden bezeichnet. Die Profilbeschreibung ist sehr kurz.

Bemerkenswert ist bei den vorstehenden Karten, daß die Farbenwahl keine Einheitlichkeit zeigt, sondern für jedes Blatt selbständig vorgenommen wird. Man sieht deutlich das Bestreben, die Farben stets gut von einander abzuheben, so daß aneinandergrenzende recht verschieden ausgewählt sind und infolgedessen Zweifel nicht leicht aufkommen können. Auf den drei zuerst genannten Karten finden sich z. B. Böden der Norfolkgruppe. Sie sind auf den Blättern von New Jersey gelb und grau, auf denen der 1. Karte von Georgia neutraltinte, orange, grau, grün, oliv, rosagrün, der 2. Karte orange, bläulichgrau, bläulichgrau mit blauen Strichen dargestellt. Die Moore (Swamps) sind auf ihnen mit Gelb bzw. Grün bzw. Rot angelegt. Es wird also grundsätzlich auf die Möglichkeit verzichtet, die Bodeneinheiten auch an den Farben der Karte erkennen zu können. Bei 532 Gruppen (Serien) und etwa 20 Bodenarten (Texturen), im ganzen 1779 Einheiten, ist das durchaus erklärlich. Aber die Karte von R. S. SMITH² zeigt, daß außer der Serienbezeichnung eine allgemeine bodenkundliche Einteilung recht wohl gefunden werden kann. Ihr Anfang ist vielverheißend, trifft auch ganz gut mit den theoretischen Erkenntnissen, welche C. F. MARBUT³ geäußert hat, zusammen. Die Ursache für das so lange andauernde Verharren auf dem Standpunkt der geologischen Abhängigkeit des Bodens beruhte einerseits wie in Deutschland auf dem Bestreben, recht viel und schnell für die landwirtschaftliche Praxis zu arbeiten, so daß für rein wissenschaftliche Erkenntnisse keine Zeit übrig blieb, andererseits in dem Mangel an Übersichtskarten, die weit mehr zu wissenschaftlicher Durcharbeitung als die Sonderkarten zwingen. Bemerkenswert ist bei den amerikanischen Karten auch die Ungebundenheit im Format, während sonst bei

¹ U. S. Bureau of Soils. Bull. 96 (1913).

² SMITH, R. S. u. Mitarbeiter: Will County Soils. Illinois, a. a. O.

³ MARBUT, C. F.: The Contrib. of Soil Survey to Soil Science, a. a. O.

Landesaufnahmen eine bestimmte Kartengröße beibehalten wird. Der Text ist in der Regel mit Landschaftsbildern versehen.

Nach Mitteilung von C. F. MARBUT an den Verfasser waren in den 26 Jahren von 1900—1926 1188 Karten gedruckt. Während der Jahre 1927—1930 wurden 165 Aufnahmen ausgeführt, die z. T. auch gedruckt sind. Insgesamt also bis 1930 1353 Karten.

Kanada.

Die kanadische Bodenkartierung wird nicht so einheitlich von einer Zentralstelle aus geleitet wie die der Vereinigten Staaten von dem Soil Survey, sondern an einigen Universitäten bestehen bei den Professuren für Bodenkunde der landwirtschaftlichen Abteilungen Bodenaufnahmen. So haben u. a. A. H. JOEL¹ an der Universität von Saskatchewan in Saskatoon und F. A. WYATT² an der Universität von Alberta in Edmonton die Bodenkartierung eingerichtet.

A. H. JOELS Kartierung³ schließt sich eng an die des Soil Survey in Washington an. Das Blatt Bienfait-Oxbow berührt die Grenze gegen den Staat Nord-Dakota. Dasselbe ist im Maßstab 1 : 190080 (1 Zoll = 3 Meilen) mit Höhenschichtlinien gehalten. Die Farbenerklärung für 16 Bodeneinheiten zeigt eine Zusammenfassung zu 4 Gruppen, die durch Ortsnamen gekennzeichnet sind, und ferner noch 4 Gesteine. Mit schrägen schwarzen Strichen sind verschiedene Bodeneinheiten mit bewegter Oberfläche besonders bezeichnet. Außer Farben sind Buchstaben verwendet. In der Erläuterung heißt⁴ es: Zuerst war die Klassifikation auf den Karten nur auf die Textur (Bodenarten) gegründet. Nachdem aber mehr Erfahrungen gesammelt worden waren, konnte auch der Klassifikationsplan erweitert werden. Das gegenwärtige System ist daher umfassender, aber allerdings auch schwieriger zu verstehen. Es gründet sich nicht nur auf die Kennzeichen der Oberkrume, sondern auch auf die der tieferen Bodenlagen. Das Bodenprofil ist, wie gegenwärtig überall, so auch hier die Grundlage der Bodeneinteilung. Die Böden der am stärksten verbreiteten Oxbowgruppe sind auf dem Glazialgestein unter der Vegetation der Hochgrasprairie entstanden, obwohl sie zur Zeit von typischer Parkvegetation bestockt sind. Die Oberkrume ist schwarz bis dunkelbraun gefärbt und bröckelig. Ihr folgt eine dunkelbraune bis braune, etwas schwerere, festere und darunter eine graue bis gelblichgraue Lage von angehäuften kohlen-sauren Kalk, den eine unterste Lage von grauem, leicht geflecktem, feinkörnigem Boden unterlagert. Dieser geht in die Grundmoräne über. Die Weyburngruppe unterscheidet sich von dieser durch die mehr dunkelbraune als schwarze Oberkrume und durch einen mehr rötlich als dunkelbraunen zweiten Horizont. An organischer Substanz und Stickstoff ist sie ärmer. Die Vegetation gleicht mehr der der Kurzgrasbenen als der Parkvegetation, die nicht häufig vorkommt. Die Böden der Sourisgruppe sind jünger, ihr Profil ist weniger gut entwickelt. Die Drainage ist bei den schwereren und tiefer liegenden Böden dieser Gruppe schlechter entwickelt. Die Hill-burygruppe findet sich auf den höheren Terrassen und Böschungen der Wasserläufe und ist der Oxbowgruppe ähnlich, doch ist sie infolge der Auswaschung der feineren Bestandteile gröber. Demnach ist das Kartenbild recht leicht zu

¹ Z. B. Soil Survey of the Bienfait-Oxbow Area. Soil Surv. Rep. Saskatoon 1926, Nr 5. — Soil Survey of the Rosetown Area. Soil Surv. Rep. Saskatoon 1927, Nr. 6.

² Z. B. Soil Survey of Macleod Sheet. Bull. Edmonton 1925, Nr. 11. — Soil Survey of Medicine Hat Sheet. Bull. Edmonton 1926, Nr 14.

³ In der Einleitung zu den Kartenerläuterungen heißt es „Die bodenkundliche Landesaufnahme von Saskatchewan stellt die Erfüllung einer Entschliebung dar, welche mit der ‚besseren Landwirtschaftsbesprechung‘ vom Jahre 1920 in Swift Current angenommen wurde.“

⁴ Soil Rep. Nr 5, 20/21.

lesen und gibt eine gute, klare Übersicht. Die Karte selbst ist von $27,5 \times 45,5 \text{ cm}^2$ Größe und handlich. Der Text ist mit Landschaftsbildern und einigen Profilabbildungen reich versehen.

Die Karte der Rosetownfläche, aus einem weiter nordwestlich gelegenen Gebiet, hat die gleiche Größe, aber keine Höhengichtlinien. Es sind 16 Farben, die nicht Buchstaben, sondern Nummern tragen, vorhanden. Die Weyburn-, die Souris- und die Hillsburygruppen kommen auch hier, z. T. mit ähnlichen Farben, wenn auch anderen Nuancen bezeichnet, vor. Die größten Flächen nehmen die Böden der Reginagruppe, die auf schweren lakustrischen Tönen entstanden sind, ein. Die Oberkrume ist dunkelbraun bis dunkelgraubraun, sie geht durch einen heller braun gefärbten, etwas schwereren Horizont in einen gelblich- oder mergelig-grauen Ton über. Das Gesamtbild der Karte ist weniger übersichtlich als das der vorigen. Die geringen Bodenunterschiede sind durch kraß neben einander stehende Farben stark verzerrt.

Die Karten von Alberta haben den gleichen Maßstab (1:190080) wie die von Saskatchewan, desgleichen Höhengichten und feine Farbengebung. Das Format ist wesentlich größer, nämlich $60 \times 86 \text{ cm}^2$. Unterschieden sind nur Bodenarten, außerdem erodierter und gemischter Flußboden. Wellige und hügelige Gegenden sind besonders bezeichnet. Das Kartenbild ist an sich sehr schön. Im Text sind die Profile nur angedeutet und auch die natürliche Vegetation ist nur kurz beschrieben, so daß man einen gewissen Zusammenhang herstellen kann, ohne allerdings sicher zu sein, daß dieser angesichts des kleinen Maßstabes auch stimmt. Eine Beeinflußung durch das U. S. Soil Survey ist rein äußerlich deutlich, im einzelnen aber kaum zu bemerken.

Mittelamerika.

Eine Bodenkarte des südlichen Mittelamerikas hat K. SAPPER¹ entworfen. Er unterscheidet darauf mit Farben: Eluvialböden der feuchten Gebiete, der trockenen Gebiete, Eluvialböden gemischt mit vulkanischem Material, vulkanischen Aufschüttungsboden (primär), fluvialen Aufschüttungsboden, marinen Aufschüttungsboden, Sand- und Schotterboden, Mangroveboden, Alluvialboden gemischt mit vulkanischem Material und Jicarales (grauer Tonboden in Vertiefungen). Auf der Karte überwiegen bei weitem die feuchten Eluvialböden, die aus Urwaldböden mit roter, gelber, gelbgrauer oder brauner oder grauer oder schwarzer Farbe bestehen. Sie nehmen den größten Teil der östlichen Hälfte des Gebietes ein, während die trockenen Eluvialböden den größten Teil der westlichen Hälfte inne haben. Diese sind teils Böden der Eichen- und Kiefernwälder, teils solche der Gras- und Strauchsteppen, die im allgemeinen mehr graue Humusfarben aufweisen, doch sind auch rote oder braune Böden, allerdings mehr in den Wäldern als in den Steppen, vertreten. Die Karte hat den Maßstab 1:400000. Ohne Zweifel ist sie in ihrer Art durch C. ROHRBACHS Erdkarte nach F. v. RICHTHOFENS Grundgedanken beeinflusst.

Südamerika.

Die Bodenkartierung ist in Südamerika weit weniger als in Nordamerika fortgeschritten.

Manche der geologischen Karten von Argentinien und Uruguay, besonders solche der Flachländer, haben auch eine gewisse bodenkundliche Bedeutung,

¹ SAPPER, K.: Gebirgsbau und Boden des südlichen Mittelamerika. Peterm. Mitt., Erg.-H. 151, Tafel I. Gotha 1905.

so R. STAPPENBECKS¹ hydrogeologische Karte der Täler von Chapalcò und Quehué in der mittleren Pampas. Hier sind Pampasformation, Sanddünen, Granit und kristalline Schiefer und deren Anstehen unter der Pampasformation angegeben, ferner die Brunnen und Bohrungen mit Salz- und mit süßem Wasser, die Quellen und Lagunen mit Salz- und süßem Wasser, die Salzausblühungen u. dgl. angeführt. Ferner sind K. WALTHERS² geomorphologische und geologische Studien in Uruguay mit Karten der verschiedensten Art und auch einigen Bodenprofilen hervorzuheben.

Über Brasilien hat E. P. DE OLIVIERA³ einen Bericht in G. MURGOCIS *Etat de l'étude et de la cartographie des sols* veröffentlicht. Seit der Begründung des Ministeriums für Landwirtschaft, Industrie und Handel im Jahre 1911 hat die Regierung der Geologie der Ackerböden ihre Aufmerksamkeit zugewandt, jedoch schon vorher hatten einzelne Forscher, so besonders M. P. CACALCANTI, mit Unterstützung der nationalen Landwirtschaftsgesellschaft einzelne landwirtschaftliche Kartenskizzen Brasiliens entworfen. Der Abteilung für Landwirtschaft (*Serviço de Inspecção e Fomento Agricola*) des genannten Ministeriums wurde der Auftrag zuteil, agronomische, agrogeologische und Waldkarten Brasiliens herzustellen. Als Grundlagen waren jedoch zunächst topographische und geologische Karten notwendig, die von verschiedenen Seiten und in verschiedenen Staaten geschaffen wurden. Bodenkarten waren noch nicht vorhanden. Eine kleine Bodenkarte des inneren Amazonenbeckens haben seitdem C. F. MARBUT und C. B. MANIFOLD⁴ veröffentlicht. Ihr Maßstab ist 1 : 15 000 000. Sie reicht von etwa 76° östlicher Länge und 4° südlicher Breite bis zur Mündung des Amazonenstromes. Dargestellt sind sandige Lehme mit gelbem, bröckeligem Unterboden von sandigem Ton, feinsandige Lehme mit gelblichem bis rotgelbem, bröckeligem Ton bis sandigem Ton als Unterboden, tonige Lehme und Tone mit rotem oder rötlichem, bröckeligem Ton als Unterboden, Tone und tonige Lehme mit schwerem, unvollständig oxydiertem, tonigem Unterboden, sehr feinsandiger Lehm mit tiefem, bröckeligem, rötlichem Unterboden. Den „Versuch einer Bodentypenkarte Chiles“ hat neuerdings A. MATTHEI⁵ ausgeführt. Es sind darauf Gebirgsböden, kastanienbraune Steppenböden, Roterden, Gelberden, Schwarzerden und degradierte Schwarzerden, graue Waldböden und Gebirgsböden, braune Waldböden, Prärieböden dargestellt. Im Vergleich dazu sind orographische Skizzen, eine Regenkarte und eine Vegetationskarte wiedergegeben. Es handelt sich hier um einen vielversprechenden Anfang.

Afrika.

Außer der Darstellung Afrikas auf den Erdkarten ist eine besondere Bodenübersichtskarte Afrikas im Maßstabe 1 : 25 000 000 vorhanden, welcher sich eine Landklassifikations- (Bodengüte-) Karte in 1 : 10 000 000 anschließt. Der Verfasser der Übersichtskarte ist C. F. MARBUT, die der Bodengütekarte H. L. SHANTZ

¹ STAPPENBECK, R.: *Investigaciones hidrogeológicas de los Valles de Chapalcò y Quehué y sus alrededores*. Dir. gen. minas, geol. y hydrol. Bol. 4, Ser. B. Buenos Aires 1913.

² WALTHER, K.: *Estudios geomorfológicos y geológicos*. Bases de la geografía del país. Montevideo 1924.

³ OLIVIERA, E. P. DE: *The Cartography of Soils and Surficial Deposits of Brazil*. *Etat de l'étude et de la cartographie des sols*, S. 273—275. Bukarest 1924.

⁴ MARBUT, C. F. u. C. B. MANIFOLD: *The Soils of the Amazon Basin in Relation to Agricultural Possibilities*. *Geogr. Rev.* 16, 414—442 (1926). — Auch die Einleitung dazu: C. F. MARBUT u. C. B. MANIFOLD: *The Topography of the Amazon Valley*. *Ebenda* 15, 617—642 (1925).

⁵ MATTHEI, A.: *Einfluß von Oberflächengestaltung, Klima und Vegetation auf die Verbreitung der Bodentypen in Chile*. *Bodenkundl. Forschgn* 2, 57—67 (1930).

und C. F. MARBUT¹. Zum Vergleich sind der Arbeit eine Regenkarte Afrikas von J. B. KINCER und eine Vegetationskarte von H. L. SHANTZ beigelegt. C. F. MARBUTS Karte ist eine solche der Bodenentstehungstypen. Es werden 16 Bodentypen unterschieden: braune Böden der Kapprovins und der Atlasregion, Natallehne, Steppenböden von Transvaal, Tschernosemböden, hellfarbige Böden der Tschernosemgruppe, kastanienfarbige Böden, Wüstenböden ungeteilt, braune Wüstenböden, Rotlehme, unreife Rotlehme, eisenschüssige Rotlehme, lateritische Rotlehme, Laterite, tropische Steppenböden, Sande oder sehr sandige Böden, Alluvium. Vergleicht man die Karte mit J. B. KINCERS Regenkarte im gleichen Maßstabe, so fällt ein gewisser Parallelismus beider Karten auf, der zeigt, daß beide sich etwas aneinander anlehnen. Die Bodenkarte ist infolgedessen ebenso wie alle bisherigen Übersichtskarten der Erde und Kontinente noch schematisch. Methodisch ist die Bodengütekarte von H. L. SHANTZ und C. F. MARBUT sehr bemerkenswert. Die Ländereien werden nach ihrem Pflanzenproduktionsvermögen mit Buchstaben von \mathfrak{A} — \mathfrak{B} bezeichnet, derart, daß \mathfrak{A} die fruchtbarsten und produktionsreichsten des Kontinents, nämlich die des Nildeltas und des Niltals, \mathfrak{B} die unfruchtbarsten, nämlich die sterilen Gebiete der Sahara bedeuten. Um sie im einzelnen als Gras-, Acker-, Waldland kennzeichnen zu können, wird das tropische Ackerbauland mit A, das des subtropischen und des gemäßigten Klimas mit a, das Weideland (Grasland) mit G, das Waldland mit F zugleich mit den Ziffern von 1—5 in fünf Produktionsstufen bezeichnet, von welchen 1 die sehr niedrige, 2 die niedrige, 3 die mittlere, 4 die hohe, 5 die sehr hohe Produktivität wiedergeben. Die Gruppen \mathfrak{A} — \mathfrak{B} werden nun im einzelnen durch die Buchstaben A, a, G, F mit den Produktivitätsziffern 1—5 gekennzeichnet. Die Gruppe \mathfrak{A} , die den Böden des Niltals und des Nildeltas entspricht, erhält die Signatur $A^5G^1F^5$, d. h. sie hat sehr hohe Produktivität als tropisches Ackerbau- und Waldland, dagegen sehr niedrige als Weideland. Die Gruppe \mathfrak{B} erhält keine Signatur, da die Wüste weder als Acker- noch als Weide- noch als Waldland etwas produziert. Aber außer dieser praktischen Kennzeichnung wird jede einzelne Gruppe noch nach verhältnismäßiger Produktivität, Bodentypus, Oberflächengestaltung und Klima, Vegetationstypen, natürlichen Erzeugnissen und Landbaumöglichkeiten beschrieben. Die Beschreibungen folgen hierunter:

\mathfrak{A} .

$A^5G^1F^5$

Verhältnismäßige Produktivität: sehr hoch.

Bodentypus: Schwach gefärbtes Alluvium, zumeist lehmig oder schwerer.

Oberflächengestaltung und Klima: Flach; warm und feucht. Niederschlag 30—120 englische Zoll. In der Regel keine Trockenzeit.

Vegetationstypen: Hauptsächlich tropischer Regenwald oder Sumpfgas.

Natürliche Erzeugnisse: Palmöl und -nüsse, Gummi und Nutzholz.

Landbaumöglichkeiten: Kakao, Bananen, Reis, Zuckerrohr, Vanille, Maniok, Sorghum, afrikanische Hirse, Negerhirse, Süßkartoffeln, Baumwolle, Tabak, Bohnen, Indigo, Erdnüsse, Sesam und tropische Früchte und Pflanzen.

\mathfrak{B} .

$a^5G^1F^5$

Verhältnismäßige Produktivität: Sehr hoch.

Bodentypus: Rotlehm von mäßiger Tiefe, keine „Pflugsohle“ oder verhärtete Schicht (hardpan), mäßig ausgelaugt. Im allgemeinen von verwickelter Mineral-

¹ SHANTZ, H. L. u. C. J. MARBUT: The Vegetation and Soils of Africa. Amer. geogr. Soc. Res. 13. New York 1923. — Vgl. auch H. STREMMER: Grundzüge der praktischen Bodenkunde, S. 283—294. Berlin 1926.

zusammensetzung. Frischer (unberührter) Boden, wenig organische Substanz, frei von Laterit.

Topographie und Klima: Bergig; feucht, warm bis gemäßigt. Niederschlag 40—80 englische Zoll. Keine Trockenzeit.

Vegetationstypus: Größtenteils gemäßigter Regenwald.

Naturprodukte: Bauholz.

Landbaumöglichkeiten: Gemäßigte Getreidearten, wie Weizen, Hafer, Gerste, Roggen; Kartoffeln, Mais, Sorghum, Negerhirse, afrikanische Hirse, Flachs, Erdnüsse, Baumwolle, Bohnen, Erbsen, Süßkartoffeln, Yams, Kaffee, Bananen, subtropische Früchte, Früchte und andere Vegetabilien der gemäßigten Zone.

Ⓒ.

a^5G^5

Verhältnismäßige Produktivität: Sehr hoch.

Bodentypus: Dunkelrote Lehme, frei von Pflugsohle (hardpan), mäßig ausgelaugt, mäßig verwickelte Mineralzusammensetzung.

Topographie und Klima: Hoch, wellig bis gebirgig. Mäßige Feuchtigkeit, warm, gemäßigt. Niederschlag 40—60 Zoll. Keine längere Trockenzeit.

Vegetationstypus: Berg-Grasland.

Naturprodukte: Sehr wertvolles Weideland.

Landbaumöglichkeiten: Weizen, Gerste, Hafer, Roggen, Mais, Sorghum, Hirse, Maniok, Erdnüsse, Baumwolle, Bohnen, Erbsen, Süßkartoffeln, Bananen, Kaffee, subtropische Früchte, Früchte und andere Vegetabilien des gemäßigten Klimas.

Ⓓ.

$A^5G^2F^3$

Verhältnismäßige Produktivität: Sehr hoch.

Bodentypus: Rotlehme mäßig ausgelaugt.

Topographie und Klima: Flachwelliges Land. Niederschlag mäßig bis hoch, 30—80 Zoll. Tropisch. Trockenperiode, 3—5 Monate.

Vegetationstypus: Größtenteils Hochgras — Kleinbaum — Savanne.

Naturprodukte: Weideland, Gummi und Öl.

Landbaumöglichkeiten: Erdnüsse, Sorghum, afrikanische Hirse, Negerhirse, Mais, Baumwolle, Süßkartoffeln, Yams, tropische Früchte und Vegetabilien, Sesam, Maniok, Tabak, Bohnen, Indigo, Gummi.

Ⓔ.

a^4G^4

Verhältnismäßige Produktivität: Hoch.

Bodentypus: Dunkelbraun bis rotbraun. Sandige Lehme bis Lehm.

Topographie und Klima: Hochfläche. Sommerregen 30—40 Zoll. Trockenzeit 4—6 Monate.

Vegetationstypus: Hohes Gras.

Naturprodukte: Weideland.

Landbaumöglichkeiten: Gemäßigtes Trockenland — Getreide: Weizen, Hafer, Gerste, Roggen; Sorghum, Mais, Hirse. Früchte des gemäßigten Klimas: Birnen, Pflaumen, Aprikosen, Pfirsiche, Feigen und andere Vegetabilien.

Ⓕ.

$A^4G^3F^3$

Verhältnismäßige Produktivität: Hoch.

Bodentypus: Dunkelfarbige Feuchtböden.

Topographie und Klima: Sanfte Erhebungen. Niederschlag 35—45 Zoll. Trockenzeit 2—5 Monate.

Bodentypus: Dunkelfarbige Feuchtböden.

Vegetationstypen: Akazien — Hochgras — Savanne, Hochgras — Kleinbaum — Savanne.

Naturprodukte: Weideland.

Landbaumöglichkeiten: Mais, Sorghum, Negerhirse, Süßkartoffeln, Tabak, Bohnen, Erdnüsse, Weidenruten, Baumwolle, subtropische Früchte und Vegetabilien.

5.

$A^4G^2F^2$

Verhältnismäßige Produktivität: Hoch.

Bodentypen: Braunerde mit rötlichem Untergrund.

Topographie und Klima: Verschieden; Bergzüge mit Längstälern, Niederschlag 20—30 Zoll, fast gleichmäßig verteilt.

Vegetationstypen: Gemäßigter Busch, Eiche — Koniferenwald, gemäßigter Wald des Kaplandes.

Naturprodukte: Brennholz und Schößlinge.

Landbaumöglichkeiten: Gemäßigte Getreidearten: Weizen, Gerste, Hafer, Roggen, Mais; Sorghum, Tabak, Luzerne; subtropische und gemäßigte Früchte, besonders Weintrauben.

3.

$A^4G^3F^3$

Verhältnismäßige Produktivität: Hoch.

Bodentypus: Rotlehme. Wahrscheinlich lateritisch.

Topographie und Klima: Welliges bis hügeliges Land. Warm und feucht. Niederschlag 60—80 Zoll. Trockenperiode kurz oder fehlend, nicht ausreichend, um Laubabfall zu veranlassen.

Vegetationstypus: Tropischer Regenwald.

Naturprodukte: Palmöl und -nüsse, Gummi, Nutzholz, Kola, Kopal.

Landbaumöglichkeiten: Kakao, Bananen, Reis, Zuckerrohr, Vanille, Maniok, Yams, Ingwer, Gummi, Kaffee, Tapioka, Kokosnüsse, Mais, Sorghum, Negerhirse, afrikanische Hirse, Süßkartoffeln, Baumwolle, Tabak, Bohnen Indigo, Erdnüsse, Sesam, tropische Früchte und Vegetabilien.

3.

$A^4G^3F^3$

Verhältnismäßige Produktivität: Hoch.

Bodentypus: Dunkelfarbige Böden, oft kalkhaltiger Untergrund.

Topographie und Klima: Sanfte Niederungen und Hochflächen. Niederschlag 20—33 Zoll. Trockenzeit 3—6 Monate im Mittwinter.

Vegetationstypus: Akazie — Hochgras — Savanne, Hochgras — Kleinbaum — Savanne.

Naturprodukte: Weideland.

Landbaumöglichkeiten: Sorghum, Erdnüsse, Baumwolle, Negerhirse, Bohnen, Maniok, Yams, Süßkartoffel, Indigo, Tabak, Sesam, Kürbis u. a.

R.

$A^4G^2F^4$

Verhältnismäßige Produktivität: Hoch.

Bodentypus: Rotlehme und sandige Lehme.

Topographie und Klima: Stark oder schwach wellig. Günstiger Niederschlag 30—40 Zoll. Lange Trockenzeit, 4—6 Monate im Mittwinter.

Vegetationstypus: Trockenwald.

Naturprodukte: Weideland, Gummi, Nutzholz.

Landbaumöglichkeiten: Mais, Sorghum, Negerhirse, Baumwolle, Süßkartoffel, Sesam, Tabak, Bohnen, Indigo, Erdnüsse, afrikanische Hirse, Gummi.

Q.

A⁴G²F³

Verhältnismäßige Produktivität: Hoch.

Bodentypus: Rotlehme, gelegentlich dunkelfarbig.

Topographie und Klima: Wellige Ebenen bis Hügelland. Niederschlag 35 bis 45 Zoll. Trockenzeit 3—5 Monate.

Vegetationstypus: Akazie — Hochgras — Savanne.

Naturprodukte: Weideland.

Landbaumöglichkeiten: Mais, Sorghum, Negerhirse, Maniok, Yams, Süßkartoffeln, Sesam, Tabak, Bohnen, Indigo, Erdnüsse, Sisal, Gummi, Bananen, Ananas, andere tropische Früchte und Vegetabilien.

R.

A⁴G²F⁴

Verhältnismäßige Produktivität: Hoch.

Bodentypus: graue bis rote Böden, oft schwerer Untergrund. Häufig Kalkanhäufungen.

Topographie und Klima: Schwach bis stark wellig. Niederschlag 25—35 Zoll, Trockenzeit 3—6 Monate.

Vegetationstypus: Akazie — Hochgras — Savanne und Trockenwald.

Naturprodukte: Nutzholz und Weideland.

Landbaumöglichkeiten; Sorghum, Erdnüsse, Baumwolle, Negerhirse, Bohnen, Maniok, Yams, Süßkartoffel, Indigo, Tabak, Sesam, Kürbis u. a..

S.

A³G¹F⁵

Verhältnismäßige Produktivität: Mittel.

Bodentypus: Laterit.

Topographie und Klima: Wellig bis bergig. Niederschlag 70—160 Zoll. Trockenzeit kurz oder fehlend, nicht genügend, um Laubabfall zu verursachen.

Vegetationstypus: Tropischer Regenwald, Hochgras — Kleinbaum — Savanne.

Naturprodukte: Nutzholz und Gummi.

Landbaumöglichkeiten: Kakao, Banane, Reis, Zuckerrohr, Vanille, Maniok, Yams, Ingwer, Gummi, Kaffee, Tapioka, Kokosnuß, Mais, Sorghum, Negerhirse, afrikanische Hirse, Süßkartoffel, Baumwolle, Tabak, Bohnen, Indigo, Erdnüsse, Sesam, tropische Früchte und Vegetabilien.

T.

A³G²F³

Verhältnismäßige Produktivität: Mittel.

Bodentypus: Rotlehme mit Eisenoxydanhäufung im Untergrund; Kasai-Becken.

Topographie und Klima: Sanfte Zwischenstromebenen und Hochflächenreste. Niederschlag 50—65 Zoll. Trockenzeit 3—5 Monate.

Vegetationstypus: Hochgras — Kleinbaum — Savanne.

Naturprodukte: Weideland.

Landbaumöglichkeiten: Erdnüsse, Sorghum, Negerhirse, afrikanische Hirse, Mais, Baumwolle, Süßkartoffel, Yams, tropische Früchte und Vegetabilien, Sesam, Maniok, Tabak, Bohnen, Indigo, Gummi.

Ⓕ.

$a^3G^3F^2$

Verhältnismäßige Produktivität: Mittel.

Bodentypus: Braune bis dunkelbraune Böden mit kalkhaltigem Untergrund.

Topographie und Klima: Sanfte Zwischengebirgstäler und -ebenen. Gemäßigter Regenfall 15—30 Zoll. Trockenzeit 2—3 Monate im Norden und 3—6 Monate im Süden.

Vegetationstypen: Zwergpalme — gemäßigt Gras, Akazie — Hochgrassavanne, Wüstengras — Wüstenstrauch.

Naturprodukte: Weideland und Palmfaser.

Landbaumöglichkeiten: Gemäßigte Zerealien: Weizen, Gerste, Hafer, Reis, Mais, Sorghum; Tabak, Luzerne, Früchte der gemäßigten und halbgemäßigten Zone.

Ⓖ.

$A^3G^3F^2$

Verhältnismäßige Produktivität: Mittel.

Bodentypus: Sande und dunkelfarbiges Sandalluvium, Flachlandböden des Tschadseegebietes und des Nigerbogens. Ohne harte Schicht (hardpan).

Topographie und Klima: Flach. Niederschlag gering, 15—30 Zoll. Trockenzeit 5—7 Monate im Mittwinter.

Vegetationstypus: Der trockenere Teil der Akazie — Hochgras — Savanne.

Naturprodukte: Weideland, Gummi.

Landbaumöglichkeiten: Mais, Sorghum, Süßkartoffel, Baumwolle, Tabak, Bohnen, Indigo, Erdnüsse und Negerhirse.

Ⓗ.

$A^2a^2G^3F^2$

Verhältnismäßige Produktivität: Niedrig.

Bodentypus: Graue Sande mit beträchtlicher organischer Substanz. Mäßig ausgelaugt.

Topographie und Klima: Sandige Ebene mit Sommerregenfall und hoher Temperatur. Niederschlag 20—30 Zoll. Trockenperiode über 6 Monate im Winter.

Vegetationstypus: Akazie — Hochgras — Savanne.

Naturprodukte: Weideland.

Landbaumöglichkeiten: Sorghum, Negerhirse, Mais und ähnliche Trockenlandgetreide und Vegetabilien.

Ⓒ.

$A^1a^1G^3F^1$

Verhältnismäßige Produktivität: Sehr niedrig.

Bodentypus: Graue bis rote Sande, nicht weit ausgelaugt.

Topographie und Klima: Sandige Ebene mit geringem Sommerregenfall, 10—20 Zoll. Hohe Temperatur.

Vegetationstypus: Akazie — Wüstengrassavanne.

Naturprodukte: Gutes Weideland von geringem Ertrag, wo Wasser beschafft werden kann.

Landbaumöglichkeiten: Trockenfarmgetreide nur während günstiger Jahre und auf besseren Böden.

ℒ.

$a^3G^3F^2$

Verhältnismäßige Produktivität: Sehr niedrig.

Bodentypus: Graues, nasses Sandalluvium, oft mit Salzen beladen.

Topographie und Klima: Flach und heiß. Regenfall 20—30 Zoll. Während der Regenzeit überschwemmt.

Vegetationstypus: Trockenwald, von unten bewässerte Grasländer und Sumpfgas.

Naturprodukte: Weideland.

Landbaumöglichkeiten: Heu oder Futtergetreide, wo nicht zu salzig.

ℋ.

G^2

Verhältnismäßige Produktivität: Sehr niedrig.

Bodentypus: Braune sandige Lehme oder schwerer; unausgelaugt, hoch an löslichen Bestandteilen. Wahrscheinlich eine chemische Kruste (hardpan).

Topographie und Klima: Wüstentypen: verschiedene Oberflächen. Sehr niedriger Regenfall 5—10 Zoll. Lange, heiße Trockenzeit.

Alpenwiesen: Hochgebirgsformen. Kaltes Klima.

Naturprodukte: Weideland von geringem Ertrag.

Landbaumöglichkeiten: Trockenfarmgetreide: Gerste, Sorghum, Hirse usw. nur während günstiger Jahre. Alpenwiesen keine Möglichkeiten.

ℑ.

F^4

Verhältnismäßige Produktivität: Keine.

Bodentypus: Brackischer Sumpfboden.

Topographie und Klima: Untergetaucht; heiß.

Vegetationstypus: Mangrove.

Naturprodukte: Gerbstoff und Nutzholz.

Landbaumöglichkeiten: Keine.

℔.

Keine Stufe.

Verhältnismäßige Produktivität: Keine.

Bodentypus: Graue sandige Wüste. Kalkhaltig, unausgelaugt.

Topographie und Klima: Sanft bis schroff. Trocken und heiß. Niederschlag 2—3 Zoll.

Vegetationstypus: Wüstenstrauch, Wüste.

Naturprodukte: Keine.

Landbaumöglichkeiten: Keine.

Diese verschiedenen Stufen sind mit 23 Farben auf die große Landklassifikationskarte im Maßstabe 1 : 10000000 gebracht. Die Stufen sind unter den Überschriften tropisches Ackerbauland, subtropisches und gemäßigtes Ackerbauland, Weideland, Waldland und Wüste, je nach ihrer Zugehörigkeit zu den verschiedenen Ländereien gruppiert. ℒ kommt unter dem tropischen Ackerbau-

land und Waldland, **B** nur unter dem subtropischen oder gemäßigten Ackerbau-land, **C** nur unter dem Weideland, **W** als einziges bei der Wüste vor. Das Ausmaß und die Verteilung der Ländereien ist sehr verschieden. Im früheren Deutschostafrika sind **U**, **B**, **C**, **D**, **R**, **M**, **S** in sehr verschiedenen Anteilen **U** fast nur in einigen Flußtäälern (Rovuma, Rufidji usw.) angegeben. Im ehemaligen Deutschsüdwestafrika sind: **G**, **M**, **R**, **S**, **T**, **U**, **W**, in Kamerun **U**, **R**, **D**, **S**, **N**, **O** aufgeführt. Togo hat fast nur **D**, an der Küste ist etwas **B** vorhanden.

Im ganzen ist hier auf moderner bodenkundlicher Grundlage mit Hilfe der Bodentypen eine bemerkenswerte Übersichtsbonitierung Afrikas geschaffen worden.

Am höchsten werden die Flußauen **U** bewertet. Die nächsten entsprechen teils schwachpodsoligem Boden (**B**, **D**, **G**), teils Tschernosem (**C**, **E**, **G**) oder degradiertem Tschernosem **S**. Dann kommt stärker podsolierter Boden mit **S**, trockener Tschernosem mit **Z**, degradiertes Tschernosem mit **R**, **Q**, **M**. Bis hierhin besteht von **C** ab eine hohe Produktivität, von **R** ab die mittlere Produktivität, und zwar **N**, **O** Laterit und lateritische Roterde entsprechend dem Podsolboden der gemäßigten Gebiete, **B**, **Q** den trockenen A-C-Böden, wobei **Q** von sandigem Charakter ist. Der Boden mit niedriger Produktivität **R** ist ebenfalls ein Sandboden des Trockengebietes. Die übrigen Stufen enthalten noch trockenere Böden oder schlechte Marschen, darunter befindet sich **B**, die Mangrovemarsch.

Von einzelnen Teilen Afrikas sind in G. MURGOCS „Etat de l'étude et de la cartographie des sols“: Ägypten durch MAC TAYLOR¹, Algerien und Tunis durch A. DALLONI², Eritrea und Somaliland durch FERRARA und STEFANINI³, Marokko durch L. GENTIL⁴, Rhodesien durch H. B. MAUFE⁵, Sudan durch A. F. JOSEPH⁶, Westafrika durch G. L. W. MALCOLM⁷ behandelt.

In Ägypten ist eine besondere Bodenkartierung nicht eingeführt, weil sie nach Ansicht MAC TAYLORS ohne großen Wert sei, da die Böden alle den gleichen Ursprung hätten. Als die wichtigsten Bodeneigenschaften Ägyptens erweisen sich der Gehalt an löslichen Salzen und die alkalische Reaktion. Nach diesen Gesichtspunkten sind die Flächen kartiert worden, welche die staatliche Domänenverwaltung für sich in Anspruch nahm. Von sonstigen Bodeneigenschaften sind besonders die thermischen der Oberböden studiert worden. Über die Böden Ägyptens im ganzen und die Art ihrer Untersuchung hat W. F. HUME⁸ wiederholt berichtet.

Obwohl von Algier und Tunis zahlreiche Arbeiten über die Böden in ihrem Zusammenhange mit der Landwirtschaft, der natürlichen Vegetation, sowie in Hinsicht auf ihre chemische und physikalische Zusammensetzung ausgeführt

¹ MAC TAYLOR, M. S.: Egypt. Mapping of Soils. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 279. Bukarest 1924.

² DALLONI, A.: Algérie et Tunisie. Etat actuel de nos connaissances sur les sols. Ebenda, S. 1—4.

³ STEFANINI, G.: Somalia italiana. Ebenda S. 70—78. — STEFANINI, G. u. A. FERRARA: Stato attuale degli studi sui terreni e della cartografia geoagrológica nell' Eritrea e Somalia. Ebenda, S. 65—73. — FERRARA, A.: Eritrea. S. 65—68.

⁴ GENTIL, L.: Les sols de Maroco. Ebenda, S. 137—143.

⁵ MAUFE, H. B.: The present State of Soil Investigation in Southern Rhodesia. Ebenda, S. 175—178.

⁶ JOSEPH, A. F.: Examination of the Soils of the Sudan. Ebenda, S. 301—307.

⁷ MALCOLM, L. W. G.: Soil and Human Settlement in West Africa. Ebenda, S. 309 bis 312.

⁸ HUME, W. F.: The Study of Soils in Egypt. Verh. 2. internat. Agroteol.konf. Stockholm 1910, 301—319. — Character of the Soils of Egypt. Mémoires sur la nomenclature et la classification des sols. S. 54—70. Helsingfors 1924.

worden sind, sind jedoch nach A. DALLONI Bodenkarten in beiden Ländern nicht vorhanden. Nach ihm sind jedoch in den bodenkundlichen Arbeiten verschiedentlich Ausschnitte aus der geologischen Karte wiedergegeben, auf die die Entnahmestellen der Bodenproben eingetragen sind. Eine von ihm nicht erwähnte Bodenkarte hat E. BERTAINCHAND¹ von Tunis ausgeführt. Die Karte hat den Maßstab 1 : 200 000. Darauf sind die Bodenarten (hauptsächlich Sandboden), ihre Zusammensetzung, ihre Eignung zur Olivenpflanzung oder zum Getreidebau und die Entnahmestellen der Bodenproben, deren Analysen am Rande dargestellt sind, unterschieden.

Nach A. FERRARA sind über Eritrea zahlreiche Arbeiten geologischer, landwirtschaftlicher, geobotanischer, klimatologischer und bodenkundlicher Art von italienischen Forschern veröffentlicht worden, woraus eine Anzahl wertvoller Schlüsse auf die Bodeneigenschaften von ihm gezogen werden, jedoch sind keine Bodenkarten erwähnt. Noch eingehender ist G. STEFANINIS Bericht über das italienische Somaliland. Es werden eluviale (Gesteinsböden, Terra rossa, Laterit), alluviale (braune, Sumpfwiesen-, Salzböden), äolische Böden unterschieden, dazu eine reiche Bibliographie mit über 30 Nummern mitgeteilt, dagegen Bodenkarten gleichfalls nicht erwähnt.

L. GENTIL hat in den Jahren 1904—1912 Marokko bereist und einen Bericht über seine bodenkundlichen Feststellungen verfaßt. Besonders ausführlich geht er auf die marokkanische Schwarzerde (tirs) ein, die schon viel beschrieben worden ist. Sie kommt in der Küstenzone sehr verbreitet vor und wird häufig von Roterden (hamri) begleitet. Durch ihre große Fruchtbarkeit hat sie schon oft das Augenmerk mancher Forscher auf sich gezogen. GENTIL hält die marokkanische Schwarzerde für Dekalzifikationsprodukte der Kalksteine. Karten werden auch hier nicht erwähnt.

Auch in Südrhodesien fehlt die systematische Kartierung. Nach H. B. MAUFE kommen alluviale Böden, Rotlehme, Boden auf Granit, regurähnliche Schwarzerde vor, auch 6 Analysen werden mitgeteilt.

A. F. JOSEPH zählt von den Bodentypen des Sudans Flußschwemmland, Flußüberschwemmungsabsätze, „Badobe“ (brauner Löß, Baumwollboden), Khorböden (schwarzes Schwemmland), Gozböden (rote Sande bis tonige Sande) und „Blautonböden“ auf. Im Bodenverzeichnis sind die Örtlichkeiten, die man auf der topographischen Übersichtskarte finden kann, angegeben, doch fehlen die Bodenbezeichnungen. Auch eine kleine Regenkarte ist abgedruckt.

Aus Westafrika werden von L. W. G. MALCOLM Rot- und Gelberde, Laterit, Putta-putta (lößähnlicher, roter äolischer Staub) und schwarzer feuchter Überschwemmungsboden genannt.

Von deutschen Geologen, Bodenforschern, Forstleuten, Geographen u. a. sind zahlreiche Untersuchungen von Böden aus den früheren deutschen Kolonien und anderen Teilen Afrikas ausgeführt worden. Genannt seien E. STROMER v. REICHENBACH², O. LENZ³, F. HUTTER⁴, E. BLANCK u. S. PASSARGE⁵,

¹ BERTAINCHAND, E.: Carte agronomique et hydrologique du bassin de l'oued Leben et de l'oued Ran et en particulier des terres de la région de Sfay. Tunis 1896. — Dazu: Note explicative sur la carte usw. Paris 1896. — Zitiert nach M. ECKERT: Die Kartenwissenschaft 2. 1925.

² STROMER v. REICHENBACH, E.: Die Geologie der deutschen Schutzgebiete in Afrika. München und Leipzig 1896.

³ LENZ, O.: Zur Lateritfrage. Verh. 11. intern. Geogr.kongr. Berlin 1901.

⁴ HUTTER, F.: Wanderungen und Forschungen im Nordhinterlande von Kamerun. Braunschweig 1902.

⁵ BLANCK E., u. S. PASSARGE: Die chemische Verwitterung in der ägyptischen Wüste Hamburg 1925. — PASSARGE, S.: Adamaoua. Berlin 1905.

C. GUILLEMAIN¹, F. JENTSCH², P. VAGELER³, O. MANN⁴, J. WALTHER⁵, W. KOERT⁶ u. v. a. Für Südafrika sind die Forschungen E. KAISERS⁷ mit mehreren Karten zu nennen.

Auf dem 2. internationalen Bodenkongreß in Rußland im Jahre 1927 legte H. ERHART⁸ eine Bodenkarte von Madagaskar vor, zu welcher eine Erläuterung in der Zeitschrift „Die Ernährung der Pflanze“ erschienen ist.

Australien.

Australien ist auf den Bodenkarten der Erde K. GLINKAS und W. HOLLSTEINS in kleinen Maßstäben dargestellt, und zwar auf dieser nach den Angaben W. GEISLERS. Eine ebenfalls noch kleine neue Bodenkarte Australiens von J. PRESCOTT⁹ wurde bei einem Vortrage E. J. RUSSELLS¹⁰ auf dem 2. internationalen Bodenkongreß in Moskau gezeigt, die schon etwas mehr ins einzelne als die früheren Karten ging. Einen Ausschnitt daraus bringen W. H. BRYAN und H. J. G. HINES¹¹ in ihrer Untersuchung über die Entwicklung des Bodenprofils im südlichen Queensland. Es sind die Böden von ganz Queensland auf der Karte im Maßstabe 1:15000000 dargestellt. Sie beginnt im Südwesten mit sandiger Wüste; dann folgen nach Osten Wüstensteppenböden, graue, braune und kastanienfarbige Böden, teils podsolige Böden und dann Schwarzerde, teils direkt Schwarzerde und an der Küste podsolige Böden. Im Norden folgen auf die kastanienfarbigen Böden z. T. direkt die podsoligen bis zum Meere. An einer Stelle der Küste bei Cairns kommen auch Braunerden vor. Zum Vergleich ist eine verallgemeinerte Karte der geologischen Struktur nach W. H. BRYAN danebengesetzt mit der Einteilung präsilurisches Massiv, tasmanische Geosynklinale (Silur bis Perm), mesozoische Meere und Kreidetansgression. Beziehungen zwischen den Böden und den geologischen Feststellungen sind nicht erkennbar.

In Neuseeland¹² sind zwar manche Bodenuntersuchungen vorgenommen worden, aber Bodenkarten sind nicht vorhanden.

¹ GUILLEMAIN, C.: Ergebnisse geologischer Forschung im deutschen Schutzgebiet Kamerun. Mitt. Schutzgeb. 21, 15—35 (1908).

² JENTSCH, F. und BÜRGER: Forstwirtschaftliche und forstbotanische Expedition nach Kamerun und Togo. Tropenpfl. 10 (1909).

³ JENTSCH, F.: Der Urwald Kameruns. Tropenpflanzer 10, Beih. 12, 1—199. (1911). — VAGELER, P.: Ugogo. Ebenda 13, Beih. 1—2 (1912). — Die Entstehung des Laterits und der sonstigen tropischen Böden. Mitt. dtsh. landw. Ges. 1913, 387.

⁴ MANN, O.: Der Ackerboden in den Bezirken Banjo und Bamenda. Dtsch. Kolonialbl. 24, 41—45 (1913).

⁵ WALTHER, J.: Das geologische Alter und die Bildung des Laterits. Peterm. Mitt. 1916, 48—53.

⁶ KOERT, W.: Der Krusteneisenstein in den deutschafrikanischen Schutzgebieten. Beitr. geol. Erforschg dtsh. Schutzgeb. Berlin 1916.

⁷ KAISER, E.: Die Diamantenwüste Südwestafrikas. Berlin 1926.

⁸ ERHART, H.: Die Böden der Insel Madagaskar. Ern. d. Pflanze 27, 71—81. Berlin 1931.

⁹ PRESCOTT, J. A., u. T. COMMONWEALTH: C. S. I. R. 3, 123, 1930.

¹⁰ RUSSELL, E. J.: Principles and Methods of Soil Utilisation with Illustrations from the British Empire. Auszüge der Verh. 2. internat. Kongr. Bodenkde 1930, Komm. 4—6, S. 5—9.

¹¹ BRYAN, W. H., u. H. J. G. HINES: Factors in the Development of Soil Profiles in Southern Queensland. Bodenkundliche Forschungen. Beih. Mitt. Int. Bodenk. Ges. 2, Nr. 4, 264—275 (1931).

¹² New Zealand. Etat de l'étude et de la cartographie des sols, S. 325—326. Bukarest 1924.

Gegenwärtiger Stand und Zukunft der Bodenkartierung.

G. MURGOCI¹ hat die Ergebnisse seines Sammelbandes über den Stand des Studiums und der Kartierung der Böden zu einem Bericht verarbeitet, dem das Nachstehende entnommen sei.

„1. Anstalten für Bodenuntersuchungen. Aus den verschiedenen Berichten die aus den einzelnen Ländern zugegangen sind, sieht man klar, daß nicht in allen Staaten Bodenkartierungen organisiert sind. Es gibt Kulturstaaten, wie Frankreich, Belgien, England, die, obwohl sie eine alte und gute geologische Organisation besitzen und manche weltbekannte agrikulturelle Versuchsstation begründet haben, doch keine Organisation für Bodenuntersuchung im Felde haben. Es braucht wohl nicht eigens erklärt zu werden, daß pedologische Feldbeobachtungen und Bodenuntersuchungen im Laboratorium zwei vollkommen verschiedene Dinge sind. Der Boden ist nicht nur ein Gestein, er ist eine geologische Formation, er ist ein Stück der Pedosphäre, dieser komplizierten Bildung, die am Kontakt der Lithosphäre mit der Hydrosphäre und den anderen Hüllen der Erde entsteht; darum soll er in der Natur studiert sein und seine Beziehungen zu allen Bildungsfaktoren klargelegt werden. Dafür braucht man eine besondere Organisation. In manchen industriellen Ländern, wie Frankreich und Belgien, wo man gute geologische Spezialkarten hat, wurde die Frage der Organisation der Bodenkartierung viel diskutiert. Man hat sie gewöhnlich nicht für nötig befunden, und wenn die Frage der Finanzierung aufgerollt wurde, sie ganz abgelehnt. Wenn die Frage auch in den alten Industrieländern vom praktisch-agronomischen Standpunkte aus noch diskutierbar sein könnte, so ist das Fehlen der Organisation dort nicht zu verstehen, wo es sich um ausgesprochene Agrikulturstaaten, wie Spanien, Italien usw., oder um die bedeutendsten Kolonialgebiete in anderen Kontinenten handelt. Die Pedologie ist eine besondere Wissenschaft geworden und ihr Studienobjekt, der Boden, ist ebenso wichtig vom praktischen wie vom wissenschaftlichen Standpunkt.

„2. Die Notwendigkeit der Bodenkarten. Sollen wir über die Nützlichkeit, ja Notwendigkeit von Bodenkarten sprechen? In dem französischen Texte unseres Berichtes ist die Frage weitgehendst behandelt. Der Boden ist der größte Reichtum des Landwirtes und die Bodenkarte das Inventar dieses Reichtums. Eine Bodenkarte kann vielen Arten von Spezialisten dienlich sein. Bei dem heutigen Stande unserer Kenntnis von Boden, Klima und Agrikultur bringt eine Bodenkarte dem Landwirte noch wenig, aber sie ist von größter Bedeutung für andere praktische Zwecke und für die Wissenschaft. Ich gebe nur zwei Beispiele: Eine Bodenkarte kann in der Hand eines gebildeten Agronomen oder Wissenschafters und parallel mit der Statistik vortreffliche Fingerzeige geben, einerseits in betreff der scheinbaren Anomalien der Landwirtschaft und andererseits Hinweise für die Verbesserung und Erhöhung der Agrikultur, wie z. B. das Gewinnen neuer Ländereien zum Ackerbau, für die passendste Kulturform, technische Arbeiten usw. In den Agrikulturländern und Kolonien, wo eine Agrarreform auf der Tagesordnung steht, ist eine agrogeologische Karte sehr notwendig. In manchen Ländern, z. B. Holland, Rumänien, Rußland, Polen, Tschechoslowakei u. a., hat man nach dem Kriege großzügige Agrarreformen durchgeführt, die ausgedehnten Domänen der Großgrundbesitzer wurden an Bauern verteilt, ohne irgend welche pedologische Vorstudien und ohne eine Bodenkarte; und man hat schon in der kurzen Zeit, die seither verflossen ist, einsehen müssen, welch' große Fehler dabei gemacht wurden: Man weiß nicht, was man dem Bauer gegeben hat,

¹ MURGOCI, G.: Etat de l'étude de la cartographie des sols, S. XI—XIV. Bukarest 1924.

der Bauer weiß nicht, was er bekommen hat, und niemand ist da, der die notwendigen fachgemäßen Ratschläge geben würde; so ist z. B. Rumänien dadurch ganz aus seiner Lage als Gerstenland heruntergekommen. Man betrachtet immer die pedologischen Karten, besonders die detaillierten, als Luxus. Es ist wahr, daß sie vom praktischen Standpunkte nach dem heutigen Stande der Wissenschaft zumeist nicht allzuviel enthalten und die agrogeologischen Karten, von besonderen Spezialisten und Professoren abgesehen, sehr wenig gebraucht werden. Hier haben wir aber auch mit dem Empirismus und der Tradition zu kämpfen; es ist gerade dasselbe wieder, wie man früher Petroleumfelder gekauft hat, ohne einen Spezialisten oder eine geologische Karte befragt zu haben. Die Karten werden nicht verstanden und nicht gebraucht, wenn man sie nicht bei der Hand hat. Und hier besteht ein großer Fehler in unserem Unterricht. Die Pedosphäre ist doch ebenso wichtig als Teil unserer Erde für das Leben und den Menschen wie die Hydro- oder Lithosphäre. Warum soll die Bodenkarte in den geophysikalischen Atlanten fehlen? Es ist wohl nicht nötig, daß ich mich hierüber weiter verbreite. Aber wenn die Bodenkarte sich ebenso und überall vorfindet wie die topographischen Karten, in Schulen und Ämtern, dann wird es bald keinen Landwirt geben, der sie nicht ansehen wird, zuerst aus Neugier, wie und wo sein Grund auf der Karte verzeichnet ist, dann aus Interesse, so wie bei anderen Karten; und nicht nur der Landwirt, auch der Statistiker, der Bankmann, der Lehrer und Schüler werden sie ansehen und benutzen.

„3. Die Art der Bodenkarten. Eine große Frage ist noch die Art der Bodenkarten. In der letzten Zeit haben sich, abgesehen vom Maßstabe, zweierlei Formen von Karten herausgebildet: Bodentypen- und Bodenartenkarten. Wenn wir die Frage von dem wissenschaftlichen Standpunkte aus betrachten, so zeigt es sich, daß die Bodentypenkarten die notwendigsten und am leichtesten ausführbaren sind. Diese Karten, die auch Bodenübersichts- oder Generalkarten genannt werden, zeigen nicht nur wissenschaftliche Ergebnisse, z. B. die Typen der Böden, die Beziehungen des Bodens mit der Klimatologie, Geologie, Vegetation usw., sondern sie geben auch praktische Hinweise. Zum Beispiel die kleine Skizze einer Bodenkarte von Rumänien. Sie zeigt die Verbreiterung und Verlängerung der Bodenzone von Rußland her nach Westen im Donaultal und über die Karpathen ins transsylvanische Plateau und die ungarische Ebene; dann eine enge Beziehung mit der Vegetation, das Vordringen des Waldes in die Steppe entlang der Flüsse und großen Täler, und vom praktischen Standpunkt zeigt sie, wo der beste Weizen in Rumänien wächst (humides Tschernosemgebiet), wie die besten Weingärten-, Tabak- und Zuckerrübenkulturen von bestimmten Böden abhängen; die Bewaldung der Steppe und die Nutzung des Überschwemmungsgebietes der Donau; ja es läßt sich an der Hand der Karte sogar nachweisen, daß die Verbreitung der Rumänen nach Süden und Osten im Steppengebiet und über Donau und Dnjestr im engen Zusammenhang mit der Vegetation und dem Boden steht. Das bedeutet nicht, daß wir gegen die Detailkarten sind, aber das, was man zunächst und vor allem machen soll, sind Bodenübersichtskarten, die so wichtig für Wissenschaft und Praxis sind. Wir erinnern daran, daß man schon auf der ersten Agrogeologenkonferenz in Budapest 1909 den Beschluß gefaßt hat, eine solche Übersichtskarte von ganz Europa im Maßstabe 1:500000 auszuarbeiten. Wir glauben, daß man jenen Beschluß neuerdings bekräftigen sollte. Dafür soll man trachten, daß die Regierungen und alle an der Karte interessierten Kreise uns bei der Organisation der Bodenuntersuchungen im Felde behilflich seien. Ob diese Bodenuntersuchungen und -kartierungen als offizielle staatliche Anstalten wie in manchen Ländern (Rumänien, Tschechoslowakei, Preußen, Ungarn) oder als ein wissenschaftlich-ökonomisches Unternehmen von Privatgelehrten (wie in

Rußland) eingeführt wird, ist für die Sache selbst eine Nebenfrage. Es ist richtig, daß manche offizielle Anstalten sehr wenige Karten veröffentlicht haben, während man in Rußland fast alle Gubernien durch Privatpedologen in interessanten Karten publiziert hat.

„4. Organisation der Arbeiten im Felde. Nach der älteren Aufnahmemethode teilte man die Region in kleinere Abschnitte und untersuchte einen Abschnitt nach dem anderen. Wenn das Gebiet von mehreren Beobachtern zu untersuchen war, teilte man es abschnittsweise unter diese, der Direktor hielt alles in seiner Hand und kontrollierte die Ergebnisse. Die neuere Methode läßt das ganze Gebiet von allen Mitarbeitern auf bestimmten, sich kreuzenden Marschruten untersuchen. Die einzelnen Beobachter kontrollieren sich gegenseitig durch Diskussionen und durch die von ihnen erzielten Ergebnisse (nach den Laboratoriumsuntersuchungen usw.). Jede der beiden Methoden hat ihre Vor- und Nachteile. *NA-BOKICH* hat eine Kombination von ihnen gebildet. Danach unternimmt man zuerst einige orientierende Untersuchungen, wodurch man die in dem ganzen Gebiete vorkommenden Bodentypen feststellt, sucht dann die Beziehungen zwischen den klimatischen Verhältnissen und diesen Typen, dann den Einfluß der Orographie, Vegetation usw. Wenn möglich, scheidet man die Ergebnisse dieser Beobachtungen auf einer Karte aus und diskutiert sie gründlich. Nachher zeichnet man auf einer Karte großen Maßstabes die Marschroute für jeden Mitarbeiter. Man schickt jeden Mitarbeiter durch das ganze Gebiet. Parallel mit den Terrainstudien arbeitet man die Laboratoriumsanalysen aus, die man fortlaufend mit den Ergebnissen der Felduntersuchungen vergleicht. Während zweier Jahre werden die Untersuchungen in dieser Weise fortgeführt, Karten in kleinem Maßstab und Berichte ausgegeben, alle Ergebnisse möglichst viel erörtert und verglichen und im dritten Jahre die genaue Arbeit durchgeführt. Man bestimmt dann genau und endgültig die Böden des Gebietes, arbeitet eine detaillierte Karte aus, stellt alle Daten der Vegetation, Geologie, Klimatologie und Orographie des Gebietes zusammen und bringt sie auf Kartenskizzen zur Darstellung, vergleicht diese mit der agrogeologischen Karte usw. Wo Unklarheiten oder Unstimmigkeiten übrig bleiben, müssen ergänzende Beobachtungen gemacht werden. Schließlich wird ein Bericht abgefaßt, der alle agrogeologischen und pedologischen Fragen umfaßt und erörtert. Es hat sich erfahrungsgemäß als vorteilhaft herausgestellt, wenn die chemischen und mechanischen Analysen von anderen Personen durchgeführt werden als die Felduntersuchungen. Auch die Zeichnungen und Karten sollen von speziellen Fachmännern ausgeführt werden. Der Grundsatz der Spezialisierung empfiehlt sich überall: bei der botanischen, geologischen, hydrologischen Untersuchung usw. Alle diese Daten werden von dem Direktor der Bodenkartierung zusammengefaßt und dann für wissenschaftliche und praktische Zwecke in entsprechender Form herausgegeben.

„5. Die Kartendarstellung. Es ist heute eine schwierige Frage, wie man die Karte auf Grund der Feld- und Laboratoriumsuntersuchungen darstellen soll. Der von *B. FROSTERUS* herausgegebene Sammelband¹ hat gezeigt, daß wir weder alle Typen und Arten von Böden noch deren Nomenklatur kennen. Es ist gewiß, daß man dann erst genaue und vergleichbare Bodenkarten wird veröffentlichen können, wenn die pedologische Klassifikation ebenso genau wie z. B. die geologische festliegen wird. Darum haben wir diese Frage nicht zu tiefgehend behandelt. Es liegen mehrere Arten vor: z. B. die bekannte preußische, von Tschechoslowaken und Ungarn weiterentwickelt; die ungarischen Pedologen sind sogar in dieser Hinsicht mit dem Beschluß gekommen; es gibt sehr komplizierte

¹ *FROSTERUS, B.*: Mémoires sur la nomenclature et la classification des sols. Helsingfors 1924.

wie die tschechoslowakische, aber auch einfachere, wie die der Russen, Amerikaner usw. Es liegt ein Vorschlag von G. MURGOCI vor, daß pedologische Karten alles zeigen sollen, was immer möglich, nötigenfalls unter Zuhilfenahme von Nebenblättern zu Vergleichszwecken, wie geologische, geobotanische, hydrologische, klimatologische usw. Karten und Skizzen. Wenn aber eine agrogeologische Karte auf einem einzigen Blatte veröffentlicht wird, soll man die Böden mit Farben drucken und den Untergrund mit Zeichen. Was die Bezeichnung verschiedener Bodentypen und -arten auf der Karte betrifft, empfiehlt er anstatt der bekannten preußischen Methode lateinische Buchstaben für Gesteine und geologische Formationen und griechische (und russische) für die Böden.“

Diese offenen und beherzigenswerten Darlegungen von G. MURGOCI vom Jahre 1924 treffen zum Teil heute noch zu. Einzelnes hat sich geändert. Die allgemeine Bodenkarte Europas ist 1927 zunächst im Maßstabe 1:1000000 erschienen und wird gegenwärtig im Maßstabe 1:250000 weiter bearbeitet. Nach dem Muster der zu ihrer Herstellung führenden Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft sind entsprechende Arbeitsausschüsse für Asien, Afrika, die Mittelmeerländer, Australien, Nordamerika und Südamerika begründet worden, die überall an der Arbeit sind. Alle die hierdurch erzielten Karten sind solche der Bodenentstehungstypen, deren Zahl sich beständig vergrößert. Nach Fertigstellung der Karten wird man eine Übersicht über die auf der ganzen Erde vorkommenden Böden haben. Daraus wird sich eine festbegründete Klassifikation und Benennung ergeben, die bei der genauen Kartierung der einzelnen Länder sich allmählich weiter entwickeln, aber in ihren Grundtypen ein sicheres Gerüst darstellen wird. Schon jetzt wendet sich die bestehende Bodenkartierung vieler Länder mehr und mehr der Kartierung der Bodentypen zu. Bei ihrem innigen Zusammenhange mit den Erscheinungen des Pflanzenwuchses wird auch die praktische Bodenkunde ihr Augenmerk hierauf zu lenken haben, was ihr im ganzen bisher noch fern lag.

Als Beispiel einer Bodenkartierung, die darauf eingestellt ist, unmittelbar der landwirtschaftlichen Praxis zu dienen, möge die nachstehende folgen, welche unter Leitung des Verfassers von der Danziger Geologischen und Bodenkundlichen Landesaufnahme neben der geologischen Kartierung ausgeführt wird. Die Kartierung ist gegliedert in Übersichts- und Sonderkartierung.

Eine Übersichtskarte des ganzen Danziger Gebietes (etwa 1900 km²) gibt Abb. 2 auf Tafel 4¹. Sie ist nach mehreren früheren Gesamt- und Teilkarten in der gegenwärtigen Form von E. OSTENDORFF zusammengestellt worden. Die Einteilung ist zunächst landschaftlich gegliedert und erstreckt sich auf das Weichseldelta, auf das Höhengelände und den Dünengürtel, das sind drei nach Entstehung, Gestein und Böden grundverschiedene Gebiete.

Im Weichseldelta sind Naßböden (Sumpf- und nasse Wiesenböden, Wiesenböden) und Waldböden (auf Schlick: Bruch- und Auenwaldböden, ferner Übergang zu braunen Waldböden, z. T. durch Grundwasser, z. T. steppenartig verändert; auf Sand: zumeist rostfarbener Waldboden) vorhanden. Auf dem diluvialen Höhengelände, das in geologischer Hinsicht hauptsächlich von der Grundmoräne der letzten Vereisung, in petrographischer von Geschiebemergel gebildet wird, sind Waldböden angegeben, und zwar braune und rostfarbene in eingehender Unterteilung; die Sandablagerungen haben rostfarbene Waldböden. Der Dünengürtel hat ebenfalls hauptsächlich Waldböden, die z. T. mit Rohhumusdecke und Ortstein versehen sind, desgleichen auch nassen Dünensandboden und Dünensand ganz oder fast ohne Bodenbildung.

¹ Aus der Zeitschrift *Ernährg. Pflanze* 27, H. 10 (1931) übernommen

Bemerkenswert ist die Verteilung der Hauptverbreitungsgebiete dieser verschiedenen Typen. Im Weichseldelta ist der beste Boden, nämlich der steppenartig veränderte Übergang vom Auenwald- zum braunen Waldboden, auf dem mittleren zentralen Schuttkegel in 4—10 m über NN. zu finden, und zwar wird das östliche Gebiet von einer südwestlich anschließenden Zone, die unter starken Grundwassereinflüssen steht, umfaßt, das westliche ist von der Weichsel durchschnitten. Die beiden Gebiete werden von einer schmalen Zone nasser kleiiger Wiesenböden und anmooriger Böden getrennt, die auch weiter nördlich in einem breiten westöstlichen Streifen mit Moorbodengebieten als Kernteilen die Depressionen unter dem Meeresspiegel bedecken. Nördlich schließt sich an die Depressionsgebiete die „Binnennehrung“ mit entwässerten Bruchwaldböden an, welche noch nicht lange in Kultur genommen sind und von welchen die Schlicke eine verhältnismäßig schwache, wenig humose Krume besitzen.

Während die Bodengebiete des Weichseldeltas im ganzen ungefähr westöstlich gerichtet sind, weisen diejenigen der diluvialen Hochfläche ebenso wie die sich an sie anschließenden des Weichseldeltas eine mehr nordsüdliche auf. Dem Steilrande am nächsten liegt die Zone der braunen Waldböden, und zwar zunächst mit Grundwassereinfluß. Das Gelände ist flachwellig und liegt zwischen 40—100 m über NN. Von den östlichen, höher gelegenen Teilen und den weiter ostwärts folgenden noch höheren Gebieten drückt viel Grundwasser in die Böden hinein und macht, namentlich die *B*-Horizonte, zählehmig. Es folgen weiter ostwärts zunächst schwach gebleichte lehmige, braune Waldböden mit beginnender Versandung der Krume, dann allmählich immer stärker versandete rostfarbene Waldböden, die auf den Höhen von etwa 200 m und darüber stark gebleicht und stark versandet sind. Die Sande haben im ganzen Höhegebiet rostfarbene Böden, die Senken stets Moore und anmoorige Böden.

Die rostfarbenen Waldböden auf den Dünen unterscheiden sich von denen der Höhe, es fehlt ihnen der untere Krumenteil unter dem Bleichsand, nämlich ein farbloser humusarmer Horizont. Wie bei den Heideböden kommt unter dem Bleichsand gleich der rostfarbene bis schwarze *B*-Horizont, Orterde oder Ortstein, zum Vorschein. Bei den jungen und erst kurze Zeit bewaldeten Dünen ist die Bodenbildung erst im Anfang begriffen, sie wird um so stärker, je älter die Dünen und Dünenwaldböden sind. Sowohl die Mächtigkeit des Bleichsandes als auch die Intensität der Orterdebildung nehmen zu, der Ortstein findet sich hauptsächlich in den ältesten Dünen. Am lichten Südrande des Kiefernwaldes ist diese Bodenbildung unter dem Einfluß von Grasvegetation wieder abgeschwächt. Auf den Dünen sind die verschiedenen Zonen genau wie im Weichseldelta von Norden nach Süden angeordnet.

In allen Fällen sind die genannten Bodentypen auf den Flächen, welche die Karte darstellt, nicht allein vorhanden, sondern neben ihnen kommen stets zahlreiche z. T. je nach den Unterschieden von Gestein und Wasserführung andere vor. Wie stets bei Übersichtskarten muß vieles in der Wiedergabe unterdrückt werden. Dargestellt ist der Typus, welcher dem Kartierenden als häufigster, für die Fläche besonders kennzeichnender erschienen ist. Die folgende Sonderkarte von Pietzkendorf zeigt, wie stark der Wechsel von Bodentyp und Bodenart innerhalb einer kleinen Gemeinde mit noch nicht 200 ha Grundfläche ist.

Der Übergang in die Praxis wird durch die nachstehende Tabelle vermittelt, die den Zusammenhang zwischen den Bodentypen und den darauf produzierten landwirtschaftlichen Gewächsen zeigt. Es sind allerdings nur 14 von den 29 auf der Karte ausgeschiedenen Typen angegeben. Die übrigen stehen z. T. nicht in landwirtschaftlicher Nutzung, z. T. lassen sich von ihnen nur schwer

Bezeichnung	Danziger Name	Durchschnittserträge in Doppelzentnern vom Hektar											Bodenbewertung nach 100 teiliger Skala				
		Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Erbsen	Bohnen	Raps und Rübsen	Kartoffeln	Zucker- rüben	Futterrüben	Wicken		Kleeheu	Luzerneheu	Wiesenheu	
Moorboden	—	13	17	14,5	17,5	—	17,5	—	—	137	—	350	—	—	—	30,5	42—25
Anmoor. Böden	—	24,5	23	21	26	—	25	—	—	158	—	400	—	—	—	42	63—50
Nasser Wiesenboden	—	26	23	23,5	26	21	24	18,5	149	248	392	—	—	—	40,5	34,5	70—55
Bruchwaldboden	Niederungs- boden	28	24,5	24	27,5	23	26	18,5	160	258	426	—	—	—	—	43,5	72—60
Brauner Waldboden mit Grundwasserabsätzen	—	29,5	27	30	28,5	22	27,5	19,5	160	255	360	—	—	—	47,5	36	85—60
Brauner Waldboden steppenartig verändert	Oberwerder- boden	33,5	28	34,5	30,5	23,5	30	24,5	182	300	400	—	—	—	47,5	40,5	100—80
Brauner Waldboden der Höhe, kaum gebleicht	Niederhöhe- boden	25	21	26	26,5	20	—	17,5	175	230	440	—	—	—	64	75	85—65
Desgleichen, schwach gebleicht	Übergangs- böden der Mittelhöhe	16,5	14	16	17	—	—	—	140	—	—	—	—	—	39	32,5	65—45
Rostfarbener Waldboden der Höhe, schwach gebleicht		—	—	12	13,5	14,5	—	—	—	90	—	—	—	—	140	32	45—20 (auf Geschiebelehm)
Desgleichen stark gebleicht	Oberhöhe- boden	—	10	10,5	11,5	—	—	—	100	—	—	—	—	—	120	32,5	40—10 bzw. 20—5 bzw. 10—20
Schuttsand und Terrassenböden	Prauster- felderböden	—	24	16	22	—	—	—	160	—	200	—	—	—	—	30	70—50
Wiesentalböden	—	—	14	—	14,5	—	—	—	115	—	—	—	—	150	40	45—20	
Desgleichen in guter Kultur	—	24	21	25	28	—	—	—	165	200	300	325	—	—	—	—	65—50
Weichsandsboden der Durchbrüche	—	21,5	22,5	20	25,5	15	18,5	—	143	—	300	—	—	—	—	35	35—18 (einschl. d. Brenner)

Durchschnittserträge ermitteln¹. Außer den Erträgen zeigt die Tabelle auch die Anbaumöglichkeiten und -arten. Aus den statistischen Daten und der Bearbeitbarkeit der Böden sind Bewertungszahlen nach einer hundertteiligen Skala berechnet worden, wie sie seinerzeit in ähnlicher Weise W. DOKUTSCHAJEFF und N. SIBIRZEFF² bei ihrer grundlegenden Arbeit über die Bodenschätzung im Gouvernement Nishni Nowgorod aufgestellt haben, und wie sie auch bei der gegenwärtigen Einheitsbewertung im Deutschen Reich und in Danzig eingeführt sind. Allerdings ist die Einheitsbewertung im Deutschen Reich nicht grundsätzlich auf die Bodenentstehungstypen eingestellt, wohl aber diejenige in der Freien Stadt Danzig, deren Landessteueramt sich auch dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse bedient.

Bei den stark gebleichten, rostfarbenen Waldböden sind 3 Zahlengruppen mitgeteilt. Die Zahlen von 40—10 beziehen sich auf „stärker gebleichten rostfarbenen Waldböden auf stark versandetem Geschiebelehm oder auf Sand“, die von 20—5 geben „stark gebleichte, rostfarbene und braune Waldböden auf Geschiebelehm im stark zertalten Gelände“ wieder und die von 10—2 „stark gebleichte, rostfarbene Waldböden auf Sand im stark zertalten Gelände“. Für die Dünen-sandböden sind ebenfalls einige Bewertungszahlen ermittelt worden. Sie betragen für alten stark gebleichten Dünen-sand mit Ortstein 8—1, für jungen Dünen-sand mit kaum erkennbarer Bodenbildung 2—0.

Für manche der Böden, die einen bestimmten Charakter haben und auf gewissen Flächen besonders auftreten, sind nach amerikanischem Muster Namen eingeführt worden, die ebenso wie in den Vereinigten Staaten die Bodeneigenschaften mit der auf den Böden betriebenen Wirtschaftsweise durch einen Namen wiedergeben, welcher an sich nicht wissenschaftlich ist, aber durch Benutzung landläufiger Vorstellungen dem Landwirt die Verwendung der wissenschaftlichen Begriffe und der Bodenkarten erleichtern soll.

An diese Übersichtskartierung ist eine praktische kartenmäßige Auswertung der wissenschaftlichen Erkenntnisse, ähnlich wie H. L. SHANTZ und C. F. MARBUT an die bodenkundliche Übersichtskarte Afrikas eine solche der Landbaumöglichkeiten angeschlossen haben, angeschlossen worden³. Es sind von E. OSTENDORFF zwei Auswertungskarten ausgeführt worden, von welchen die erste die Siedlungsgrößen für Arbeiter- und Bauernfamilien auf den verschiedenen Böden, die zweite die damit vorzunehmenden Entwässerungs-, Bodenbearbeitungs-, Düngemaßnahmen und die anzubauenden Feldfrüchte angibt. Auf dem Oberwerderboden, dem besten des Danziger Gebietes, der ein ausgezeichneter Gerste-, Weizen- und Zuckerrübenboden ist, wird als Siedlungsgröße für die Arbeiterfamilie 1,1 ha, für die Kleinbauernfamilie 5 ha, auf dem Niederhöhenboden, dem besten des Diluvialplateaus, 1,5 bzw. 6,75 ha, auf dem geringen Oberhöhenboden, der für Arbeitersiedlung schon kaum mehr geeignet ist, als bäuerliche Siedlungsgröße 17,5 ha angegeben. Die Entwässerungs-, Bearbeitungs- und Düngemaßnahmen sind sehr detailliert.

Zum Zwecke der wissenschaftlichen und praktischen Verdeutlichung der Sonderkartierung wird das Beispiel der Gemeinde Pietzkendorf bei Danzig wiedergegeben (Tafel 1—4, 1). Die Aufnahme findet gemeindeweise statt. Das Kartenwerk besteht aus 10 einzelnen Stücken im Maßstabe 1 : 10000, und zwar werden eine geologische und eine bodenkundliche Hauptkarte ausgeführt. Zu jeder von ihnen

¹ Über die Ermittlung der Erträge vgl. E. OSTENDORFF: Die Grundwasserböden des Weichseldeltas. Danzig 1930.

² Vgl. A. YARILOFF: Brief review of the progress of applied soil science in USSR. Ac. Sc. Russ. Ped. Inv. XI Leningrad 1927.

³ STREMMER, H.: Die Bodenkartierung als wichtige Vorarbeit der Generalplanung. Städtebauwoche Dresden 1932.

treten die Nutzungsblätter, und zwar drei zur geologischen, fünf zur bodenkundlichen. Mit ihrer Hilfe wird kartenmäßig die Nutzenanwendung der wissenschaftlichen Erkenntnisse für die Praxis gezogen, und zwar bei der geologischen Aufnahme die Gesteinsnutzung, die Wasserversorgung und die Baugrundgüte, bei der bodenkundlichen die der Nutzung und Bearbeitung der Entwässerung, der Humus-, der Kalk-, der Kunstdüngung. Die Gemeinde erhält ein solches Kartenwerk zur beliebigen Verwendung.

Der Ort Pietzkendorf hat eine Gesamtfläche von noch nicht 200 ha. Er ist aus dem Grunde gewählt worden, weil die Karte klein ist und weil der Kartenmaßstab bei der Wiedergabe im Druck nur eine geringe Verkleinerung zu erfahren brauchte. Die Gemeinde grenzt unmittelbar an die Stadtgemeinde Danzig, und zwar an den Stadtteil Langfuhr. Die Gemeinde liegt dort, wo auf der Übersichtskarte der Name des Amtsbezirktes Brentau, zu dem sie gehört, steht.

Bei der Bodenkarte (Tafel 1) ist das folgende Prinzip der Darstellung angewandt worden: Es sind mit Farben in eingehender Unterteilung die Bodentypen, mit schwarzen Schraffuren das Bodenartenprofil, und zwar möglichst nach natürlichen Horizonten angegeben, mit braunen Zeichen ist der Humuszustand der Krume, mit blauen Zeichen „naß“ oder „feucht“, mit roten schrägen Kreuzen ein etwaiger Eisenschuß dargestellt. Das Bodenartenprofil wird mit waagerechten Reihen der Zeichen wiedergegeben, wenn die Bodenart bis zur Tiefe von 2 m, bis zu welcher die Profile aufgegraben und abgebohrt sind, gleich bleibt. Wechselt die Bodenart innerhalb dieser Tiefe, so erhält nur die Krume waagerechte Zeichen, der nächstfolgende Horizont, in der Regel der *B*-Horizont, schräge, der *C*-Horizont senkrechte. Sind zwei *B*-Horizonte festzustellen, so werden sie mit zwei aufeinander senkrecht stehenden Schrägen ausgedrückt. In der Karte selbst ist außerdem noch mit Ziffern die festgestellte Mächtigkeit der Horizonte angegeben, und zwar verläuft die Ziffer mit der Richtung der Schraffur, also entweder waagerecht oder schräg.

Die Farben und Zeichen sind auf eine möglichst genaue topographische Grundlage mit Höhenschichtlinien gebracht. Höhenziffern stehen aber nur am Rande, wo die wichtigsten Höhenschichtlinien, also die 40-, 60-, 80-, und 100-m-Linien, als solche bezeichnet sind.

Besondere Einzelprofile sind auf dem Rande der Karte nicht dargestellt, da die Profildarstellung durchweg vorhanden ist. Dagegen ist großer Wert auf die genaue Erläuterung der Zeichen gelegt. Links der Sinnbilder in der Zeichenklärung sind das Bodenkundliche (Bodentypus), das Petrographische (Bodenartenprofil), das Geologische (kurze historisch-geologische Schichtbezeichnung) und die Veränderung des Gesteins infolge der Bodenbildung, d. h. also die wissenschaftlichen Daten angegeben. Rechts der Sinnbilder stehen die praktischen, nämlich die Beschaffenheit der Krume, die Nutzung zur Zeit der Aufnahme, die tatsächliche Eignung des Bodens, die Vergleichsbenennung landwirtschaftlicher Art und die ziffernmäßige Bewertung der Böden nach der hundertteiligen Skala. Angaben, wie die Beschaffenheit der Krume und die gegenwärtige Nutzung, sind an sich Änderungen unterworfen und gehören daher zu den veränderlichen Eigenschaften der Böden, trotzdem sind sie erfolgt, weil sie für die zu ziehenden praktischen Schlußfolgerungen wichtig sind. Demgegenüber sind die links stehenden wissenschaftlichen Eigenschaften in der Hauptsache unveränderlich. Mit der Angabe der tatsächlichen Eignung des Bodens wird schon eine Überleitung zu den Nutzungs- und Meliorationskarten angebahnt.

Auf der Übersichtskarte (Tafel 4, 2) liegt die Gemeinde Pietzkendorf an der Stelle, wo schwach gebleichte, lehmige, braune Waldböden mit beginnender Versandung im flachwelligen Gelände an Geschiebelehm mit rostfarbenen Waldböden in stark zertaltem und geneigtem Gelände, und zwar in der Ausprägung

der schluffsandigen, stark versandeten Braunerdereste auf Geschiebelehm, grenzen. Diese Typen sind auf der Sonderkarte in zahlreiche, praktisch z. T. stark von einander unterschiedene Einzeltypen aufgelöst, die jedoch im ganzen sich durchaus den beiden Hauptbezeichnungen der Übersichtskarte einordnen. Der langgestreckte Zug der mineralischen Naßböden im Tal ist auf der Übersichtskarte als „meist nasse und teils gebleichte Wiesentalböden auf diluvialen Talsand und Schotter“ angegeben. Der südliche Teil der Flur um die Ortschaft herum hat ein flachwelliges Gelände, das meist mit braunen, z. T. vernäßten Waldböden bedeckt ist. Der nördliche Teil ist in schmale Grate von 50—80 m Höhe über dem Tal aufgelöst und zeigt starke Abschwemmerscheinungen und Abschlammungen. In ersterem Teil liegen die guten Ackerböden, in letzterem schlechte, den Anbau nicht mehr lohnende Böden.

Für die kartenmäßig praktische Auswertung der Bodenkarte sind hinsichtlich der 5 Meliorationsvorschläge die folgenden Beobachtungen und Überlegungen maßgebend.

In der Tabelle der Roherträge zeigt der „braune Waldboden, steppenartig verändert“, bei fast allen aufgeführten Nutzpflanzen die höchsten Erträge. Er ist ein tiefgründiger, gut gekrümelter, gut humoser Boden, der der Steppenschwarzerde nahe steht. Infolgedessen ist das Meliorationsziel die Herstellung eines derartigen Bodens, der zugleich auch in bezug auf die Anbaufähigkeit an erster Stelle steht. Dabei ist jedoch Rücksicht auf den Umfang der zum Erreichen dieses Zieles notwendigen Arbeiten zu nehmen.

An erster Stelle der Meliorationskarten steht die Nutzungs- und Bearbeitungskarte (Tafel 2, 1). Auf dieser sind die Flächen, welche als Ackerland, als Wiesenland und als Waldland geeignet sind, besonders in den Vordergrund gestellt. Grundvoraussetzung für das Ackerland ist die leidlich ebene Fläche, die nicht zu sehr unter dem Abgespültwerden der oberen Bodenhorizonte durch Schneeschmelzwässer und Regengüsse leidet. An ihren Grenzen gegen das stark bewegte Land sind die Flächen möglichst durch Raine gegen den Bodenverlust zu schützen. Von diesen Ackerböden sind die feuchteren auch als Grünlandböden anzusprechen. Solche sind ferner auch noch in den Tälern vorhanden, wo teils Abschlammungen (zusammengeschwemmte Böden) mit Feuchtigkeitseinflüssen, teils Naßböden liegen. Jene sind auch als Ackerböden, diese aber erst nach guter Entwässerung hierzu geeignet, desgleichen kommen beide für feuchtigkeitsliebende Bäume (Eiche, Esche, Ulme bzw. Erle, Esche) in Frage. Die stark hängigen Böden, die gegenwärtig größtenteils Acker, kleinerenteils Hute und Wald sind, werden als reine Waldböden angesehen, wobei die besseren für Misch-, die geringeren für Nadelwald geeignet sind. Wo sie weiterhin auch beackert werden sollen, wird angegeben, wie das Land zu bearbeiten ist, um es zu verbessern oder wenigstens zu erhalten.

Die Entwässerungskarte (Tafel 2, 2) ergänzt die Nutzungs- und Bearbeitungskarte. Es sind die Flächen angegeben, die unbedingt entwässerungsbedürftig, also ohne Entwässerung ziemlich wertlos sind, ferner solche, bei denen Entwässerung notwendig und von großem Erfolg ist, und solche, bei denen Entwässerung von Erfolg, aber nicht notwendig ist. Wenn möglich, ist die Art der Entwässerung kurz skizziert.

Die drei anderen Karten (Tafel 3 und 4, 1) geben Düngungsratschläge, und zwar getrennt nach Humus-, Kalk- und Kunstdünger. Die Humusdüngung (Stallmist oder Gründünger) ist auf die Humusbedürftigkeit in 6 verschiedenen Stufen eingestellt, die durch den Humuszustand und die erfahrungsmäßige Verwendung des Humusdüngers durch den Boden bedingt wird. Das Entsprechende gilt für die Kalk- und Kunstdüngung.

Bei allen Ratschlägen der 5 Karten ist darauf Bedacht genommen, den Boden so weit als möglich gleichmäßig zu gestalten, daß die Oberkrumen wenigstens den Saaten gleichmäßige Ernährungsbedingungen bieten. Bei dieser wie bei den ähnlichen Kartierungen¹ ist von allgemeinen und besonderen landwirtschaftlichen Erfahrungen, sowie an Analysen und Feldversuchen alles herangezogen worden, was nur erreichbar war. Bei der Ausführlichkeit in der Zeichenklärung auf der Bodenkarte und der der praktischen Ratschläge erübrigte sich die Herausgabe eines Erläuterungsheftes.

¹ Vgl. besonders W. TASCHENMACHER: Entwicklung der bodenkundlichen Gutskartierung und die Möglichkeiten ihrer praktischen Leistung. Danzig und Leipzig 1930.

Berichtigungen.

Band I.

- S. 1 3. Absatz Zeile 6 von oben ist das Komma hinter Masse zu streichen.
- S. 5 2. Absatz Zeile 3 von unten: statt und lies als auch.
- S. 9 Zeile 1 von oben: statt A. lies H. ROSENBUSCH.
- S. 11 Zeile 30 von oben: statt für die Entwicklungsgeschichte lies durch die Entwicklungsgeschichte.
- S. 13 Zeile 8 von unten: statt L. M. lies J. M. VAN BEMMELEN.
- S. 16 3. Absatz Zeile 3 von oben: statt macht lies ist.
3. Absatz Zeile 6 von unten: lies wo-runter.
- S. 20 1. Absatz Zeile 9 von oben: statt daß lies so daß.
- S. 26 3. Absatz Zeile 6 von oben: statt geodynamischen Gesichtspunkte lies geodynamischer Gesichtspunkte.
Fußnote 1: statt DOKUTJASCHEFF lies DOKUTSCHAJEFF.
- S. 34 Zeile 2 von oben: statt Eresos lies Evesos.
- S. 57 Fußnote 6: statt LESQUERSEN lies LESQUEREUX.
- S. 66 Zeile 4 von oben: statt SFENFT lies SENFT.
Zeile 2 von unten: statt CLARK lies KNOP.
Fußnote 9: statt CLARK, W. lies KNOP, W.
- S. 74 Fußnote 3: statt DERAÏN lies DEHÉRAÏN.
- S. 93 Zeile 19 von unten: statt Serizisierung lies Serizitisierung.
- S. 99 Zeile 7 von oben: statt Na_2 lies Na.
Zeile 12 von unten: statt MgSiO_4 und FeSiO_4 lies Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 .
Zeile 10 von unten: statt MgSiO_4 lies Mg_2SiO_4 .
Zeile 9 von unten: statt MgSiO_4 lies Mg_2SiO_4 .
Zeile 6 von unten: statt FeSiO_4 lies Fe_2SiO_4 .
Zeile 3 von unten: statt $(\text{MgFe})\text{SiO}_4$ lies $(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$.
- S. 100 Zeile 13 von unten: statt $\text{KH}_2\text{Al}(\text{AlLe}, \text{FeII})_3$ lies $\text{KH}_2\text{Al}(\text{AlLe}, \text{I.e.}, \text{FeII}_3)$.
- S. 101 Zeile 10 von unten: statt $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ lies Al_2SiO_9 .
Zeile 4 von unten: statt Sp_4 lies SpAt_4 .
- S. 103 Zeile 7 von unten: statt $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ lies $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.
- S. 104 Zeile 12 von unten: statt $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ lies $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.
- S. 132 2. Tabelle bei MgO : statt 17,46 lies 7,46.
- S. 133 1. Tabelle bei SiO_2 : statt 17,72 lies 47,72.
- S. 134 Zeile 6 von unten: statt 55 % lies 95 %.
- S. 138 Zeile 14 von unten: statt $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ lies $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- S. 140 Zeile 5 von unten: statt Spongiensansteine, die für lies Spongiensandsteine, für die.
- S. 151 Fußnote 6: statt Anm. 1 lies Anm. 2.
- S. 165 Zeile 9 von unten: statt e-Arabinose lies l-Arabinose.
- S. 198 Zeile 5 von oben: statt es lies so.
- S. 199 Zeile 19 von oben: statt undissoziierten lies undissoziiertem.
- S. 204 Unter „Disperse Systeme“ unterste Zeile: statt Opaleszent lies Opaleszenz.
- S. 212 3. Absatz 2. Zeile von unten: statt dem lies den.
- S. 222 Tabelle letztes Wort: statt 6 cm^2 lies 6 m^2 .
- S. 223 Zeile 4 von oben: statt Ione lies Ionen.
- S. 267 2. Absatz, Zeile 3 von oben: statt Porenvolum lies Porenvolumen.
- S. 268 2. Absatz, Zeile 2 von unten: statt Formschutz lies Formenschutz.
- S. 271 Zeile 8 von oben: statt strenggenommen lies streng genommen.
- S. 277 Zeile 2 von unten: statt Urftalsperre lies Urftalsperre.
- S. 289 2. Absatz, Zeile 3 von oben: statt einer bestimmten Luftmasse lies eines bestimmten Luftraumes.
- S. 297 Zeile 10 von oben: statt dann lies denn.
- S. 299 Zeile 10 von unten: statt humöse lies humose.

Band II.

- S. 91 2. Absatz, Zeile 2: statt nach Tabelle lies nach der Tabelle.
 S. 107 Zeile 13 von oben: statt er lies der Verfasser.
 S. 145 Zu Anmerkung 1. Der Druckstock entstammt nicht der genannten Arbeit von RUDOLPH & FIRBAS, sondern aus: FIRBAS, F., Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. In *Lotos, Naturw. Z.* 71, 236. Prag 1923, S. 236.
 S. 155 Fußnote 3: statt E. DOELTER lies C. DOELTER.
 S. 158 Zeile 12 von oben: statt kristalloiden lies kristalloidem.
 S. 184 1. Absatz, Zeile 3 von oben: statt ist lies hat.
 S. 190 Letzte Zeile von unten: statt mergeliger lies mergeliger.
 S. 200 2. Absatz, Zeile 10 von oben: statt mit lies nicht.
 S. 203 2. Absatz, Zeile 4 von oben: statt im lies in.
 S. 213 Tabelle: statt $\text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$ lies $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3$.
 S. 214 1. Tabelle: „Davon war“ ist zu streichen.
 S. 216 Fußnote 4: statt Wasserleitug lies Wasserleitung.
 S. 217 2. Tabelle: zwischen Rubrik „Stiftsquelle“ und Rubrik „Unterer Buntsandstein“ fehlt fetter Strich.
 S. 224 Zeile 6 von unten: statt Kratquelle lies Kraftquelle.
 S. 251 3. Absatz, Zeile 10 von oben: statt Unterseite lies Unterlage.
 S. 257 2. Absatz, Zeile 2 von oben: statt daß lies so daß.
 S. 264 3. Absatz, Zeile 3: statt Band 4 und 7 lies Band 7 und 8.
 S. 265 Zeile 6 von oben: statt als gelöst lies sich als gelöst.

Band III.

- S. 6 Zeile 5 von unten: statt desselben lies derselben.
 S. 51 Zeile 13 von oben: statt in diesen Tiefen lies in dieser Tiefe.
 S. 86 Zeile 3 von oben: statt Felsflächen lies Feldflächen.
 S. 122 In Spalte 2: statt (Ton z. B. bei Basalt) lies (durch Ton z. B. bei Basalt). ebenda: statt schichtartige Filze und decken lies schichtartige Filze und Decken.
 S. 126 I. Profil unter B: statt meisten kleineren lies meistens kleineren.
 III. Profil unter B: statt Farbe lies Färbung.
 S. 127 IV. Profil unter A_2 : statt von oben hier lies von oben her.
 S. 132 Spalte 2 unter B_2 : statt kastanienbraunen Sand lies kastanienbrauner Sand.
 S. 133 6. Zeile von oben: statt parallelepipedische lies parallelepipedischer.
 Zeile 10 von oben: statt bilden lies bildet.
 S. 136 I. Profil unter B_1 : statt 0,7—1,4 cm lies 0,7—1,4 m.
 S. 139 3. Absatz, Zeile 5 von oben: statt saxatalis lies saxatilis.
 S. 146 I. Tabelle, 2. Spalte bei Al_2O_3 : statt 00,24 lies 11,24.
 Summe 1 muß heißen 99,94, Summe 3: 99,91, Summe 4: 99,99, Summe 5: 100,00.
 S. 147 I. Tabelle: statt Summe 14,27 lies 14,68.
 II. Tabelle: statt < 3,05 lies > 3,05.
 II. Tabelle: statt Beicherde lies Bleicherde.
 S. 148 I. Tabelle am Schluß: statt Al_2O_3 -Übersch. lies Al_2O_3 -Übersch.
 II. Tabelle unter Ton (3. Spalte): statt 0,3 lies 3,0.
 ebenda Summe in der 5. Spalte: statt 100,0 lies 101,8.
 S. 149 II. Tabelle Summe 4: statt 100,00 lies 100,01.
 S. 150 Tabelle unter K_2O , 1. Spalte: statt 0,90 lies 3,90.
 Summe 2 muß heißen: 2,22; Summe 3: 2,55; Summe 4: 101,74; Summe 5: 17,88;
 Summe 9: 14,17.
 S. 151 Tabelle: statt 101,3 lies 101,6.
 S. 154 Tabelle 4, Lehmprofil III: statt A_1 in 0—15 lies 0—18; 3. Spalte: statt 26 lies 24.
 In der zweiten Reihe 1. Spalte: statt 2,30 lies 2,75. In der 6. Spalte: statt 19,1 lies 11,2. In der 8. Spalte: statt 97,15 lies 97,10.
 S. 155 Tabelle 3, Reihe 1, 3. Spalte: statt 21,6 lies 21,9.
 S. 168 Tabelle 1, unter Al_2O_3 1. Spalte: statt 10,17 lies 10,97.
 S. 169 Tabelle 1, unter B_2 : statt 30—30 cm lies 13—30 cm. Unter Summe: statt 99,79 lies 99,73.
 Fußnote 2: statt Adrance lies Advance.
 S. 173 Zeile 4 von oben: statt die Braunerden lies der Braunerden.
 S. 174 Profil 4 unter C: statt Decke lies Deckton.
 Profil 5 unter A_1 : statt Wurmkrümeln lies Wurmkrümel.
 S. 176 Absatz 3, Zeile 2 von unten: statt (C) lies (Ca).
 S. 179 Unter Profil a, Zeile 3: statt folgen lies folgt.

- S. 180 Abb. 23. Hier fehlt in der Zeichnung des 4. Profils die Unterbezeichnung *f*. In der Unterschrift muß es statt *a, d a—d* heißen, desgleichen statt *f, a f—h*.
- S. 193 Die Überschrift von Tabelle 2 muß heißen: Gelber Lehm auf jüngerem Löß von MÜNZENBERG.
Tabelle 2 unter *h i*, Spalte 4: statt 5,75 lies 3,75.
- S. 198 2. Absatz, Zeile 10 von oben: Das Komma hinter worden fällt fort.
- S. 203 Zeile 12 von oben: Es fehlt hinter neuerdings ein Komma.
- S. 228 Letzte Zeile von unten: statt eines Diluvialhorizontes lies eines Illuvialhorizontes.
- S. 232 3. Absatz, Zeile 2 von unten: statt Dispersionsgrad lies Dispersitätsgrad.
- S. 235 I. Tabelle, Überschrift 6. Spalte: statt Lovrama lies Lovrana.
- S. 241 Zu Tabelle II¹ sind die ursprünglichen Werte für laugelösl. SiO₂, wie sie REIFENBERG in seiner Arbeit in der Chemie der Erde 3, 18 (1927) angegeben hat, zu berücksichtigen.
- S. 261 2. Absatz, Zeile 6 von unten: statt Beloglaska lies Bieloglaska.
2. Absatz, letzte Zeile: statt Tschernosjem lies Tschernosem.
- S. 262 2. Absatz, Zeile 2 von oben: statt Vertiefung lies Vertiefungen.
- S. 266 I. Tabelle Überschrift: statt Bobrows lies Bobrowsk.
- S. 267 I. Tabelle, unter „Gelöst“ in der 3. Spalte: statt 28,97 lies 27,91. Ferner unter „Ungelöst“: statt 99,45 lies 58,27, und statt 99,07 lies 56,24. Unter „Endsumme Spalte 3: statt 99,54 lies 99,47.
- S. 270 I. Tabelle in vorliegender Zusammenstellung unklar. Bis Zeile Na₂O richtig, dann folgt Zeile CO₂
Dann:
- | | | | | | | | | |
|---|--------|------|-------|------|--------|------|--------|------|
| CO ₂ | 0,05 | — | 4,04 | — | 5,20 | — | 4,49 | — |
| Glühverlust . . . | 11,26 | — | 6,96 | — | 4,80 | — | 4,50 | — |
| P ₂ O ₅ | 0,09 | 0,10 | 0,08 | 0,09 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,07 |
| Summe | 100,69 | — | 99,92 | — | 100,38 | — | 101,84 | — |
- Darunter die Zeilen:
- | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CaCO ₃ | 0,09 | — | 7,76 | — | 9,23 | — | 6,78 | — |
| MgCO ₃ | 0,01 | — | 1,18 | — | 2,15 | — | 2,86 | — |
| Humus | 6,02 | — | 3,11 | — | 1,30 | — | 0,70 | — |
| N | 0,46 | — | 0,16 | — | 0,05 | — | 0,07 | — |
| H ₂ O hygrosk. . . . | 3,84 | — | 2,91 | — | 2,23 | — | 2,23 | — |
| H ₂ O chem. geb. . . | 1,40 | 1,55 | 0,94 | 2,10 | 1,27 | 1,49 | 1,57 | 1,79 |
- S. 275 4. Absatz, Zeile 2: statt Bodenmuttergeteine lies Bodenmuttergesteine.
- S. 278 Zeile 2 von oben: statt zurückliegenden lies zurückbiegenden.
- S. 288 4. Absatz, Zeile 5: statt Adropogon lies Andropogon.
- S. 292 2. Absatz, Zeile 4: statt Anzeigen lies Anzeichen.
- S. 320 Fußnote 2: statt Redamation lies Reclamation.
- S. 322 2. Absatz, Zeile 3 von oben: statt Saliterbröden lies Salnitersböden.
- S. 323 Fußnote 1: statt gazdósági lies gazdasági.
- S. 332 Zeile 7 von oben: statt Salineböden lies Saline Böden.
- S. 334 Fußnote 7: statt báziskicsérélödés lies báziskicsérélödés und statt keletkezisiben lies keletkezésében.
- S. 335 2. Absatz, Zeile 2: statt *B*-Hrizont lies Horizont.
- S. 381 Zahlentafel 8 in der Überschrift: statt Kamerun lies Deutsch-Ostafrika.
- S. 402 Zeile 6 von oben: statt las lies als.
- S. 485 Zeile 3 von unten: statt Aufsteigens die Oberfläche lies Aufsteigens an die Oberfläche.
- S. 506 Tabelle unter Glühverlust: statt 11,718 lies 11,719.
- S. 510 Zeile 10 von unten: statt der hellgraue podsolierte Lehm lies dem hellgrauen posolierten Lehm.
- S. 513 Zweites Profil: statt *A*, lies *A*₁; statt *B*, lies *B*₁.
Drittes Profil: statt Sabav lies Sabow.
- S. 515 Profil Northeim unter *A*₁: statt humus lies humos.
Profil Ronnerberg unter *A*₄ und *B*, 1. Reihe: statt fest lies fast.
- S. 518 Profil Usin: statt *A—C* 60—140 cm lies *A—C* 50—140 cm.
- S. 519 4. Absatz, 1. Reihe: statt Randzina lies Rendzina.
- S. 520 Zweites Profil: statt Überrest von *A*₂ lies Überrest von *A*₃.
- S. 521 Profil: statt Horizont *A* 2 m(?) lies Horizont *A* 2 cm.

Band IV.

- S. 11 Zeile 2 von unten: statt Mön lies Mönchgut.
- S. 13 Zeile 2 von unten: statt bunten lies Bunt-.

- S. 48 Fußnote 1: statt Ver. f. lies Ver. f.
 S. 51 2. Absatz, Zeile 5 von oben: statt im Bayerischen lies im Bayerischen Wald.
 S. 69 Fußnote 1: statt WOHLMANN lies WOHLTMANN.
 S. 72 3. Absatz, Zeile 3 von unten: statt ausgezeichnete lies ausgezeichnet.
 S. 73 Fußnote 1: a. u. fällt weg.
 S. 118 Tabelle VII unter Alpiner Jura Dogger: statt (Aptyschenschichten) lies (Aptychenschichten).
 S. 120 Tabelle IX, Zeile 2 von unten: statt (Fleinzböden) lies (Flainsböden).
 S. 125 Zeile 2 von unten: statt KRUSSCHES lies KRÜSSCHES.
 S. 162 3. Absatz, Zeile 4 von oben: statt Marsch lies Mersch.
 S. 177 2. Absatz, Zeile 14 von unten: statt Krenotrixarten lies Crenotrixarten.
 S. 248 3. Absatz, Zeile 3 von oben: statt Glimmer lies Biotit.
 S. 250 4. Absatz, Zeile 4 von unten: statt Schwefelsäureauszug lies Schwefelsäure-Rückstand.
 S. 252 Zeile 5 von oben ist „(oder Phyllit)“ zu streichen.
 S. 277 Zeile 5 von oben ist das Komma hinter umgewandelt zu streichen.
 S. 290 Tabelle unter Rückstand Spalte 3: statt 14,51 lies 3,27.

Band V.

- S. 39 In der Überschrift Profil vom Moolbronnen lies vom Moolbronn, statt Totalanlaysen lies Totalanalysen.
 Fußnote 7: statt skoly lies školy.
 S. 50 Zeile 6 von unten: statt Granitgebirges lies Granulitgebirges.
 S. 52 Zeile 4 von oben: statt pegmatische lies pegmatitische.
 S. 71 Zeile 21 von oben: statt entgegen der lies gegen die.
 S. 84 Zeile 4 von oben: fehlt der Bindestrich bei Abtragung.
 S. 86 2. Absatz, Zeile 12 von oben: statt spiegel lies Spiegel.
 S. 94 In Abb. 8b: statt Unterirische lies Unterirdische.
 S. 95 Fußnote 7: statt 157 lies 159.
 S. 101 3. Absatz, Zeile 12 von oben: statt Thlolyse lies Thololyse.
 S. 146 Fußnote 5, Zeile 7 von oben: statt HEIM, AR. lies HEIM, FR.
 S. 183 Zeile 4 von unten: statt Tonwiesenböden lies Toneisenböden.
 S. 268 Abb. 92: statt Aufnahme von LE GRAND lies Aufnahme von J. LENTZ.
 S. 286 Letzter Satz des 1. Absatzes muß heißen: Durch die Saugwurzel wird das Wasser angesaugt; es fließt von oben wie von unten den Saugstellen zu. Dadurch trocknet bis zum Ende der Vegetationszeit (bei den Nadelhölzern schwach auch während des Winters) der Boden aus.
 2. Absatz, Zeile 3 von unten: statt ventuelle lies eventuelle.
 S. 289 Zeile 11 von oben: statt sekundäre lies sekundär.
 S. 295 Zeile 12 von unten: statt aus Orterde und aus Ortstein lies über Orterde und über Ortstein.
 S. 299 In der Tabelle sind die Leitzahlen wie folgt zu setzen: statt 3, 3a; statt 4, 3b; statt 5, 4; statt 6, 5a; statt 7 5b.
 S. 303 Profil, Zeile 2 von unten: statt Land lies Band.
 S. 304 Profil 2, unter „Knick“ 0—6—10 cm: statt eiseninkrustierenden lies eiseninkrustierten.
 S. 320 2. Absatz, Zeile 6 von unten: statt bezeichnenden lies bezeichneten.
 S. 324 Zeile 4 von unten: statt Tschernosjem lies Tschernosem.
 S. 329 In der Zeichenerklärung der Karte ist die degradierte Steppenschwarzerde mit dicken Strichen anzugeben.
 S. 338 Zeile 7 von oben: statt Pflanzen lies Plaggen.
 S. 349 3. Absatz, Zeile 3 von unten: statt kiesiger lies kiesige.
 S. 368 Zeile 5 von oben: statt Terrassen schotter lies Terrassenschotter.
 S. 369 3. Absatz, Zeile 4 von oben: statt „dient wenn“ und „Tälern. dem“ lies „dient, wenn“ und „Tälern, dem“.
 S. 370 3. Absatz, Zeile 2 von oben: statt hartgespült lies fortgespült.
 S. 379 Profil 2 unter C: statt Talmergel lies Kalkmergel.
 S. 383 Zeile 9 von unten: hinter Vogesen fehlt Komma.
 S. 395 Profil: statt A 30 cm, lies A 30 cm geteilt in: und der folgende Text kommt unter A₀ 5 cm zu stehen.
 S. 410 2. Absatz, Zeile 6 von oben: statt nicht nur lies nur.
 S. 425 Unter Vegetationsbodentypen: statt Braune Waldböden lies Braune Waldböden: stark gebleicht.
 S. 433 Zeile 10 von oben: statt Binsenindustrie lies Rindenindustrie.
 S. 438 3. Absatz, Zeile 5 von oben: statt Feinerde und jener lies Feinerde bis grober.

- S. 440 1. Absatz, Zeile 2 von unten: statt Targon- und Igharghanboden lies Turan und Ighargharbecken.
 S. 444 Zeile 18 von oben: statt Horden lies Herden.
 S. 454 Zeile 1 von oben: statt gebildet lies ausgebildet.
 S. 457 1. Spalte fehlt HEIM, FR. 146.

Band VI.

- S. 1 Fußnote 5: statt -bestimmung lies -kartierung.
 S. 9 2. Absatz, Zeile 14: statt im Millimeter lies in Millimeter.
 S. 45 Zeile 9 von oben: statt Gruben lies Gräben.
 S. 58 Zeile 3 von oben: statt Sandböden, die lies Sandböden, der.
 S. 73 Fußnote 3 heißt die Gleichung 7. Zeile von oben:

$$\frac{1}{d_w} = \frac{g_1}{d_1} + \frac{g_2}{d_2} + \frac{g_3}{d_3} + \dots = \sum \frac{g_n}{d_n}$$

- S. 90 Fußnote 2: statt Principa lies Principia.
 S. 91 Zeile 3 von oben: statt bestrebt ist durch lies bestrebt durch.
 S. 95 Gleichung 24 muß heißen:

$$H = \frac{a^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

- S. 109 Gleichung 50a muß heißen:

$$L = H + z - h \cdot \left(1 + \frac{\eta}{\eta_l} \cdot h^2 \cdot \frac{p_0^2}{Q^2} \cdot J_l \right).$$

- S. 164 4. Absatz, Zeile 3 von oben: statt abnimmt lies zunimmt.
 S. 182 u. 183 Abb. 74 u. 75 sind miteinander zu vertauschen.
 S. 224 4. Absatz, Zeile 3 von oben: statt , und E. WOLFF lies . E. WOLFF.
 S. 226 Zeile 6 von oben: statt seine lies seiner.
 S. 228 Tabelle I, alle Minuszeichen nach Plus 3⁰ C sind durch Pluszeichen zu ersetzen.
 S. 235 4. Absatz, Zeile 1: statt Nach ESER² lies Nach ESER³.
 S. 247 Fußnote 1: statt Esperimentelle lies Experimentelle.
 S. 259 Fußnote 1, Zeile 10 von unten: statt HAASE lies HASSE.
 S. 306 2. Absatz, Zeile 6 von oben: statt zu übermitteln lies zu überwinden.
 S. 344 Muß die Formel auf Zeile 19 von oben $s = e^{-v \cdot x}$ heißen.
 S. 345 Fußnote 2: statt Klimalogie lies Klimatologie.
 S. 356 Letzte Zeile von unten: statt unten lies unten.
 S. 377 Zeile 12 von oben: fehlt hinter Quadratzentimeter ein Punkt.
 2. Absatz Zeile 6: hinter Leitvermögen (Leitwert) einzusetzen.
 S. 403 statt absorbierte Gase(s), Einwirkung aus dem Boden lies auf den Boden.

Band VII.

- S. 3 Zeile 2 von unten: statt Gehalt lies Anteil.
 S. 14 Zeile 19 von oben: statt zurückgeführt werden lies zurückgeführt zu werden.
 S. 19 Zeile 9 von unten: statt zu spielen lies zu spielen“.
 S. 27 2. Absatz, Zeile 10 von oben: statt fort bewegt lies fortbewegt.
 S. 30 1. Absatz, Zeile 2 von unten: statt Okular und lies Okular- und.
 S. 31 2. Absatz, Zeile 2 von oben: statt im p. p. L. lies für p. p. L.
 S. 43 Zeile 14 von oben: statt Clericillösung lies Clerici-Lösung.
 S. 63 4. Absatz, Zeile 1: statt H lies H' .
 S. 69 Zeile 6 von oben: statt K-, Na- und NH₄-Ton lies -Tone.
 Zeile 8 von oben: „von diesen“ sind zu streichen.
 S. 71 Fußnote 2: statt Futtergewächse lies Kulturgewächse.
 S. 85 Zeile 5 von oben: statt Aluminiumlackes, des Alizarins lies Aluminiumlackes des Alizarins.
 S. 88 Zeile 1 von oben: statt Filter, müssen lies Filter müssen.
 S. 97 Fußnote 3: statt GIVENSche Methode lies GINESche Methode.
 S. 112 Fußnote 1: statt die auf S. 37f. angeführte Arbeit lies S. 37f. der angeführten Arbeit.
 S. 115 Fußnote 4: statt Pedology (Moskau) 25, 5 (1930) lies 25 (Nr. 3), 5 (1930).
 S. 116 Fußnote 3: statt ZACHAROW lies SACHAROW.
 S. 145 Fußnote 6: statt BODING-WIEGER lies BODDING-WIEGER.
 S. 147 Zeile 12 von oben: statt n/100 Kaliumpermanganat lies n/10 Kaliumpermanganat.
 S. 152 Zeile 3 von unten: statt Gesamtstickstoff lies Gesamtkohlenstoff.
 S. 159 1. Absatz, Zeile 1: statt Das lies Daß.

- S. 200 Fußnote 2, letzte Zeile: statt des *Aspergillus* lies *Aspergillins*.
 S. 203 Fußnote 13: statt (Moskau) 25, 5 (1930) lies 25 (Nr. 3), 5 (1930).
 S. 222 Zeile 15 von unten: statt salpetersauerer Salzen lies salpetersauer.
 S. 239 Fußnote 1, Zeile 5 von oben: statt Einführung lies Einführung.
 S. 244 3. Absatz, Zeile 3: statt höhere lies höherer.
 S. 245 Zeile 3 von oben: statt bekannten Holzbewohner lies bekannten Humus- und Holzbewohner.
 S. 247 2. Absatz, Zeile 5 von unten: statt Cystin lies Cystein, desgleichen Fußnote 3, Zeile 4 von unten.
 S. 250 Zeile 3 von unten: statt HILTNER-STÖRMER lies HILTNER und STÖRMER.
 S. 260 Zeile 11 von oben: statt Mit lies mit.
 S. 264 Zeile 8 von unten: statt Stickstoffe lies Stickstoff.
 S. 266 Zeile 4 von oben: statt Anscheidungsprodukte lies Ausscheidungsprodukte.
 S. 268 Zeile 5 von oben: statt „Normal“-Stäbchen lies „normal“ Stäbchen.
 S. 269 Fußnote 1, Zeile 4: statt protealytic lies proteolytic.
 S. 275 4. Absatz, Zeile 3 von unten: statt isolierte er lies isolierte WINOGRADSKY.
 S. 283 Fußnote 1, letzte Zeile: statt ebenda 11, 171 (1921) lies 111, 171 (1921).
 S. 308 Zu Fußnote 3: SCHRÖDER (Jb. wiss. Botanik 75, 377 (1931) konnte bei einer Nachprüfung keine Stickstoffbindung durch *Aspergillus* feststellen.
 S. 330 Bezüglich Purpurbakterien: VAN NIEL hat soeben nachgewiesen (Arch. Mikrobiol. 3, 1 (1931), daß grüne und Purpurbakterien, soweit sie Schwefelwasserstoff oxydieren, diesen unter Sauerstoffabschluß im Licht unmittelbar mit Kohlensäure umsetzen, welche so reduziert und in organisch gebundenen Kohlenstoff übergeführt wird.
 S. 382 2. Absatz, Zeile 8 von oben: statt *Helizoa* lies *Heliozoa*.
 S. 413 Zeile 11 von oben: statt *Kaorophium* lies *Corophium*, desgleichen 2. Absatz, Zeile 1.
 S. 419 Zeile 3 von unten: statt *Tetramorum* lies *Tetramorium*.
 S. 423 Zeile 11 von unten: statt betrachtet nur die lies betrachtet man nur die.
 S. 440 3. Spalte: statt FREED lies FRED.

Band VIII.

- S. 22 Abb. 1 muß um 90 Grad nach links gedreht sein.
 S. 58 Fußnote 1: statt Ber. byer. Bot. lies Ber. bayer. Bot.
 S. 61 u. 63: *Tunica prolifera* ist in Süddeutschland und den Alpen Kalkzeiger, in Norddeutschland Kalkflieher. *Erysiusum* (*Convingia*) orientale ist immer Kalkzeiger.
 S. 65 Fußnote 7, Zeile 2 von oben: statt *propertis* lies *properties*.
 S. 69 Zeile 7 von oben: statt Glykophyten lies Glykphyten.
 S. 76 Fußnote 2: statt krätiger lies krautiger.
 S. 78 3. Absatz, Zeile 10 von oben: statt wertvolle lies wertvollere.
 Fußnote 3, vorletzte Zeile: statt struktuellen lies strukturellen.
 S. 79 1. Absatz, vorletzte Zeile: statt Assoziation lies Assoziationen.
 2. Absatz, Zeile 8 von oben: statt Folgeglieder, die Böden lies Folgeglieder die Böden.
 S. 86 Tabelle: statt *Carex dioica* lies *Carex dioeca*.
 S. 87 Tabelle, Zeile 1: statt unter 3—6 lies unter 3,6.
 S. 89 2. Absatz, Zeile 7 von oben: statt bestandsbildenden lies bestandbildenden.
 S. 113 Fußnote 2: statt anderen löslichen Salze lies anderer löslicher Salze.
 S. 148 Zeile 4 von oben: statt aus diesem Grunde lies aus dem Grunde.
 S. 151 Fußnote 4: statt Mitteilungen lies -Kommission.
 S. 237 Fußnote 1: statt Die Einwirkung von Salzsäure auf Tone und Mineralkörner lies Zur Frage der Azidität von Humusböden und deren Bestimmung.
 S. 262 Fußnote 11: statt Phosphorsäuren lies Phosphorsäure.
 S. 293 Zeile 2 von unten: statt d. h. lies oder; statt Pflanze lies Pflanzen; statt geschieht lies erfolgt.
 S. 296 Zeile 11 von unten: statt dem Untergrund nach lies nach dem Untergrund.
 S. 304 Zeile 9 von oben: statt einer schwerlöslichen Säure lies eine schwerlösliche Säure.
 S. 313 4. Absatz, Zeile 1: statt Ortsseins lies Ortsteins.
 S. 314 Zeile 1 von oben: statt Darg lies Dwog.
 S. 505 2. Absatz, Zeile 4 von oben: statt obwohl sie lies obwohl es.
 S. 507 Zeile 10 von oben: statt ohne (Natrium) lies (ohne Natrium).
 S. 558 Fußnote 1, Zeile 4 von oben: statt Bodenk. 14 lies Bodenk. A. 14.
 S. 578 2. Absatz, Zeile 2 von unten: statt $P_2O_5 = b$ lies $P_2O_5 - b$.
 S. 583 Zeile 6 von oben: statt heute immer lies heute noch immer.
 S. 585 4. Absatz, Zeile 2 von oben: statt (S. 576) lies (S. 575).
 S. 610 3. Absatz, Zeile 4 von oben: statt Bodenvolumens lies Bodens.

- S. 633 unterste Zeile: statt Abnahme lies Abnahme.
 S. 640 3. Absatz, vorletzte Zeile: statt VAN BAZAREWSKI lies VON BAZAREWSKI.
 S. 714 2. Spalte, Reihe 4: statt 577 lies 557.

Band IX.

- Im Inhaltsverzeichnis S. VI, Zeile 12 von unten: statt Kalkdünger lies Kalidünger.
 S. 85 Unter Abb. 14: statt Sparina lies Spartina.
 S. 91 2. Absatz, Zeile 6: statt 300 cm^3 lies 300 m^3 .
 S. 127 Tabelle: Das Wort Lehm gehört zu pulverförmig krümelig und ist keine Überschrift.
 S. 269 Fußnote: statt T. LIECHTI lies P. LIECHTI.
 S. 301 Überschrift: statt Sedimentsbildung lies Sedimentbildung.
 S. 403 2. Absatz, Zeile 8 von oben: statt $p_H = 4,66-5,98$ lies $p_H = 4,66 - 4,98$.
 2. Absatz, Zeile 6 von unten: statt im Humus. lies im Humus nicht.
 S. 504 vorletzte Zeile von unten: statt für b lies für C .
 S. 505 1. Gleichung muß heißen: $\log(62 - y) = \log(62 - 8,94) - 1,07 \cdot x$.
 Zeile 5 von unten: statt ausführt lies erhält.
 S. 528 Zu Fußnote 2 hinzuzusetzen: ferner MITSCHERLICH: a. a. O. S. 176.
 S. 534 4. Absatz, Zeile 2 von oben: statt wurde durch lies wurde nur.
 S. 535 Tabelle, 2. Absatz: hinter 300 dz/ha Stalldünger ist einzusetzen N 160, K 220, P 90.
 S. 548 Spalte 3, STINY, J.: statt 253 lies 353.

Band X.

- S. 205 Zeile 9 von oben: statt Kunstkernseifen lies Kunstkornseifen.
 S. 383 3. Absatz, Zeile 1: statt Veranlassng lies Veranlassung.
 S. 418 Zeile 1 von oben: statt JENTSCH lies JENTZSCH.

Namenverzeichnis.

- AARNIO**, B. 134, 307, 308, 309.
ABDERHALDEN, E. 133, 228.
ABEL, R. 208, 210, 224, 236, 239, 255, 256, 258.
ABELIN, J. 227.
ACHESON, E. G. 199.
ACKLIN, O. 252.
ADAMOW, N. 375.
ADOWA, A. N. 219.
AEBI, E. 50, 53, 54.
AEREBOE, F. 23, 35, 36, 37, 38, 39, 47, 55, 56, 64, 285.
AFANASIEFF, J. 368.
AGAFONOFF, V. 273, 314, 375, 388.
AHNERT, E. 388.
ALBERT, W. B. 237.
ALMÉRA, J. 355.
ALTEN, F. 254.
ALTWECK, H. 44.
AMALITZKI 327.
AMSLER, A. 354.
ANDERSEN, J. 277.
ANDERSON, G. 352.
ANDOUARD 312.
ANDRÉE, K. 131, 144, 145.
ANGELIS D'OSSAT, G. DE 263, 323.
ANGERER, H. 251.
ANTIPOW-KARATAJEW, J. N. 383.
ANTONOWA, A. 383.
ARBENZ, P. 353.
ARNDT, H. J. 226.
 — K. 199, 205.
 — W. 134.
ARRHENIUS, O. 352.
ATTERBERG, A. 146, 160, 164, 262.

BAADER, E. W. 238.
BACH, H. 238, 239, 241, 246, 253, 254, 255.
BACHMANN, W. 114.
BACKOFEN, K. 156, 158, 164.
BAERMANN, G. 215, 222.
BAERTHLEIN, K. 211, 212.
BAESSLER, A. 85.
BAHR, F. 204.
BAKER, O. E. 400.
BALCK 4.
BALTZ, V. A. 388.

BÄLZ, E. 221.
BANDI, W. 353.
BARANOWSKY, A. 375.
BARBER, M. 218.
BAREN, J. VAN 273, 327, 328.
BARETTI, M. 322.
BÄRTLING, R. 130, 134.
BASCHENIN, W. A. 221.
BASTIAN, A. 93.
BAUDOIN 309.
BAUER, E. B. 202, 203.
 — F. C. 403.
 — O. 32, 33, 35, 44, 63.
BAUMANN, A. 95, 295, 296.
 — E. 225.
BAYER, M. 220.
BEAUMONT, ELI DE 310.
BEBENROTH, H. 229.
BECKER, H. 198.
BECKERT, G. 223.
BEGBIE, R. S. 245.
BEGER, H. 218.
BELGRAND, M. 309.
BELLI, v. PINO, O. 44.
BEMMELEN, J. M. VAN 114, 328.
BENNET, H. H. 392.
BENNIGSEN-FÖRDER, R. v. 2, 278, 279, 280, 284.
BENINDE, M. 236, 238, 251.
BENZ, E. 205.
BERDEL, E. 199, 200, 201, 202, 203, 204.
BERENDT, G. 279, 280, 283.
BERG, R. 227.
BERGHAUS, H. 71.
 — H. 261, 269.
BERGIUS, F. 120.
BERNATZIK, H. A. 68.
BERNER, W. 217.
BERTAINCHAND, E. 417.
BERTELSMANN, W. 207.
BERTRAND, G. 231.
BESSONOW 368.
BEST 252, 253.
 — E. 66.
BEUDANT, F. S. 363.
BEYSLAG, F. 243.
BIEDERMANN, R. 17.
BIELER, K. 26, 27.
BIERBAUMER, A. 141, 167, 171, 172, 177, 181.

BIESTER, G. 121.
BIRK, C. 103.
BIRNBAUM, K. 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 29, 31, 64.
BITNER, K. 333.
BJÖRLYKKE, K. 273, 328, 329.
BLANCK, E. 204, 254, 259, 278, 285, 295, 296, 417.
BLEEK, D. F. 88.
 — P. 88.
BLEYER 224.
BLOCK, A. 9, 15, 20, 64.
BLOHM, W. 93.
BOCK, A. 243.
 — L. 205.
BÖCKH, J. 364.
BOEHNCKE, K. 211.
BÖHM, B. 237.
BOLLENBACH, H. 202.
BONIN, G. v. 215.
BONTSCHIEFF, G. 273, 275, 276.
BORNEBUSCH, C. H. 278.
BÖRNSTEIN, E. 205, 206, 207.
BÖSS, G. 253.
BOSSE, A. 311.
BOTTLEFF, S. 276.
BOUCHAL, L. 76.
BRACCONIER, A. 310.
BRAT, P. 128.
BRAUN, H. 211.
 — M. 216.
BRAUNGART, R. 284.
BREDSCHNEIDER, E. 233.
BRENNECKE, L. 174, 180, 181.
BRENNER, TH. 156.
BRESCH, R. 233.
BRILL, FR. 222.
BRINKMANN, R. 355.
BROHM, K. 238.
BROUWER, DE 274.
BROWM, P. E. 401.
 — R. J. S. 131.
BRÜCKNER, E. 304.
BRUGSCH, H. 75.
BRUNE 118.
BRUNS, H. 209, 212, 214, 215, 223, 235, 238, 242, 244.
BRYAN, W. H. 418.
BRYANTS, V. S. 198.
BRYK, F. 71, 91, 94.

- BÜCHER, CHR. 242.
 BUCHHEIM, G. 180.
 BUCHMANN, W. 238.
 BÜCHNER, E. H. 115.
 BUJARD, E. 198.
 BÜLOW, B. v. 237.
 — K. v. 131.
 BUNTE, H. 228.
 BUONOMINI, G. 245.
 BURGER, H. 353, 354.
 BÜRGER 418.
 — B. 214, 236, 245, 248, 250, 253.
 — M. 254.
 BÜRGER, J. 248.
 BURCKHARDT, E. 159.
 BURRE, O. 185, 199, 200, 204.
 BURSWELL, A. 233.
 BURTSCHER, J. 227.
 BUSCH, R. 141.
 BUSCHAN, G. 70, 73, 74, 75, 76, 77, 80.
 BUSCHINSKI, V. B. 368, 381.
 BUSHNELL, T. M. 403.
 BYL, J. P. 221.
- CACALCANTI, M. P. 409.
 CACCIAMALI 322.
 CAILLOT 313.
 CAJANDER, A. K. 262.
 CANAVARI 322.
 CANEL, C. 213.
 CAPBIANCO 322.
 CAPDEVILA, R. 355.
 CARL, A. 250, 251.
 CARNOT, A. 312.
 CARO, N. 127.
 CARPENTER, E. J. 404.
 CARTER, L. M. 402.
 CASTILLON, T. J. 219.
 CATLIN, G. 71.
 CAUER, H. 225.
 CAUMONT, DE 309.
 CAYEUX, M. L. 309, 310, 312, 313, 314.
 CELLI, ANGELO 218.
 CELLI-FRÄNTZEL, ANNA 218.
 CH'ANG, L. W. 389.
 CHANOTIS, N. 220.
 CHATIN, A. 224, 225.
 CHLOPIN, G. W. 230.
 CHURCHILL, H. V. 228.
 CIFKA, A. 240.
 COFFEY, G. N. 393, 400.
 COHEN, A. 327.
 COLE, G. A. J. 320, 321.
 COLLINS, W. O. 402.
 COMBER, N. 273, 317.
 COMMONWEALTH, T. 418.
 CONNER, S. D. 403.
 COOK, S. S. 219.
 CORT, W. W. 216.
 COULOMB 150.
 COUTO, M. 219.
 COWIE, G. A. 319, 322.
- CRAMER, E. 201, 202.
 CRAMPTON, C. B. 316.
 CRELL 197.
 CROME 12, 21, 64.
 CRONHEIM 133.
 CROUCH, A. 244.
 CUEVAS, E. 197.
 CUMMING, C. F. G. 86.
 — H. S. 222.
 CZARNOMSKI, 339.
 CZENSNY 131.
- DAHLHAUS, K. 243.
 DAHMS 78.
 D'ALBERTIS, L. M. 75.
 DALE 83, 84, 87.
 DALLONI, A. 416, 417.
 DAMMER, O. 198, 199, 205, 207.
 DANNENBERG, K. 84.
 DARAPSKY, L. 197.
 DAVIDSOHN, J. 205.
 DAVIS, W. M. 371.
 DEBUSMANN, H. 244.
 DEHRINGER, G. 284.
 DELESSE, M. 263, 311, 312.
 DEMOLON, A. 313.
 DEMOUSSY, E. 247.
 DEMUTH, JOH. 234.
 DETHLEFSEN, F. 171.
 DETMER, W. 16, 17, 18.
 DIAZ DEL CASTILLO, B. 74, 93.
 DIEHL, O. 306.
 DIENEMANN, W. 129, 185, 199, 200, 204, 205.
 DIETRICH, E. 228, 229.
 DIETZ, R. 198.
 DIEUDONNÉ, A. 220, 221.
 DIMO, N. A. 368, 379.
 DINGER, J. D. 220.
 DIOSKURIDES 77.
 DISERENS 353.
 DITTMAR, R. 207.
 DITTRICH, J. 363.
 DOERELL, E. G. 45.
 DOERR, R., 220.
 DOHMANN, J. F. 219.
 DOKUTSCHAJEFF, W. 263, 346, 348, 352, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 374, 375, 378, 425.
 DÖRING, H. 84.
 DOSS, B. 137, 326.
 DOUMANSKI, A. 119.
 DRAGHICEANU, M. 346.
 DRAKE, F. 91.
 DRALLE, R. 198.
 DREISCH 14.
 DRIGALSKI, W. v. 212.
 DRUDE, E. 272.
 DUBROWINSKI, S. B. 235.
 DUFRÉNOY 310.
 DUMONT, A. 274.
 DUNBAR, W. P. 208, 229, 233, 234, 240, 246, 247, 249, 250, 254, 256, 257.
- DUNIKOWSKI 327.
 DÜNKELBERG, F. W. 27, 30.
 DYCKERHOFF 110.
- EATON, J. N. W. 198.
 EBBEL, B. 226.
 ECKERT, M. 259, 269, 278, 417.
 EGGER, F. 244.
 EHEMANN, J. J. 252, 253.
 EHRENBERG, G. CHR. 73, 74, 75, 76, 77, 78, 204.
 — I. 160, 182.
 — P. 158, 202.
 EICHHOLTZ, TH. 29.
 EICKHOFF, H. 82.
 EIGENBRODT, K. C. 3.
 EINECKE, A. 123.
 EISLER, M. 213.
 EKENBERG 120.
 EKSTRÖM, G. 351.
 ELKELES, G. 212, 223.
 ELLIS, O. J. 403.
 EMMERICH, R. 209, 211, 229.
 EMMERLING, O. 238, 248.
 ENCULESCU, P. 273, 346, 347, 348.
 ENDELL, K. 198, 199, 202.
 ENGEL, L. 10.
 ENGESSER, FR. 164.
 ENGLE, C. C. 401.
 EPSTEIN, H. 221.
 ERDMANN, G. 253.
 ERHARD, H. 251.
 ERHART, H. 418.
 ESCALES, R. 197.
 ESMARCH, E. v. 214, 256.
 EUGLING, M. 233.
 EYER, PH. 199, 202, 204.
 EYSEL, A. 220, 222.
- FACKLER, E. 48, 49.
 FAIR, G. M. 243.
 FALK, F. 233.
 FALKE, F. 30, 45.
 FALLOU, F. 12, 13, 20, 21, 28, 64, 282.
 FÄRBER, K. C. 3.
 FAURA, I SANS, M. 255.
 FAUST, E. ST. 245.
 FEIGL, J. 232, 233.
 FEILITZEN, H. v. 95, 125.
 FELBER 56.
 FELLEBERG, TH. v. 224, 225, 226.
 FELLENIUS, W. 149.
 FERCHMIN, A. 352.
 FERMIN, A. R. 273.
 — PH. 78.
 FERRARA, A. 416, 417.
 FERSMAN 368.
 FESCA, M. 20, 64, 295, 387.
 FICHTNER, H. 330.
 FILCHNER, W. 245.
 FINSCH, O. 75, 85.

- FISCHER 250.
— E. J. 204, 205.
— G. 251.
— HERM. 133.
— W. 211.
FLECK, H. 257, 258.
FLEISCHER, M. 121.
FLOESS, R. 34.
FLOROV, N. 265, 348, 374,
375, 376, 377.
FLOTOW, G. v. 6, 7, 15, 20.
FLU, P. C. 220.
FODOR, J. 208, 234.
FORCHHEIMER, PH. 174.
FOREMAN, F. W. 315.
FÖRSTER, M. 142, 185, 186,
188, 189, 190.
FOUGUET, C. 313.
FOURNIER, M. E. 353.
FOYLE, L. 321.
FRANCE, R. 233.
FRANCIS, E. 222.
FRANCKE, E. 83.
FRANK 127.
— J. P. 208, 224, 244.
FRÄNKEL, C. 122, 214, 257.
FRANKLIN, J. 74.
FRANZIUS, O. 140, 174.
FRASER, G. 273, 317.
FRIEDBERGER, E. 208, 210,
224.
FRIEDRICH, H. 205.
FRIES, F. 246.
FROBENIUS, L. 80, 81, 82, 83,
88, 90.
FROMAGEOT 313.
FROMME, W. 221, 222.
FROSTERUS, B. 273, 308, 421.
FRÜH, J. 352, 353.
FÜCHSEL, G. 278.
FÜLLEBORN, F. 215, 216, 220.
FULLER 195.
— G. L. 402.
FULTON, J. S. 221.
- GADAMER, J. 258.
GAEHTGENS, W. 245.
GALENUS 77.
GALLI-VALERIO, B. 253.
GANSSEN (GANS), R. 200, 205.
GAROZA 313.
GÄRTNER 122.
— A. 209, 213, 217, 229, 230,
231, 233, 235, 236, 237,
238, 242, 244, 245.
GAVELIN, A. 350.
GEDROIZ, K. K. 198, 327.
GEIGER, J. C. 222.
GEILMANN, W. 254.
GEINITZ, F. E. 131.
GEISLER, W. 271, 418.
GEMÜND, W. 211.
GENTIL, L. 416, 417.
GEORGALAS, G. 273, 314.
GERBER, E. 166.
- GERHARDT, E. 185.
GESSNER, H. 161, 182, 354.
GEUTHER, TH. 197, 198, 200.
GIBSON, H. J. 245.
GIENAPP, E. 257.
GIESECKE, F. 196, 197, 233,
237, 386.
GILCHRIST, A. 315.
GILDEMEISTER, E. 211.
GILLIÉRON, V. 353.
GINZBURG, I. 200.
GIRARD, H. 13, 21, 64, 282.
GIRSBERGER, C. 353.
GLASER, W. 221.
GLAUMONT, M. 86, 87.
GLINKA, K. 270, 271, 272,
273, 306, 316, 327, 367,
369, 372, 375, 386, 418.
GLOCKER, E. F. 279.
GMINDER, A. 223.
GOEBEL, H. 183, 194.
GOEDECKE, F. 121.
GOGUET, A. I. 87.
GOLDMANN, F. 237.
GOLLING, M. 304.
GOLTZ, TH. V. DER 6, 22, 23,
24, 25, 29, 35, 39, 40, 58,
64.
GONZENBACH, W. v. 214, 224.
GORDEIEW, T. P. 388.
GORKA, H. 232.
GORODKOV 368.
GORTANI, M. 322.
GÖRTZ, G. 304.
GOTSCHLICH, E. 209, 210, 212,
231, 244.
GÖTZE, G. 223.
GOUDEY, R. F. 239.
GOUX DE FLAIX, LE 197.
GOYLE, A. N. 221.
GRAF, O. 183, 194, 195.
GRANDEAU, L. 22.
GRAS, S. 310.
GRASSI 219.
GRAY, J. D. A. 245.
GRÉGOIRE, A. 274, 275.
GREIFF, W. 207, 217.
GREWINGK 326.
GRIESBACH 221.
GROH, H. 44.
GROLL, E. 45.
GROMAŠEWSKY, L. 216.
GROSS 73, 75, 77, 78.
— E. 228, 229, 242, 249.
GROSSMANN, H. 205.
GROSSOUL-TOLSTOI 348.
GRÜN, R. 183.
GRÜNER, H. 26, 237, 278.
GRÜNHUT, L. 228, 236, 238,
242, 244.
GUILLEMAIN, C. 418.
GÜLL, W. 352.
GÜMBEL, W. v. 206.
GUMBERT, H. 34.
GUTH, F. 232, 233, 249.
- HAAS, J. H. DE 226.
HAASE, L. W. 230.
HABERLANDT, F. 20.
HABS, H. 222, 224.
HAEGERMANN, G. 202.
HAGLUND, E. 95.
HAHN, H. 248.
— M. 209, 210, 224, 252.
— V. v. 161.
HAINES, W. B. 184.
HALDE, I. B. DU 75.
HALET, F. 274, 275.
HALL, A. D. 315, 316.
HALLISSY, J. 273, 320, 321,
322.
HAMBRUCH, P. 70.
HAMER, W. 208.
HAMLYN-HARRIS, R. 220.
HANSEN, P. 218.
HAPKE, FR. 218.
HARDING, E. J. 197.
HARREVELD-LAKO, K. H. VAN
389.
HARRISON, W. H. 386.
HÄRTEL, F. 288, 306.
HARTTUNG, M. 118.
HATSHECK 198.
HAUPT, H. 238.
HAUSDING, A. 95, 127, 128.
HAUSEN, H. 326.
HAUSENDORFF, E. 300.
HAUSMANN 13.
HAYPOINTNER 45.
HAZARD, J. 28, 64, 262, 269,
274, 275, 288, 289, 290,
292, 294, 295, 298, 302.
HEADDEN, P. W. 237.
HECHT, H. 201, 202.
— O. 218.
HEFFTER, A. 237.
HEILBORN, A. 69, 84.
HEILMANN, A. 246.
HEIM 224.
— ARN. 136, 353.
— FR. 136.
HEINE, E. 34.
HEINRICH, R. 22, 263, 296,
297, 298.
HEINS, P. 251.
HEISTER 180.
HELLICH 214.
HELLMANN, H. 32, 301.
HELLRIEGEL, H. 284.
HEMMERLING, V. V. 378, 385.
HENDRICK, J. 273, 316, 317.
HENNEKING, C. 250.
HERCUS, CH. E. 225.
HERMANN 195.
HERTWIG, A. 181.
HERZBERG, A. 229.
HERZOG, H. 58, 61.
HESSE, E. 227.
HESSELMAN, H. 132, 349,
350, 352.
HEUSINGER, C. F. 73.

- HEYD, H. 246.
 HEYKES, K. 273.
 HILGARD, E. W. 263, 272.
 HILGERMANN, R. 214, 248, 252.
 HILL, C. 315.
 HINES, H. J. G. 418.
 HIPPOKRATES 77.
 HIRSCHWALD, I. 185.
 HISSINK, D. J. 131, 328, 390.
 HJELMSÄTER, ROOS AF 120.
 HODGE, F. W. 69, 72, 82, 84, 93.
 HOERING, P. 95, 128.
 HOFFMANN 184.
 — H. 12.
 — H. 123.
 — M. 245.
 — REINH. 205.
 HOFMANN, W. H. 219.
 HOHENSTEIN, V. 273.
 HÖJER, J. A. 226.
 HOLLANDT, FR. 238.
 HÖLLDOBLER 44.
 HOLLSTEIN, W. 271, 273, 276, 301, 418.
 HOLMES, W. H. 84.
 HOLMSTRÖM, L. 351.
 HOLST, J. 226.
 HOLTHUSEN, W. 239, 243.
 HÖNNICKE, G. 214.
 HONSTEDT, W. v. 9.
 HOOPER, D. 77.
 HOPPE, W. 304.
 HORAK, J. 362.
 HORST, H. 118.
 HOVORKA, O. v. 77.
 HRDINA, J. 360.
 HSIEH, C. Y. 389.
 HÜBENER, E. 212.
 HUBER, A. 44.
 HUENE, P. F. v. 263, 306.
 HUEPPE, F. 235.
 HUGHES, D. O. 317.
 HUGI, H. 166.
 HUIDEKOPER, A. L. 387.
 — J. 387.
 HULTIN, S. 149.
 HUMBOLDT, A. v. 73, 74, 78, 79.
 HUME, W. F. 416.
 HUNDESHAGEN 13.
 — F. 183.
 HURLEY, F. 85.
 HÜSER, A. 30.
 HUTTER, F. 417.

 ICHENHÄUSER, E. 198.
 IGEL, H. 121.
 ILERA, A. DE 355.
 ILLJUWIEW, W. P. 383.
 IMHOFF, K. 234, 239, 246.
 INKEY, B. v. 363, 364.
 ISTSCHEREW 376.
 IWANOWA, E. N. 382.
 IWASCHKEWITSCH, B. 388.

 JACCARD, A. 353.
 JACKSON, B. E. 219.
 JACQUOT 310.
 JAHN, R. 305.
 JAKÓ, G. 203.
 JANKOSCHWILL, W. 216.
 JANOTA, R. 356, 357.
 JARILOW, A. 30.
 JASINSKI, H. 339.
 JENNY, H. 273, 354, 400.
 JENTZSCH, A. 280, 418.
 — F. 171.
 JOEL, A. H. 407.
 JOHANNSEN, S. 351.
 JONES, J. O. 317.
 JONESCU, J. 346.
 JORDAN, W. 22, 63.
 JOSEPH, A. F. 416, 417.
 JOYCE, TH. A. 84.
 JURISCH, W. 197.
 JUYNBOLL, H. H. 76.

 KAISER, E. 418.
 KALLENBACH 223.
 KAMINER, S. 229.
 KAMMANN, O. 246, 249, 251.
 KAMPE, R. 140, 144, 163, 165, 176, 185.
 KARIBOW, N. 216.
 KASSINATHA AYYAR, S. 387.
 KAST, H. 197.
 KATHE, H. 221.
 — J. 237.
 KATSCHESKI 348.
 KAUFFMANN, FR. 223.
 KAUSCH, O. 198, 207.
 KAWAKAMI 221.
 KAYSER 183.
 KEILHACK, K. 183, 185, 188, 240, 285.
 KELLER, A. E. 216.
 — B. 379.
 — H. 230.
 KELLNER, O. 123.
 KEMPER, H. 253.
 KEPPELER, G. 95, 97, 99, 105, 110, 111, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 123, 126, 128, 202.
 KERL, B. 202.
 KIEFER, E. 202.
 KIENDL, J. 43, 44, 299.
 KILROE, J. R. 320, 321.
 KINCER, J. B. 410.
 KINGSBOROUGH, LORD 77.
 KIONKA, H. 228.
 KIRCHHOFF, F. 152.
 KIRCHNER, E. 243.
 — M. 218.
 — O. 130.
 KIRK, N. M. 402.
 KIRSCHNER, L. 222.
 KISKER, H. 251.
 KISSKALT, K. 208, 210, 213, 244.

 KISTER, J. 223, 252.
 KITASATO, S. 214.
 KJERULF, TH. 328.
 KLAGES, A. 238.
 KLEEKAMM, M. 44.
 KLEIN, E. 256.
 KLEINLOGEL, A. 183.
 KLEMM, G. 283, 284.
 KLEMP, F. 255.
 KLEMPERER, F. 214, 224, 227.
 — G. 214, 224, 227.
 KLIGLER, J. 212.
 KLOPOTOWSKI, B. A. 381.
 KLUT, H. 228, 229, 230, 231, 236, 237, 238, 240.
 KNAUER, H. 283.
 KNOBEL, E. W. 402.
 KNOBLAUCH, O. 124.
 KNOP, W. 16, 17, 20, 21, 64.
 KNORR, M. 209, 213, 216, 244, 245.
 KNUTH, P. 220.
 KOCH, A. 326.
 — E. 176.
 — J. 211.
 — R. 209, 220.
 KOCHER, A. 224, 227.
 KOEHLER, G. 220, 221, 222, 223.
 KOEHNE, W. 26, 174.
 KOENIG, A. 242.
 — O. 239.
 KOENIGSBERGER, J. 198.
 KOERT, W. 418.
 KÖGLER, F. 140, 166, 180.
 KOHL, H. 201, 202, 203, 204.
 KÖHLER, R. 246, 247.
 KOHLSCHÜTTER, H. 251.
 KÖHN, M. 161.
 KOLB, A. 200, 205.
 KOLKWITZ, R. 247, 248.
 KOLLE, W. 208, 211.
 KÖNIG, J. 246, 248, 250.
 KONOLD, O. 301.
 KOPECKY, J. 262, 287, 352, 356, 357, 358, 362, 363.
 KOPPE, J. G. 8, 9, 15, 20, 21, 30, 39.
 KOPPERS, W. 85, 87, 90.
 KÖPPL, I. 46.
 KÖRNER, B. 144.
 KORTHOFF, G. 221.
 KOSSOWITSCH, A. 250.
 KOVATSCHEFF, J. G. 276.
 KRAEMER-BANNOU, E. 88.
 KRAFFT, G. 19, 21, 23, 24, 29, 31, 49, 50, 64.
 KRÄMER, A. 93.
 KRANTZ, W. 140.
 KRANZ, F. 115.
 KRASHENINIKOW, J. M. 371.
 KRASNOW, A. 375.
 KRATTER, J. 255, 256, 257, 258.
 KRAUS, C. 298.

- KRAUS, R. 208.
 KRAUSS, G. 273, 288, 306.
 KREY, H. 140, 149, 150, 151, 157, 162, 163, 164.
 KRIEGER, M. 74.
 KRIEKEL 60.
 KRING, H. 242.
 KRISCHE, P. 260, 276, 299, 300, 301, 306, 314, 319, 322, 323, 326, 327, 329, 340, 355, 362, 400, 401.
 KRISCHTAFOWITSCH 327.
 KROLIKOWSKI, L. 345.
 KROLL, FR. 248.
 KRONFELD, A. 77.
 KRUL, M. 229.
 KRÜNITZ, I. G. 278.
 KRUSE, W. 229, 236, 241, 244.
 KRÜSMANN, W. 244.
 KRUTZSCH 300.
 KUENEN, W. 211.
 KÜHN, H. 88.
 KÜHNE, K. 238, 239.
 KÜHNEL, R. 207.
 KUHSE, F. 301, 302.
 KÜLZ, L. 79.
 KUNTZE, H. 212.
 KURDJÜMOFF, V. J. 164.
 KURYLOWICZ, B. 345.
 KÜTSCHER, K. H. 247.
 KWINICHIDZE, M. 345.

 LACOUR, H. 246, 250.
 LADRIÈRE 312.
 LAINÈS 214.
 LAMPLUGH, G. W. 320.
 LANG, R. 263.
 LANGBEIN, FR. 248.
 LANGLAIS, G. 313.
 LAPHAM, J. E. 392.
 — M. H. 392.
 LARIN, J. v. 371.
 LARUE, P. 314.
 LASCH, R. 73, 76.
 LASZLÓ, G. 365.
 LAUFER, B. 73.
 LAUR, E. 39, 53, 54, 61, 64.
 LEBEDEV, N. 380, 388.
 LEDRU, P. A. 78.
 LEE, L. L. 401.
 LEHMANN, O. 180.
 — P. 232.
 — W. 84.
 LEHNERT, E. 25.
 LEIBBRANDT, FR. 237.
 LEININGEN, W. Graf zu 330, 333.
 LEISEWITZ, C. 20, 21.
 LEMMERMANN, O. 122.
 LENGERKE, A. v. 26.
 LENTZ, O. 211, 223.
 LENZ, O. 417.
 LEPLA, E. 275.
 LEPLA, A. 174.
 LEVY, E. 245.

 LEVY, ERRELL, L. 83.
 LIATSIKAS, N. 314.
 LICHTHEIM, G. 239.
 LIEBIG, J. v. 17, 22.
 LIEK, E. 225, 226.
 LIESEGANG, R. E. 198, 199, 202, 203.
 LIESKE, R. 122, 217.
 LIFFA, A. 352.
 LILLIG, R. 237, 258.
 LINDEN, H. 212.
 LINDSTRÖM, A. 351.
 LINK, E. 242.
 LINNÉ, O. 257.
 LIPPERT, J. 69, 84.
 LOEFFLER, F. 236.
 LOESENER 214.
 LOESER, C. 189.
 LOEW, O. 229.
 LÖFFNER 122.
 LOHMEYER, E. 174, 180, 181.
 LORANDO, N. 220.
 LORENTZ, FR. H. 257.
 LORENZ, J. R. (v. LIBURNAU) 264, 282, 311, 330, 331, 339.
 LORIE, J. 328.
 LÖSENER, W. 256.
 LOWITZ 78.
 LOWRY, M. W. 402.
 LOZINSKI, W. 273, 339, 346.
 LÜBCKE, W. 171.
 LUBINSKI, H. 221.
 LUCAS 194.
 LÜDKE, H. 211.
 LUEDECKE, C. 243.
 LUGÈON, M. 353.
 LÜHRIG, H. 243, 244, 258.
 LUNDBECK, J. 133, 136.
 LUNDBLAD, K. 351.
 LUNDE, G. 226.
 LÜNING, O. 229, 230, 238.
 LÜTTGEN, G. 197.
 LUTZ, AD. 223.
 — G. A. 223.
 LUXMORE, C. M. 315.

 MAAS, W. 346.
 MAASS, A. 76.
 MACHOW, G. 368, 378, 384, 385.
 MACKENSEN, E. 184.
 MAC TAYLOR, MS. 416.
 MAGENS 180.
 MAKAROW, J. F. 369.
 MALAISE, C. 274.
 MALAK, B. 360.
 MALCOLM, G. L. W. 416, 417.
 MALINOWSKI 85, 86.
 MALLERY, G. 90.
 MALMSTRÖM, C. 132, 263, 351.
 MANIFOLD, C. B. 409.
 MANN, H. H. 77.
 — O. 418.
 MANOUSSAKIS, E. 220.

 MANTEUFFEL, P. 220.
 MANTHEY, P. 237.
 MARBACH, W. 50.
 MARBUT, C. F. 268, 271, 391, 392, 393, 394, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 406, 407, 408, 410, 425.
 MARCANO, V. 197.
 MARMANN, J. 214, 225, 248.
 MARTINI, E. 210, 218, 219.
 MASYRO 378.
 MATTHEI, A. 409.
 MATTHES, W. 255, 257.
 MAUFE, H. B. 320, 416, 417.
 MAXON, E. T. 402.
 MAY, P. 253.
 MAYER, A. 13.
 — M. 216.
 — O. 240.
 — ROB. 339, 362.
 — RUD. 180.
 MC CLENDON 225.
 MC COLLUM, E. V. 227, 230.
 MC HENRY, A. 320.
 MEDING, E. v. 301, 302.
 MEHRTENS 253.
 MEIGEN, W. 77, 78.
 MEINCK, F. 225.
 MEITZEN, A. 13, 63, 279, 280, 299, 300, 340.
 MENSE, C. 216, 220, 245.
 MENTZEL, O. 26.
 MERKATOR 271.
 MERKER, M. 71, 88.
 METZGER, CH. 242.
 MEUGY 310.
 MEULEN, J. B. VAN DER 389.
 MEYER, A. 263.
 — F. A. 252.
 — H. H. 229.
 — J. F. 3.
 — K. F. 216.
 — R. J. 207.
 MEYEREN, G. v. 236.
 MEZGER, H. 235, 246.
 MICHALOWSKAJA, O. N. 387, 388.
 MICHEL, H. 198.
 MICZYNSKI, K. 339.
 MIECZYNSKI, T. 273, 339, 340, 342, 343, 344.
 MIELCK 4.
 MIGGE, L. 246.
 MIGULA, L. 130.
 MIKLASZEWSKI, S. 273, 327, 339, 340, 341.
 MILLER, M. F. 401.
 MINAMISAKI, Y. 215.
 MINSSEN, H. 121, 122.
 MISSIROLI, A. 219.
 MITSCHERLICH, E. A. 1, 30, 31, 39, 40, 285.
 MOHNICKE, O. 76.
 MOHR, E. C. J. 390.
 MOHRMANN, R. 209.

- MOIGNO, F. 197.
 MOLDENHAUER, E. 176.
 MÖLLER, P. 31, 32, 63.
 MOLNÁR, J. 363.
 MOLOTKIN, W. M. 383.
 MONTEIRO, J. L. 220.
 MONTETON, Fh. v. 10.
 MOON, I. W. 204.
 MOREAU, V. 45.
 MOREL-FATIO, A. 75.
 MOROZOW, G. F. 371.
 MOSZEIK, O. 88.
 MOSZICKI, K. 339.
 MOULIN 355.
 MÜHLENS, P. 220.
 MÜLLER, FR. 221.
 — M. 208, 218.
 — P. 181.
 — P. E. 276, 278.
 — P. TH. 256.
 MÜLLER-BRESLAU, H. 140,
 163.
 MULLIS, I. B. 158.
 MÜNICHSDORFER, F. 273, 286,
 287, 306.
 MÜNTZ, A. 197.
 MURGOCI, G. 260, 265, 273,
 275, 286, 333, 342, 346,
 347, 348, 355, 386, 409,
 416, 419, 422.
 MURRAY 269.
 MUSPRATT, I. S. 228.
 MYERS, J. T. 229, 230.

 NABOKICH, A. J. 263, 265,
 347, 348, 370, 375, 376.
 NACHTIGALL, G. 207, 229,
 239.
 NADSON, G. 137.
 NAUMANN, E. 129, 133.
 NEFEDOW, G. F. 370.
 NEHRING, E. 214, 231, 248.
 — K. 183.
 NELLER 213.
 NEUFELD, F. 209.
 NEUHAUSS, R. 68, 71, 85, 86,
 92.
 NEUMANN, R. O. 216.
 NEUSTRUJEV, JN. 380.
 NEUSTRUJEFF, S. S. 368, 371,
 382.
 NEUY, H. 252.
 NEULANDS, G. 273, 316, 317.
 NEWMAN, L. J. 315.
 NICOLAS 222.
 NIETHAMMER, A. 238.
 NIKITIN, V. 327, 368, 371,
 378.
 NIKLAS, H. I, 26, 42, 43, 44,
 48, 298, 299.
 NIVOIT 310.
 NOCHT, B. 219.
 NOLTE, E. 241.
 — O. 204.
 NOMITSU, T. 229.

 NÖMMIK, A. 306.
 NOORDEN, C. v. 227.
 NORRIS, V. 387.
 NOVÁK, V. 273, 357, 359, 360,
 361, 362.
 NOWACKI, A. 28.

 OBERHOLZER, J. 353.
 OBERMAIER, H. 88, 90.
 OCHSENIUS, C. 197.
 ODÉN, Sv. 114, 119, 161.
 OFFENBERG, L. 45.
 OGÉRIEN 311.
 OGG, W. 273, 316, 317.
 OHLMÜLLER, W. 222, 227,
 230, 231, 236, 244.
 OLIVIERA, E. P. DE 409.
 OLSSON, J. 160.
 OMPTEDA, L. v. 13.
 OPITZ, K. 227, 230.
 OPPERMAN, A. 273, 278.
 ORTH, A. 26, 263, 277, 280,
 281, 283, 284, 285, 289,
 301, 339.
 OSIANDER, F. B. 73.
 OST, H. 197, 198, 200, 201,
 202, 205, 207.
 OSTENDORFF, E. 262, 301,
 303, 422, 425.
 OSTERMAYER, A. 55.
 OSTRUP, E. 134.
 OSTWALD, W. 384.
 — Wo. 114, 117, 119.
 OTOTZKI, P. 368, 375.
 OTTO, G. F. 216.
 — K. 237.
 — R. 220, 221, 233.

 PABST, H. W. II, 15, 21, 39,
 59.
 PADEN, W. R. 237.
 PANKOW, A. M. 348, 368, 382,
 383.
 PARKINSON, R. 94.
 PASSARGE, S. 67, 130, 131,
 417.
 PATIN, Ch. 128.
 PATRICK, A. L. 401.
 PAUL, H. 116.
 PAWLOW, E. 383.
 PAWOLLEK, K. 234.
 PELLER, G. 219.
 PENCK, A. 55.
 PENDLETON, R. L. 389.
 PENNOCK, D. 198.
 PENROSE, R. 197.
 PESCH, K. L. 245.
 PETERS, FR. 199, 204, 205.
 — W. III.
 PETERSEN, A. 55, 56.
 PETRI, J. 256, 258.
 PETTENKOFER, M. v. 208, 209,
 210.
 PETERSON, K. E. 149.
 PFANNSTIEL, S. A. 21, 23.

 PFEIFFER, R. 208, 210, 224,
 244.
 — Th. 122, 123, 204.
 PFEIL, Graf 74.
 PHILLIPS, S. W. 402.
 PILZ, F. 39.
 PLEYTE, C. M. 73.
 PLINIUS 77.
 PLISCHKE, H. 65, 72, 84.
 PLONSKI, J. W. 344, 345.
 PLOSS, H. 77.
 POELT, H. 44, 48.
 POLLACK, V. 140, 152, 164.
 POLYNOW, B. B. 368, 371,
 380, 387, 388.
 POPP, G. 237, 258.
 — M. 43, 128.
 PORTLOCK, J. E. 321.
 POST, L. v. 350.
 POTONIÉ, H. 99, 134.
 POWERS, St. 74.
 POZDENA, L. 333.
 PRASSOLOV, L. J. 367, 369,
 371, 372, 373, 374, 379,
 380, 383, 385, 386.
 PRAUSNITZ, C. 209, 221, 222,
 244.
 — W. 241.
 PRESCOTT, J. A. 418.
 PRIGGE, R. 211.
 PRINZ, E. 240, 242, 243, 244.
 PROBST, E. 185.
 PRONIEWITSCH, A. P. 380.
 PROSKAUER, B. 258.
 PROTOPOPESCU-PAKE, E. 273,
 347, 348.
 PRÜSS, M. 250.
 PUCHNER, H. I, 95, 196, 199,
 200, 204, 205, 206, 207.
 PUKALL 201, 204.
 PUSCHKAROFF, N. 276.

 QUAST, M. 216.
 QUEDNAU, A. 135.

 RAESTRUP, G. 255.
 RAHM, F. 121.
 RAHNER, R. 216.
 RAISCH, E. 124.
 RAMANN, E. I, 132, 146, 161,
 263, 271, 272, 359, 362,
 384, 388, 391, 394.
 RAMASWAMI SIWAN, M. 386,
 387.
 RAMSAUER, B. 273, 330, 331,
 333, 337, 339.
 RASMUSSEN, K. 88.
 RASSFELD, L. 213.
 REDETZKY, H. 209, 210.
 REDLICH, K. A. 140, 144,
 163, 165, 176, 185.
 REHFUES, Ph. I. v. 93.
 REICHENBACH, H. 209, 229,
 230, 254.

- REICHLÉ, C. 238, 242, 249, 250, 254.
 — K. 217, 227, 229, 230, 236, 239, 240, 244, 245.
 REIHER, H. 124.
 REIMERS, J. 257.
 REIS, O. M. 286.
 REMY, E. 231.
 — TH. 40, 41.
 RENARD 269.
 RÉSAL, J. 157.
 REUSCH, H. 328, 329.
 RIBAKOW, M. M. 382.
 RIBBE, C. 88.
 RICCA-ROSELLINI, G. 322.
 RICHERT, G. 240, 242.
 RICHTHOFEN, F. v. 261, 269, 270, 408.
 RIEDEL, I. G. F. 78.
 RIEGLER, G. v. 229.
 RIGG, T. 315.
 RIMPAU, W. 221.
 RINNE, F. 185, 186.
 RITTER, C. 74.
 ROBINSON, G. W. 273, 314, 315, 316, 317, 319.
 ROCHA-LIMA, M. DA 219.
 ROBERTUS-JAGETZOW, I. A.
 ROESE, C. 230.
 ROHRBACH, C. 261, 269, 270, 408.
 ROLOFF, P. 180.
 ROSENBUSCH, H. 186.
 ROST 110.
 ROSZAHEGYI, v. 258.
 ROTHKEGEL, W. 4, 6, 34, 38, 46, 47, 56, 58, 61, 62.
 ROYEN, S. J. 327.
 RÜBENCAMP, R. 205, 206.
 RÜBENSCHIK, L. 247.
 RUBNER, M. 217, 227, 228, 229, 236, 245, 247, 249, 251, 252, 253, 254, 255.
 RUDDER, B. DE 210.
 RUGE, R. 218, 219, 220.
 RUSCHE, FR. 207.
 RUSCHMANN, G. 245.
 RUSCSU 346.
 RUSSELL, E. J. 315, 316, 418.
 RUSSWURM 242.
 RZIHA, FR. v. 143.

 SACC 197.
 SACHAROW, S. A. 368.
 SAFFORD, W. E. 91.
 SAGAVE, B. 56.
 SAHAGUN 77.
 SAIDEL, TH. 348.
 SALING, TH. 223.
 SALMININ, A. 309.
 SALOMON-CALVI, W. 198.
 SALUS, G. 210.
 SAMPSON, G. 321.
 SANDER, Z. v. 228.
 SANDERS, M. 387.

 SANDOR, A. 324.
 SAPPER, K. 408.
 SARDJITO, M. 222.
 SAUER, A. 287.
 SAUERBORN, E. 245.
 SAVITZKIJ, P. N. 362.
 SAWWINOFF, N. J. 381.
 SCHACHTZABEL, A. 81.
 SCHAD, G. 212, 244.
 SCHADRINA 378.
 SCHAECHÉ, H. 212.
 SCHAFFERNACK, F. 157.
 SCHÄFER, R. 207.
 SCHANDER, R. 223.
 SCHAPIRO, L. 215, 216, 244.
 SCHARRER, K. 224, 225.
 SCHATTENFROH, K. 48, 49, 56, 57, 61, 63.
 SCHEELHAASE, F. 242, 243.
 SCHEGLOV 368.
 SCHEIDIG, A. 140, 166.
 SCHERMAN, L. 75, 93.
 SCHEU, E. 300.
 SCHILCHER, E. 210.
 SCHILLING, CL. 218.
 SCHJERNING, O. v. 211, 218, 245.
 SCHLACHT, K. 306.
 SCHLECHT, J. 234.
 SCHLEGEL, M. 217.
 SCHLEICHER, F. 166.
 SCHLÜTER, O. 261.
 SCHMALZ, J. F. 8, 9, 15, 21, 39.
 SCHMIDT, ER. 207.
 — E. W. 125.
 — FR. 248.
 — FR. 326.
 — H. 32.
 — J. C. 329.
 — M. 84.
 — V. 234.
 — W. 301.
 — W. 232.
 — W. 85, 87, 90.
 SCHMIDTMANN, A. 249, 250, 254.
 SCHMITT, L. 248.
 SCHNEIDER, A. 20, 21, 42, 45, 46, 50, 51, 52, 56, 59, 63, 64.
 — H. 219.
 — J. 219.
 SCHOCKLITSCH, A. 157, 174, 175.
 SCHÖNLEUTNER, M. 7, 8, 15, 20, 21.
 SCHOOLCRAFT 89.
 SCHOTTLER, W. 30, 286, 287, 306.
 SCHRAMM, E. 202.
 SCHRAUTH, W. 205.
 SCHREIBER, H. 363.
 — K. 247.
 SCHRÖDER, O. 251.

 SCHRÖDER, R. 239.
 — R. v. 115.
 SCHROETER 214.
 SCHRÖTER 40.
 — C. 130.
 SCHUBERT, H. 161.
 — J. 210.
 SCHÜBLER, G. 10, 20, 21.
 SCHUCHT, F. 146, 182.
 SCHÜCK, H. 197.
 SCHÜFFNER, W. 211, 216, 221.
 SCHUHMACHER, K. 258.
 SCHULTZE, L. 83.
 SCHULZE-FORSTER, A. 248.
 SCHURIG, M. 84, 87.
 SCHURTZ, H. 69, 70.
 SCHÜTZ, J. 229.
 SCHWARZ, B. 285.
 — H. 400.
 SCHWEDER, C. H. v. 2, 3.
 SCHWEDLER, I. W. 164.
 SCHWEINFURTH, G. 68, 88.
 SCRIPTURE, E. W. 202.
 SEE, K. v. 301, 302.
 SEGER, H. A. 188, 200, 201, 202.
 SEIFERT, O. 216.
 SEKI, T. 387.
 SELIGO, A. 132.
 SELTER, H. 254.
 SELTZER, W. 401.
 SEMBACH, E. 199, 202, 203, 204.
 SENFT, F. 10, 12, 64.
 SETTEGAST, H. 20, 39, 64.
 SEVILLA, I. v. 208.
 SEYMOUR, H. J. 320.
 SHANTZ, H. L. 268, 409, 410, 425.
 SHAW, C. F. 388.
 SIBIRTZEFF, N. 327, 352, 367, 368, 425.
 SICHARDT, W. 165.
 SIEGRIST, R. 354.
 SIEMIRADZKI 327.
 SIERP, FR. 239, 254.
 SIEVEKING, H. 252, 253.
 SIGLE, H. 155, 159.
 'SIGMOND, A. A. J. v. 366.
 SILBERSCHMIDT, W. 252, 254.
 SIMMONDS, N. 227, 230.
 SIMMONS, J. 220.
 SINGER, F. 202.
 — M. 140.
 SITENSKY, F. 363.
 SKVORTSOW, B. 388.
 SMIT, J. 211.
 SMITH 83, 84, 87.
 — H. F. 220.
 — L. H. 403.
 — R. S. 401, 403, 406.
 — W. G. 316.
 SMOLIK, L. 360.
 SMORODMZEW, I. A. 219.

- SNIJDERS, E. P. 320.
 SNOEK, A. 249.
 SOBERNHEIM, G. 213, 214.
 SOHLMANN, R. 197.
 SOKOLOWSKY, A. N. 378.
 SOMMERFELD 93.
 SOMMERMEIER, L. 131.
 SONN, S. W. 383.
 SPANGENBERG, K. 202.
 SPATER, M. 207.
 SPEISER, F. 91.
 SPERBER, F. 252.
 SPIESS 18.
 SPINDLER, L. A. 216.
 SPIRHANZL, J. 357, 360, 362, 363.
 SPITTA, O. 210, 217, 222, 227, 228, 229, 230, 231, 236, 239, 240, 244, 245.
 SPITZFADEN, G. 224.
 SPRENGEL, G. 10.
 SPRINGER, L. 198, 199, 202.
 SPRINGFELD, A. 241.
 STADNIKOFF, G. 95, 115, 117, 119.
 STANDFUSS, R. 212, 223.
 STAPPENBECK, R. 409.
 STARING, W. C. 327, 328.
 STEBLER 40.
 STEBUTT, A. 273, 325, 326.
 STEDEN, A. 54.
 STEFANINI, G. 416, 417.
 STEFFEN, M. 92.
 STEGER, W. 203.
 STEINEN, K. v. D. 87.
 STEINER, A. 119.
 STEINERT, J. 95.
 STELLA, A. 223.
 STELLER, G. W. 75.
 STELZ 252.
 STEPHAN, E. 88.
 STEPPES, K. 22, 63.
 STERN, O. 180.
 STEVENSON, E. F. 114.
 STICKER, G. 216, 222, 223, 224.
 STILLE, H. 355.
 STINY, J. 140, 141, 164.
 STOCKER, K. 44.
 STOERMER, M. 190.
 STOOF, H. 200.
 STOPPANI, A. 322.
 STORP, R. 301, 302.
 STOW, G. W. 88, 89.
 STRABO 77.
 STRATHING, G. A. 327.
 STRAUB, H. 209.
 STRAUSS, H. 216.
 STRECK, A. 140, 163.
 STREMME, H. I, 259, 260, 269, 270, 273, 289, 296, 300, 301, 305, 306, 325, 386, 410, 425.
 STROBACH 110.
 STROESSE 74.
 STROMER VON REICHENBACH, E. 417.
 STUTZER, A. 122, 125.
 SUCHAT, J. 216.
 SUDECK, G. 16, 28, 29, 63.
 SUESS, F. E. 198.
 SVOBODA, H. v. 44.
 SWELLENGREBEL, N. H. 216.
 SYDENHAM, TH. 308.
 SZABÓ, J. 363, 364.
 SZALLA, J. 251.
 SZASZ, A. 214.
 SZELINSKI, B. 235.
 TACITUS 72.
 TACKE, B. 121, 123.
 TAFEL, A. 77.
 TAMM, O. 263, 273, 350, 351, 352.
 TANFILJEFF, G. 352.
 TANNER, C. 39, 40, 61.
 TARAMELLI, T. 322, 323.
 TARASSOW, S. 221.
 TASCHEMACHER, W. 301, 302, 303, 428.
 TAUTE, M. 220.
 TAYLOR, J. 221.
 TERLIKOWSKI, F. 345.
 TERZAGHI, K. v. 139, 140, 141, 144, 147, 156, 158, 163, 165, 167, 169, 172, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 184, 185.
 THAER, A. v. 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 35, 37, 39, 58, 63, 64, 146, 160, 262, 264.
 THARP, W. E. 403.
 THIELE 32.
 — O. 197.
 THIEM, A. 241.
 THIEME, G. 238, 242.
 — J. 180.
 THIERSCH, J. 221.
 THIESING, H. 251, 252, 253, 254.
 THJOTTA, TH. 222.
 THOMS, G. 25, 64, 326, 370.
 — H. 197.
 THÖRNER, W. 182.
 THUMM, K. 229, 244, 249, 250, 251, 254.
 THÜRACH, H. 287.
 THURNWALD, R. 92.
 TIEDEMANN, B. 138, 171, 176.
 TIETZE, E. 332.
 TILL, A. 260, 268, 273, 284, 332, 333, 339, 347, 370.
 TILLO 367.
 TIMKO, E. 324, 352.
 TJADEN, H. 229.
 TODOROVICS, D. B. 324, 325.
 TONQUE, H. 88.
 TOULA, F. 332.
 TRABUCCO, G. 322.
 TRAUTMANN, A. 218.
 TREITZ, P. 262, 272, 273, 324, 346, 355, 364, 365, 366.
 TRÉNEL, M. 300.
 TRESH 229.
 TROMMER, C. 11, 12, 20, 21, 64.
 TRON, G. 223.
 TRÜMPERER, E. 195.
 TRUNINGER, E. 237.
 TSCHERNYSCHOFF, M. J. 244.
 TSCHUDI, J. v. 77.
 TURK, E. E. DE 403.
 TUXEN, C. F. A. 22, 277.
 UGOLINI, R. 323.
 UHDE, O. 252.
 UHLENHUTH, P. 208, 212, 221, 222.
 ULPIANI, C. 323.
 UNGERER, E. 202, 204.
 UTZSCHNEIDER 32.
 VAGEDES, K. v. 210.
 VAGELER, P. 418.
 VATER, H. 288.
 VICKERS, A. J. 202.
 VILLAR, E. DEL 273, 355.
 VOGT, J. H. L. 133.
 VOLKMAR, FR. 222.
 VOLLMAR, O. 243.
 WAGENKNECHT, W. 243.
 WAGNER, P. 17.
 — W. 300, 306.
 WAGNER-JAUREGG, I. 224.
 WAHL, E. 325.
 WAHNSCHAFFE, F. 26.
 WAITZ, TH. 93, 94.
 WALDVOGL 352.
 WALKHOFF, O. 230.
 WALTER, F. 298.
 WALTHER, J. 418.
 — K. 409.
 WALZ, G. 14, 63.
 WARASI, W. 219.
 WARNOWSKY, L. 216.
 WÄSER, B. 207.
 WASIELEWSKI, TH. v. 218.
 WASMUND, E. 129, 135, 136.
 WATERSTRADT, F. 39, 64.
 WEBER, C. A. 99.
 — R. 199.
 WEGENER, A. 301.
 WEGNER, G. 223.
 WEIBULL, M. 244.
 WEICHHARDT, W. 209, 210.
 WEIGERT, J. 35, 298.
 WEIL 222.
 WEINSCHENK, E. 134.
 WEIS, F. 278.
 WEISSLEIN, H. 49, 50, 57, 61.
 WEITZ, M. 197.
 WELDERT, R. 246, 248.
 WERNER, A. G. 184.
 — H. 18.

- WERTH, E. 300, 301.
 WESELOWSKI, K. S. 367, 370.
 WESENBERG-LUND, G. 130.
 WESTERBERG, N. 163.
 WETZEL, W. 73, 74, 79, 197.
 WEULE, K. 67, 69, 70, 82, 85, 90.
 WEYL, TH. 209, 229, 233, 234, 235, 236, 244, 245, 246, 249, 250, 251, 255, 258.
 WEYRAUCH, R. 237, 240.
 WHITNEY, M. 406.
 WIANCKO, A. T. 403.
 WIEDEL, P. 218.
 WIED-NEUWIED, Prinz MAX VON 69.
 WIEGNER, G. 273, 354.
 WIELANDT 128.
 WIESSMANN, H. 122.
 WILHELMI, J. 216, 253, 254.
 WILKE-DÖRFURT, E. 197.
 WILKEN, G. A. 73.
 WILKINSON, S. B. 320.
 WILLFÜHR, G. 223.
 WILLIAMS, jr. L. L. 219.
 — W. R. 381.
 WILSER, J. 140, 157, 185.
 WISSLER, C. 83.
 WISWANATH, B. 386.
 WITT 122.
 WITTMACK, L. 43.
 WITYN, J. 273, 326.
 WLOCZEWSKI, T. 345.
 WOHLTMANN, F. 26, 32.
 WOLDRICH, J. 330, 363.
 WOLF, A. 117.
 — H. 330, 363.
 — K. 226, 227.
 WÖLFER, TH. 25, 26, 285.
 WOLFF, L. K. 115.
 — W. 273, 285, 286, 304, 306, 399, 400.
 WOLMANN, A. 254.
 WOLSKI, P. 117.
 WOLTER, FR. 209, 210, 234, 235.
 WOLTERS DORF, J. 301, 302.
 WOODS, A. F. 393.
 WORSHAM, W. A. 402.
 WOSKRESSENSKY, M. 382.
 WRIGHT, W. B. 320.
 WÜLFING, E. 186.
 WULSCH, A. 251.
 WUNDSCH, H. 133.
 WYATT, F. A. 407.
 WYSOTZKI, G. N. 370, 376.
 YARILOFF, A. 425.
 YOKOTE, Z. 256.
 YOUNGS, F. O. 404.
 ZAESKE 236.
 ZAHN, C. 246, 247, 249, 250.
 ZAILER, V. 121.
 ZARACHRISTI 197.
 ZAUGG, F. 53.
 ZEISS, H. 222.
 ZEISSLER, J. 213.
 ZELIZKO, I. V. 78.
 ZELLE 79.
 ZELLER 152.
 ZERNOTRUST 381.
 ZERR, G. 205.
 ZHILINSKI 367.
 ZIEGELMAYER, W. 228.
 ZIEGLER 128.
 — P. 157.
 ZIEMANN, H. 217, 218, 219.
 ZIERL, L. 7.
 ZINK, J. 238.
 ZINN, W. 214.
 ZLATOGOROFF, S. J. 256.
 ZOELLNER 203.
 ZOLCINSKI, J. 344.
 ZÖRKENDÖRFER, K. 228.
 ZSCHIMMER, E. 198.
 ZSIGMONDY, R. 114.
 ZUELZER, M. 221.
 ZUNKER, F. 148, 161, 241.
 ZVORYKIN, J. 360.
 ZWICK, W. 220.

Sachverzeichnis.

- Abflußwasser** als Magnesiumlieferant des Trinkwassers 229.
 — Anreicherung des Grundwassers an Sulfaten durch 183.
 — Kohlbreiverfahren zur Reinigung des 128.
 — Reinigung mit Hilfe des Bodens 244f.
 — Torf zur Reinigung der 128.
 — Trinkwassergewinnung aus Flüssen und Einleiten des 241.
Abwasserschlamm, Jodreichtum des 247.
 — zu Düngungszwecken 247, 248.
 — Kompostierung des 248.
Ackerkrume und ihre Bedeutung bei Bodenbonitierung 24.
Afrika, Bodenbestandteile zur Schönheitspflege der Naturvölker in 67f.
 — Bodenkartierung 409 bis 418.
 — Übersichtsbonitierung 416.
agronomisch-geologische Kartierung 20.
 — Bedeutung für Landwirtschaft 285.
 — bei Herstellung der Gutskarten 303.
 — Belgien 274, 275.
 — Bodentaxation und 25, 28, 32, 44.
 — Brasilien 409.
 — Bulgarien 276.
 — Dänemark 277.
 — Deutschland 280f.
 — Finnland 307, 308.
 — Frankreich 309f.
 — Griechenland 314.
 — Italien 322f.
 — Litauen 327.
 — Methoden der Kartendarstellung in der 266.
 — Niederlande 327, 328.
 — Österreich 329f.
agronomisch-geologische Kartierung, Schweiz 352f.
 — Spanien 355.
 — Tschechoslowakei 355f.
 — Ungarn 364f.
agrophysikalische Bodenkartierung 262, 263, 356, 362.
Ägypten, Bilharziosis in 223.
 — Bodenkartierung 416.
 — salpeterführende Bodenarten in 197.
Aktinomykose in ihrer Beziehung zum Boden 217.
Alkalikarbonat, Kohäsionsveränderungen durch 147.
 — als Flußmittel bei der Glasherstellung 196, 198.
 — technische Nutzbarmachung der natürlichen Vorkommen von 198.
älterer Moostorf 101, 102.
 — Druckeinwirkung auf Wasserabfluß aus 117.
 — verschiedener Wassergehalt gegenüber jüngeren Moostorf 105.
 — Verwendung und Verarbeitung des 125—129.
Aluminiumseifen 205.
Ammoniak als Indikator für Verunreinigung des Bodens durch Fäkalien 234, 235.
 — Gewinnung bei der Torfvergasung 127.
 — Lebermudde zur Gewinnung des 99
Anatolien, Bodenkartierung 386.
Anguillulosis in ihrer Beziehung zum Boden 216.
Ankylostomiasis in ihrer Beziehung zum Boden 214f.
Anopheles, Abhängigkeit von der Reaktion 219.
 — Bodenmelioration zur Bekämpfung von 218.
Arsen, Frage nach der Herkunft in exhumierten Leichen 258.
 — in Mineralquellen 237.
Asbeststeine als Kunststeine 190.
Aschendüngung, Anbaukulturen der Naturvölker und 92.
Asien, Bodenkartierung 385 bis 390.
Asphalt als Verbindungsbaustoff 195.
Asphaltbeton 194, 195.
Asphaltbindemittel, Kieselgur als 134.
Asphaltsteine als Kunststeine 190.
Ausrollgrenze zur bautechnischen Bodenuntersuchung 164.
Australien, Bodenkartierung 418.
Backtorf 98, 112.
Baugrund, Druckverteilung im 166.
 — Gytija als 136.
 — Sapropel als 136.
 — Wirkung des Grundwassers auf 172f.
Baumaterial vgl. Baustoffe.
 — Beton als 194, 195.
 — Kies als 135.
 — Sand als 135f.
 — Seeböden als Lieferanten von 135f.
 — Torf als 124.
 — Ufersand als 135.
 — Verwendung des Bodens und seiner Bestandteile bei den Naturvölkern als 80f.
Baustoffe, Bedeutung des Bodens im Wirtschaftsleben der Völker als 79—83, 138, 139.
 — Einteilung 185.
 — Hilfs- 194, 195.
 — keramische Produkte als 201.
 — künstliche Gesteine als 186f.
 — natürliche Gesteine als 185, 186.
 — Verbindungs- 191—194.

- Baustoffkunde 185—196.
 Bauwesen, Bedeutung des Bodens im 138—207.
 — Bodenuntersuchungen als notwendige Grundlage des 139.
 — Erdbau als Teil des 141 bis 164.
 — Grundbau als Teil des 164—183.
 — Seeböden in ihrer Bedeutung für 136, 137.
 Bayern, Bodenkartierung 287, 298, 299.
 — Flurbereinigungskarte 299.
 — Schlammfieberauftreten in 221.
 Belgien, Bodenkartierung 274, 275.
 Bentonit 204.
 Benetzungswärme, Bodenklassifikation auf Grund der 31.
 Bergbau 183, 184.
 Bergfeuchtigkeit, Bedeutung für Erdbau 142.
 Bergmehl als eßbare Erde 74, 79, 133.
 — Diatomeengyttja als 133.
 Bessarabien, Bodenkartierung 348, 349.
 Beton als Baumaterial 194, 195.
 — Grundwasser und 183.
 — Kieselgur zur Herstellung des 134.
 — Salzeinwirkung auf 182, 183.
 — Zuschläge für die Bereitung des 194, 195.
 betonfeindliche Stoffe 182.
 Bilharziosis 223.
 biologische Bodeneigenschaften, Bodenbonitierung nach 45.
 biologische Abwasserreinigungsverfahren 244—251.
 Blauerde vgl. Vivianit.
 Blei im Trinkwasser 237.
 — Verwendung bei Glasherstellung 196.
 Bleicherden im technischen Sinne 204.
 Boden als Genußmittel 73 bis 79.
 — als Heilmittel 73—79.
 — als Lagerstätte von Edelmetallen 207.
 — als Nahrungsmittel 73 bis 79.
 — Bedeutung im Bauwesen 138—207.
 — Begriffsbestimmung in technischer Hinsicht 138.
 Boden, Hygiene in ihren Beziehungen zum 207 bis 258.
 — Krankheitserreger in ihren Beziehungen zum 211f.
 — Selbstreinigungskraft des 231f.
 — technische Ausnutzung bei den Naturvölkern 65 bis 95.
 — Verwendung in der Schönheitspflege 67—73.
 Bodenabsorption, Bodenbonitierung und 17.
 — Unfruchtbarkeit der Serpentinböden trotz hoher 18.
 Bodenarten, Belastungsproben bei verschiedenen 181.
 — Leichenzersetzung in Abhängigkeit von 255.
 — Malaria und 217.
 — wasserbautechnisch gefährliche 146.
 Bodenartenkartierung, Afrika 410f.
 — Anatolien 386.
 — Asien 385—390.
 — Bayern 287, 298, 299.
 — Belgien 274, 275.
 — Bessarabien 348, 349.
 — Bulgarien 276.
 — China 389.
 — Dänemark 277.
 — Danzig 426.
 — Deutschland 299.
 — Erde 269.
 — Estland 306, 307.
 — Europa 271—273.
 — Finnland 307—309.
 — Frankreich 309—314.
 — Großbritannien 314 bis 319.
 — Hessen 300.
 — Irland 322.
 — Japan 387.
 — Kanada 407, 408.
 — Kleinasien 386.
 — Krim 383.
 — Lettland 326.
 — Litauen 327.
 — Mittelamerika 408.
 — Niederlande 328.
 — Österreich 330f.
 — Polen 339f.
 — Preußen 279, 280, 299, 305.
 — Rußland 372f.
 — Sachsen 288f., 306.
 — Schweden 350f.
 — Spanien 355.
 — Thüringen 304, 305.
 — Tschechoslowakei 356f.
 — Tunis 417.
 — Ungarn 363f.
 Bodenartenkartierung, Unterschied von Bodentypenkartierung 420, 421.
 — Vereinigte Staaten von Amerika 391f.
 — Württemberg 287, 288.
 Bodenbegehung als Grundlage der Bodenbonitierung 2.
 Bodenberegnung mit Abwässern 251.
 Bodenbeschaffenheit, Choleravibrionen und 211.
 — Erträge als Maßstab für 18.
 — Fieberkrankheiten und 217.
 — Leichenzersetzungen und 255.
 — menschliche Krankheiten im Zusammenhang mit 207—220.
 Bodenbeurteilung, Bodenbonitierung und Momente der 15, 19, 21, 23, 27, 29, 33, 37, 39, 52, 301f.
 — Bodenkartierung und Momente der 265—267, 291, 301f., 307, 317, 334, 342, 356, 369f., 377, 394f. 421.
 — Unterscheidung von Bodeneinschätzung 40.
 — Wichtigkeit für Bauwesen 139.
 Bodenbonitierung, Ackerkrume in ihrer Bedeutung für 24.
 — agronomisch-geologische Kartierung und 25, 28, 32, 44.
 — auf Grund der Bodenkonstituenten 4, 5, 7—10, 17, 25, 30.
 — auf Grund der Fruchtarten 5, 11, 47, 51.
 — auf naturwissenschaftlicher Grundlage 1—64.
 — Bearbeitbarkeit als Grundlage der 4.
 — Bedeutung des Schätzungsrahmens für 58.
 — biologische Bodeneigenschaften in ihrer Bedeutung für 45.
 — Bodenabsorption zur 17, 22.
 — Bodenbegehung als Grundlage der 2.
 — Bodenbeurteilungsmomente zur 15, 19, 21, 23, 27, 29, 33, 37, 39, 52, 301f.
 — Bodenklassifikation und 4f.
 — Bodenklima und seine Bedeutung für 51.

- Bodenbonitierung, Bodentiefe und 4, 31.
- Bodenuntersuchung in ihrer Bedeutung für 40, 41.
- chemische Bodenbeschaffenheit und 4f., 16, 17, 25, 27, 57.
- Feststellung des Nährstoffkapitals zur 27, 28.
- Geldwertveranschlagung zur 3, 10, 45.
- geschichtliche Entwicklung 1f., 62, 63.
- Grundwasser in seiner Bedeutung bei 36, 37.
- Inklination und Exposition in ihrer Bedeutung für 19, 31, 50.
- Klima als Grundlage zur 14, 36, 41, 49, 51, 57.
- Kolloidgehalt der Böden und 51.
- mechanische Bodenanalyse in ihrer Geeignetheit für 31, 35, 51.
- Musterbetrieb als Grundlage der 58.
- nach Kleefähigkeit 7, 8, 51.
- Notwendigkeit der Probenahme bei 3, 27.
- Oberflächengestaltung und 19, 21, 31, 49, 50.
- ökonomische Bodenklassifikation und 5.
- physikalische Beschaffenheit der Böden als Grundlage für 12, 26, 30, 31, 51, 297, 298.
- Produktionsfähigkeit der Böden als Grundlage der 3, 11, 22, 32.
- Punktiersysteme bei 19, 21, 39, 48—50, 57, 60, 61f., 301.
- Reinertrag als Grundlage für 8, 27—29, 32, 41.
- Roggenwert als Grundlage der 8, 9.
- Rothertrag und 27, 28, 32, 41.
- Taxation und 4.
- Untergrundberücksichtigung bei 3, 24, 30, 31, 51.
- von Afrika 416.
- Wasserführung des Bodens in ihrer Bedeutung für 30, 31, 34, 36.
- Werttheorien der 53.
- wildwachsende Pflanzen zur 10, 12, 39, 43.
- Bodeneinschätzung, Unterscheidung von Bodenbeurteilung 40.
- Bodenfarbe, Beziehungen zwischen Verwitterung, Klima und 390.
- bodenholde Pflanzen 12, 51.
- Bodenkartierung 259—428.
- agronomisch-geologische, vgl. agronomisch-geologische Bodenkartierung.
- agrophysikalische 262.
- Allgemeines über 259, 260.
- Anzahl der Bohrungen zwecks 286.
- auf dynamisch-geographischer Grundlage 261.
- auf geologischer Grundlage 259, 263, 264.
- auf Grund der Agrarstatistik 298, 299.
- auf Grund der Bodentypen 259, 266, 267, 301 bis 306.
- auf Grund historischer Siedlungsforschungen 261.
- Bedeutung für Siedlung 425.
- Bodenbeurteilungsmomente zur Herstellung der 265—267, 291, 301f., 307, 317, 334, 342, 356, 369f., 377, 394f., 421.
- bodenmorphologische Aufnahmen für 264, 265.
- Bodenreaktion und 263.
- Bodenskelett als Grundlage für 384.
- Bodentextur als Grundlage zur 394.
- chemische Bodenbeschaffenheit und 263, 281f., 331f., 356, 363.
- der Bodenarten vgl. Bodenartenkartierung.
- der Bodentypen vgl. Bodentypenkartierung.
- der Erde 269—271.
- Frage nach dem gegenwärtigen Stand und der Zukunft der 419—428.
- geognostisch-agronomische 281f.
- Humusgehalt als Grundlage für 376.
- hydrologische Grundlagen der 263.
- Kalkgehalt des Bodens und 263, 288, 335.
- Klimafaktoren als Grundlage der 263.
- mechanische Bodenbeschaffenheit und 262, 263, 282f., 307, 311f., 357, 363, 387.
- Methoden der Kartenaufnahmen bei der 260—265.
- Bodenkartierung, Methoden der Kartendarstellung bei der 265—269, 421f.
- Methodik der russischen 369—372.
- Nährstoffgehalt des Bodens und 263, 288, 296f., 312.
- Notwendigkeit der Herstellung der 419, 420.
- pflanzenbauliche Feststellungen als Grundlage der 262, 288, 300, 330f., 347, 410—416.
- pflanzengeographische Feststellungen als Grundlage der 262.
- physikalische Bodenbeschaffenheit und 262, 263, 287, 297, 298, 307, 331f., 356.
- praktische 268, 269.
- Profiluntersuchungen zur 265, 267, 282f., 301f., 377f.
- Salzgehalt der Böden als Grundlage für 366.
- theoretische 268, 269.
- Tierlöcher als Grundlage für 376.
- Unterschied gegenüber geologischer Kartierung 259.
- von Feldversuchen 265, 267, 285, 301f.
- Waldtypen als Hilfsmittel bei der 262.
- wirtschaftlich-statistische 261.
- zweckmäßige Maßstäbe der 265, 267, 287, 358.
- Bodenklassifikation auf geologisch-petrographischer Grundlage 12, 13.
- auf Grund der Benetzungswärme 31.
- Bodenbonitierung und 4f.
- chemisch-physikalisches System 262, 263.
- Gesichtspunkte bei der Aufstellung der 20, 21.
- nach BIRNBAUM 14—16.
- nach BLOCK 9.
- nach FALLOU 12, 13.
- nach FESCA 20.
- nach v. FLOTOW 6, 7.
- nach v. D. GOLTZ 22—24.
- nach HABERLANDT 20.
- nach HAZARD 28.
- nach v. HONSTEDT 9, 10.
- nach KNOP 16, 17.
- nach KOPPE 8.
- nach KRAFFT 19.
- nach MEITZEN 13, 14.
- nach PABST 11.
- nach PFANNSTIEL 21.

- Bodenklassifikation nach
RAMANN 146.
— nach SCHMALZ 8, 9.
— nach SCHÖNLEUTNER 7, 8.
— nach SCHÜBLER 10.
— nach SENFT 10, 11.
— nach SETTEGAST 20.
— nach SPRENGEL 10.
— nach THAER 4—6, 25, 146.
— nach TROMMER 11, 12.
— nach WAGNER 17.
— nach v. WALZ 14.
— ökonomische, vgl. ökonomische Bodenklassifikation.
— Wasserbedarf der Pflanzen als Grundlage der 28.
Bodenklima und Bodenbonitierung 51.
Bodenkonstituenten zur Bodenbonitierung 4, 5, 7 bis 10, 17, 25, 30.
Bodenlehre, PETTENKOFERS lokalistische 208—210.
Bodenlockerung bei den Anbaukulturen der Naturvölker 94.
Bodenmelioration, Seemergel zur 130.
— Strahlenpilzbekämpfung durch 217.
— Ufersand zur 130.
— zur Bekämpfung der Anopheleslarven 218.
Bodenmeliorationskarten 267, 302, 303, 362, 371, 427, 428.
Bodenreaktion, Anopheles und 219.
— Typhusbakterien und 212.
Bodenreaktionskarten 263.
— Dänemark 278.
— in Verbindung mit der Gutskartierung 300.
— Österreich 335f.
— Rußland 385.
— Schweden 352.
Bodenrutschungen als Folge der Senkung des Grundwasserspiegels 144.
— der Seeböden nach Bebauung 136.
— Erforschung der Ursachen in technischer Hinsicht 139, 140.
— Gegenmaßnahmen im Bauwesen gegen 137.
— innere Reibung der Böden und 147f.
— Kohäsion und 147, 148.
— Schubwiderstand der Böden und 149.
— Standfestigkeit der Böden beim Erdbau und 144 bis 158.
Bodenschumpfung, Bedeutung für Erdbau 148.
— Einfluß auf Haltbarkeit der Böschungen 151.
bodenstete Pflanzen 12, 51.
Bodentextur, Bedeutung für Verwendung des Bodens zum Grundbau 165.
— Bodenkartierung nach 394.
Bodentiefe, biologische Reinigung der Abwässer und 247.
— Bodenbonitierung und 4, 5, 31.
— Leichenbestattung und 256.
Bodentypenkartierung vgl. Bodenkartierung, Bodenartenkartierung.
— Afrika 410.
— Anatolien 386.
— Asien 385—390.
— Australien 418.
— Böhmen 359.
— Bulgarien 276.
— Chile 409.
— China 388.
— Dänemark 278.
— Danzig 422f.
— Deutschland 301—306.
— Erde 269—271.
— Estland 306, 307.
— Europa 271—273.
— Finnland 307—309.
— Frankreich 314.
— Großbritannien 314—319.
— Irland 320.
— Italien 323, 324.
— Jugoslawien 325.
— Kanada 407, 408.
— Kleinasien 386.
— Krim 383.
— Litauen 327.
— Mandchurei 388.
— Mongolei 380, 381.
— Norwegen 329.
— Österreich 334f.
— Philippinen 389.
— Preußen 304, 305.
— Polen 339f.
— Rumänien 347f.
— Rußland 372f.
— Sachsen 288, 306.
— Schweden 350f.
— Schweiz 354.
— Spanien 355.
— Sudan 417.
— Thüringen 304, 305.
— Transbaikalien 379, 380.
— Tschechoslowakei 360f.
— Ungarn 365f.
— Unterschied von Bodenartenkartierung 420, 421.
— Vereinigte Staaten von Amerika 391f.
Bodenuntersuchung, Bodenbonitierung und 40, 41.
— im Erdbau 158—164.
— in der Hygiene 208f.
bodenvage Pflanzen 12, 51.
Bodenverseuchung 233—235.
Bodenzonen, flächenhafte Verbreitung in Rußland 373.
Böhmen, Bodenkartierung 359.
— Übersichtskarte 362.
Bohrungen, Anzahl zwecks Bodenkartenanfertigung 286, 357.
— zur Probeentnahme bei bautechnischen Untersuchungen 159, 160.
Bolus, roter 206.
— Verwendung als Farbe bei Naturvölkern 69.
Bonitierung 1—64.
— der Weiden 6, 8, 9, 24, 29, 30, 38, 42, 43, 45, 52, 59.
— der Wiesen 7, 11, 23, 24, 38, 40, 42, 43, 48, 52, 55, 59.
Bonitierungssysteme, Arten der 21.
Böschungen, Berechnung der Standfestigkeit der 149f.
— Einschnitts-, vgl. Einschnittsböschung.
— Vorgang der Rutschung von 151, 152.
Botulismus in seiner Beziehung zum Boden 216, 217.
Brandkultur bei den Anbaukulturen der Naturvölker 92.
Brasilien, Bodenkartierung 409.
— Waldkarten 409.
Breitorfarten 109.
Brennfarbe der Tone 36.
— Einteilung der Tone auf Grund der 188, 201.
— keramische Produkte in ihrer Abhängigkeit von 200, 201.
Brenntorf 125, 126.
— älterer Moostorf als 102.
— Dauer der Gewinnung des 116.
— Gewinnungsarten des 109.
— Heizwert 126.
— praktisch wichtige Eigenschaften des 126.
— Verwendung durch Elektrizitätswerke 126.
BROSOWSKISCHE Stechmaschine 110.
Bulgarien, Bodenkartierung 275, 276.

- Charakalk als Düngemittel 130.
chemische Bodenbeschaffenheit, Bodenbonitierung auf Grund der 4, 16, 17, 25, 27, 57.
— Bodenkartierung auf Grund der 263, 281f., 331f., 356, 363.
China, Bilharziosis in 223.
— Bodenkartierung 388, 389.
Chloride im Trinkwasser 231.
Cholera in ihrer Beziehung zum Boden 211, 212.
- Dammschüttungen auf Gyttaablagerungen 156.
— Bodenrutschung und 144f., 152f.
— in Mooren 156.
— Untergrund im Einfluß auf Standfestigkeit der 156.
- Dänemark, Bodenkartierung 276—278.
— Waldtypenkartierung 278.
- Danzig, Bodenkartierung 422 bis 425.
— Zusammenhang zwischen Kulturpflanzen und den Bodentypen in 423, 424.
- Darmbakterien in ihren Beziehungen zum Boden 211, 212.
- Deiche, Anlage 156, 157.
— Böschungsrutschung bei 157.
- Deutschland, agronomische Kartierung von 280f.
— Bodenartenkartierung 299.
— Bodenkartierung 278 bis 306.
— Bodentypenkartierung 301—306.
— Bodenübersichtskarten 279, 280.
— Forstkartierung 292f., 295, 304, 305.
— geschichtliche Entwicklung der Bodenkartierung in 278f.
— Übersichtskarte der Bodentypen von 306.
- Diatomeenerde vgl. Kieselgur.
— als eßbare Erde 75, 78, 133.
— kalzinierte 134.
— technische Verwertbarkeit 134, 196, 197, 205.
- Düngung, Anbaukulturen der Naturvölker und 92f.
— Charakalkverwendung zur 130.
- Düngung, Einfluß auf Veränderung des Bodentypus 302.
Dynamitherstellung 197.
- Eingeweidewürmer der Menschen in ihrer Beziehung zum Boden 216.
- Einschnittböschung, Berechnung der Standfestigkeit der 149f.
— Bodenrutschungen und 144f.
— Neigung in Abhängigkeit von Einschnittstiefe 149.
- Eisen als färbendes Agens der Tone beim Brennen 200.
— Trinkwasser und 231.
— Permutite zur Reinigung des Wassers von 200.
- Eisenoxyd als Zusatz zur Streichhölzerzündmasse 197.
— Glasfärbung durch 196, 198.
- Eisenphosphat zur Körperbemalung 70; vgl. Vivianit.
- Eisenportlandzement 194.
- Elektroendosmose zur Herabminderung der Wasserbindung im Torf 120.
- Elektrolyte zur Herabminderung der Wasserbindung des Torfes 119.
- Elektrotechnik, Steatiterzeugnisse zur Verwendung in der 203.
— Verwendung des Karborundums in der 199.
- Email, Kennzeichnung 204.
— Rohstoffe zur Herstellung der 204.
- Entwässerung der Moore 103 bis 108.
— des Torfes unter Druck 116f.
— zur Verbesserung der hygienischen Verhältnisse 217f.
- Erdbau 141—164.
— Bodenuntersuchungen bei 158—164.
— Einteilung der Bodenarten im 142, 143, 146.
- Erde, Bodenkartierung 269 bis 271.
Erdessen 73—79.
Erdfarben 206.
— in der Kunst der Naturvölker 88f.
— Schutz vor klimatischen Einwirkungen durch Körperbemalung mit 73f.
— Verwendung bei Naturvölkern 69f., 88f.
- Erzement 194.
eßbare Erden 73—79, 133.
— Bergmehl als 74, 79.
— Steinbutter als 74, 76.
— Zusammensetzung 78.
- Estland, Bodenkartierung 306, 307, 370.
- Europa, Bodenkartierung 271 bis 273.
— Kartierung der Bodenarten 272.
- Exkreme und ihre Beseitigung mit Hilfe des Bodens 244f.
- Exposition und Bodenbonitierung 19, 31, 50.
- Fäkalien, Anbaukulturen der Naturvölker und Düngung mit 93.
— Beseitigung mit Hilfe des Bodens 244f.
— Bodenverseuchung durch 234.
— Unterbindung der Wurmkrankheiten durch Beseitigung der 215.
- Fangschlamm als Heilmittel 79, 137.
- Farbstoffe, Boden als Lieferant der 206, 207.
— Verwendung des Bodens bei Naturvölkern zur Herstellung der 69f.
- Fehnkultur 98.
- Feldspat als Bindemittel zur Schleifmittelherstellung 199.
— als Flußmittel beim Brennen der Tone 202, 204.
— zur Segerkegelanfertigung 202.
- Feldtorftrocknung 113—116.
— Ergebnis der 115, 116.
— Verlauf der 113, 114.
- Fette, Entfärbung durch Silikate 204.
— zur Salbenherstellung bei Naturvölkern 67.
- fette Tone, technische Verwertbarkeit 200.
— Zusatz von Magerungsmitteln beim Brennen der 189.
- feuerfeste Tone, Brenntemperatur zur Kennzeichnung der 204.
— Eigenschaften 187.
— technische Verwendbarkeit 188, 204.
- Feuersteine zur Glasherstellung 196.
- Feuerwerkskörper, Nitrate zur Herstellung der 197.

- Feuerwerkskörper, Schwarzpulver zur Herstellung der 197.
- Fieberkrankheiten in ihren Beziehungen zum Boden 217—220.
- Finnland, agronomisch-geologische Kartierung 307, 308.
- Bodenkartierung 307 bis 309.
- Kartierung der See-Erzvorkommen in 308.
- Fischerei in Abhängigkeit von Seebodenbeschaffenheit 132.
- Fließgrenze zur bautechnischen Bodenuntersuchung 164.
- Flottelehne als wasserbautechnisch gefährliche Böden 146.
- Flottsande als wasserbautechnisch gefährliche Böden 146.
- Flurbereinigungskarte 299.
- Flußmittel bei der Emailherstellung 204.
- bei der Glasherstellung 196.
- zum Brennen der Tone 189.
- Flußwasser zur Nutzung als Trinkwasser 238f.
- Forstkartierung 292f., 295, 304, 305, 345, 346, 371.
- Forstwirtschaft, Binnengewässerablagerungen in ihrer Bedeutung für 131, 132.
- Frankreich, agronomisch-geologische Kartierung von 309f.
- Bodenkartierung 309 bis 314.
- Frost, Bedeutung für Straßenbau 158.
- Ton in seinem Verhalten bei 157, 158.
- Gartenbau, Schwemmtorfverwendung im 130.
- Verwendung des jüngeren Moostorfes im 124.
- Gasödeme in ihren Beziehungen zum Boden 212, 213.
- gelbes Fieber in seinen Beziehungen zum Boden 219, 220.
- geognostisch-agronomische Kartierung 281f.
- geologische Karten, Unterschied gegenüber Bodenkarten 259.
- geologische Karten, Untersuchungen im Baugelände an Hand der 158, 159.
- geologisch-petrographische Beschaffenheit, Bodenbonitierung und 42, 43.
- Bodenklassifikation und 12, 13.
- Kartierung der Böden und vgl. agronomisch geologische Kartierung.
- Geophagie 73—79.
- Malaria und 73.
- Gestein vgl. Kunststeine.
- Ermittlung der Frostbeständigkeit der 186.
- Einteilung in bezug auf die Gewinnungsfestigkeit 184.
- Festigkeitsprüfungen der 186.
- Gewinnungsfestigkeit der 183, 184.
- in seiner Verwendbarkeit als Baustoff 185, 186.
- Prüfung der Abnutzbarkeit der 186.
- Wasseraufnahmefähigkeit der 186.
- Zähigkeitsermittlung der 186.
- Gewerbe, Bedeutung des Bodens für 196—207.
- Wasserbeschaffenheit in ihrer Bedeutung für 229.
- giftige Mineralstoffe im unterirdischen Wasser 237, 238.
- Gips als Erdfarbe 206.
- als Flußmittel beim Brennen der Tone 189.
- als Zusatz zur Streichhölzerzündmasse 197.
- Einwirkung auf Beton 182.
- zur Herstellung der Luftmörtelbereitung 191, 192.
- zur Körperbemalung bei Naturvölkern 69.
- Gipsbeton 194.
- Gipskunststeine 190.
- Glas als Hilfsbaustoff 195, 196.
- Färbemittel des 196, 198.
- Flußmittel bei der Herstellung der 196.
- Läuterungsmittel bei der Herstellung der 198.
- Qualität in Abhängigkeit von Sandbeschaffenheit 196, 198.
- zur Anfertigung der Schleifpapiere 199.
- zur Herstellung künstlicher Schmucksteine 199.
- Glas, Zusammensetzung verschiedener Arten 195, 196.
- Glassteine als Kunststeine 190.
- Glasuren der Tonwaren 204.
- Grabstock 66, 94.
- Grabtiefe bei Leichenbestattungen 256.
- Griechenland, Bodenkartierung 314.
- Grobtorfarten 109.
- Großbritannien, Bodenkartierung 314—319.
- Grundbau 164—183.
- Bodenuntersuchungen im 176—183.
- Definition 164.
- Probelastungen bei 179f.
- Vorrichtungen zur Belastungsprüfung bei 180.
- Gründung, Anbaukulturen der Naturvölker und 93.
- Grundwasser, Baugrund und Wirkung des 172f.
- Beton und Schwefelsäuregehalt des 183.
- Bodenbonitierung und 36, 37.
- Schubwiderstand der Böden und 144.
- Überschwemmungen in ihrem Einfluß auf Beschaffenheit des 241, 242.
- uferfiltriertes 240f.
- Verschleppung von Krankheitskeimen durch Leichen und 256.
- zur Trinkwasserversorgung 239f.
- Grundwassererzeugung, künstliche 242—244.
- Grundwasserspiegel, Bodenrutschungen als Folge der Senkung des 144.
- Guano, Anbaukulturen der Naturvölker und 92, 93.
- Gußasphalt 195.
- Gußbeton 194.
- Gutskartierung 267, 281, 289f., 295, 296, 301f.
- Beurteilungsmomente bei der 301.
- in Verbindung mit Bodenreaktionskarten 300.
- Polen 339.
- Rußland 378f.
- Gyttja als Baugrund 136.
- Dammschüttungen auf 156.
- Fischlaichentwicklung und 132.
- Ölgewinnung aus 134.

- Hackkultur**, Anbaukulturen der Naturvölker und 66, 94.
- Hakenwurmkrankheit** in seiner Beziehung zum Boden 214 f.
- Hämatit**, Bedeutung in der Kunst der Naturvölker 90.
- Härte des Wassers** 228—230.
— Permutite zur Beseitigung der 200.
- Hartporzellan** 203.
- Heideboden**, Müll zur Urbarmachung des 253.
- Heizmaterial**, Torfmaterial als 102, 125, 126.
- Heizwerte**, älterer Moostorf 102.
— Brenntorf 126.
— jüngerer Moostorf 102.
— Schilftorf 100.
— Torfgas 126.
— Waldtorf 101.
- Hessen**, Bodenkartierung 300.
- Heu**, Weidenbonitierung nach Erträgen an 9, 24.
— Wiesenbonitierung auf Grund der Beschaffenheit des 7, 23, 55.
- Hilfsbaustoffe** 195, 196.
- Hochmoor**, Torfarten des 101 bis 103.
— Vertorfung des 98.
- Hochofenzement** 194.
- Humollatöpfe** 124.
- Humus**, Anbaukulturen der Naturvölker und 93, 94.
— Bodenbonitierung und 6.
— Torf als Ausgangsmaterial für 128.
- Humalsäure** bei der Autoklavenbehandlung des Torfes mit Kalk 128.
- hydraulische Kalke** 192, 193.
— Mörtel 192—194.
- Hygiene**, in ihren Beziehungen zum Boden 207—258.
— Moor in seiner Bedeutung für 69.
— Schlamm in seiner Bedeutung für 69.
— Torfmüllverwendung in der 122.
— Wasserbeschaffenheit in ihrer Bedeutung für 229, 230.
- hygroskopisches Wasser**, Kohäsionsbeeinflussung durch 148.
- Hygroskopizität**, Korngröße und 161.
— Pflanzenwachstum in seinen Beziehungen zu 34, 35.
— Torfstreu 103.
- Inklination** in ihrer Bedeutung für Bodenbonitierung 19, 31, 50.
- innere Reibung** der Böden in ihrer Bedeutung für Bodenrutschungen 147 f.
- Insekten** als Überträger von Fieberkrankheiten 217 bis 224.
— Bodenbestandteile, Schönheitspflege der Naturvölker und 68.
- intermittierende Bodenfiltrierung** 249, 250.
- Irland**, Bodenkartierung 320—322.
- Isoliermittel**, Asphalt als 195.
— Kieselgur als 134.
— Steatit als 203.
— Torfmüll als 124.
- Italien**, agronomisch-geologische Kartierung 322 f.
— Bodenkartierung 322 bis 324.
— Übersichtskarte 323.
- Japan**, Bilharziosis in 223.
— Bodenkartierung 387, 388.
— Schlammfiebertreten in 221.
- Jodmangel** als Ursache des endemischen Kropfes 224 bis 227.
- Jodreichtum** des Abwasserschlammes und der Rieselfelder 247.
- Jugoslawien**, Bodenkartierung 324—326.
— Bodenübersichtskarte 326.
— jüngerer Moostorf 102, 103.
— als „Pflanzenammen“ 124.
— chemische und biologische Verarbeitung 125.
— Druckeinwirkung auf Wasserabfluß aus 117.
— mechanische Verarbeitung 121—124.
— verschiedener Wassergehalt gegenüber älterem Moostorf 105.
— zur Herstellung von Entfärbungskosten 128.
- Kalinitrat** als Fluß- und Oxydationsmittel bei der Emailherstellung 204.
— als Läuterungsmittel bei der Glasfabrikation 198.
— technische Verwendung des im Boden vorkommenden 197.
- Kalk** als Emailbildner 204.
— als Erdfarbe 206.
— als Flußmittel beim Brennen der Tone 189.
- Kalk** als Zusatz zur Streichhölzerzündmasse 197.
— hydraulische 192, 193.
— Kohäsionsveränderungen durch 147.
— Kropfätiologie und 227.
— Portlandzement als Gemisch von Ton und 193.
— Verhalten beim Abbinden des Mörtels 191.
— zur Glasherstellung 196.
— zur Segerkegelanfertigung 202.
- Kalkbeton** 194.
- Kalkmergel** 192.
— zur Herstellung des Portlandzementes 193.
- Kalkmudde** 99.
- Kalksandstein** als Kunststein 190.
- Kalkseifen** 205.
- Kalkspat** zur Glasherstellung 196.
- Kalkstein**, Abhängigkeit der Verwertbarkeit von Beschaffenheit 191.
— zur Glasherstellung 196.
- Kalkstickstoff**, Spyröchätenfieber und Düngung mit 222.
- Kalziumhärte** des Wassers 228.
— Bedeutung in hygienischer Hinsicht 229, 230.
— Verhältnis zur Magnesiumhärte 228.
- Kanada**, Bodenkartierung 407, 408.
— Schlammfiebertreten in 221.
- Kaolin**, keramische Verwendungsmöglichkeit 200, 201.
— Permutitdarstellung aus 205.
— zur Körperbemalung bei Naturvölkern 69.
— zur Schleifmittelherstellung 199.
— zur Segerkegelanfertigung 202.
- Karborund**, Herstellung 199.
— Verwendungsmöglichkeit 199.
- Kautschukindustrie**, Bodenbestandteile in ihrer Bedeutung für 207.
- Keramik** vgl. Töpferei, Tonwaren.
— Bedeutung der Zusammensetzung der Rohstoffe für 200, 202.
— Brenntemperatur in ihrer Bedeutung für 202.
— Kaolin als Ausgangsmaterial 200.

- Keramik, Magerungsmittel in der 200.
 — Ton als Ausgangsprodukt der 200.
 Kies als Baumaterial 135.
 — als Schüttmaterial 155.
 — Gewinnungen limnischen 135.
 — zur Mörtel- und Betonbereitung 194, 195.
 Kiesbeton 194.
 Kieselgur vgl. Diatomeenerde.
 — Geophagie mit 75, 78, 133.
 — technische Verwertbarkeit 134.
 — zur Dynamitherstellung 197.
 — zur Glasherstellung 196.
 — zur Ultramarinherstellung 205.
 Kieselsäure als Emailbildner 204.
 — zur Herstellung von Karborundum 199.
 — zur Segerkegelherstellung 202.
 Klärschlamm und seine Verwendung zu Düngezwecken 254.
 Kleinasien, Bodenkartierung 386.
 — salpeterführende Bodenarten in 197.
 Klima als Grundlage zur Bodenbonitierung 14, 36, 41, 49, 51, 57.
 — Beziehungen zwischen Verwitterung, Bodenfarbe und 390.
 — Bodenkartierung nach Faktoren des 263.
 Knettorf 109f.
 Knettorfarten 109.
 Kohäsion, Alkalikarbonat in seiner Wirkung auf 147.
 — Bedeutung für Erdbau 147.
 — hygroskopisches Wasser in Einfluß auf 148.
 — Kalk in seiner Wirkung auf 147.
 — Unterscheidung zwischen „echter“ und „scheinbarer“ 147, 148.
 Kohle zur Karborundherstellung 199.
 Kolloide, Bodenbonitierung und Gehalt an 51.
 — Torfhumus als 97.
 — technische Verwendbarkeit der Boden 200, 204.
 Königsberger Dom 173, Abb.
 — Senkung infolge fehlender Fahlroste 171.
 Königsberger Dom, Senkungstiefe des 172.
 Korallenkalke zur Herstellung weißer Farben bei Naturvölkern 70.
 Korksteine als Kunststeine 190.
 Korngröße als Grundlage der Bodenbonitierung 35.
 — Bedeutung für die Zuschläge bei Mörtel- und Betonherstellung 195.
 — Hygroskopizität und 161.
 — intermittierende Bodenfilterung und 249.
 Kraterzement 194.
 Kreide, Geophagie mit 76.
 — zur Glasherstellung 196.
 — zur Herstellung der Streichhölzerzündmasse 197.
 — zur Körperbemalung bei Naturvölkern 69.
 — zur Kunstkorseifenherstellung 205.
 Krim, Bodenkartierung 383, 384.
 Kropfhäufigkeit, Jodgehalt des Wassers und 226.
 — Kretinismus, Jod und 224, 225.
 — Radioaktivität und 227.
 Kulturpflanzen als Grundlage der Bodenkartierung 262, 288, 300, 330f., 347, 410—416.
 — Anbau durch Naturvölker 91f.
 — Bodenbonitierung nach 5, 11, 47, 51.
 — Bodenklassifikation auf Grund des Wasserbedarfs der 28.
 Kunstkorseife 205.
 künstliche Grundwassererzeugung 242—244.
 — Schmucksteine aus Glas 199.
 Kunststeine, Asphaltbeton zur Herstellung der 195.
 — Boden als Rohmaterial für 187f.
 — Einteilung 186f., 190.
 — Kieselgur als Rohstoff zur Herstellung der 124.
 Kunsttuffsteine 190.
 Lackpolitur aus Kieselgur 134.
 Laufletten 136.
 Lebereregelseuche 223, 224.
 Lebermudde 99.
 Lebertorf 99.
 Lehm als Ausgangsmaterial zur Töpferei bei Naturvölkern 83f.
 Lehm als Baumaterial 80f.
 — Eigenschaften in Hinsicht auf technische Verwertbarkeit 188.
 — Geophagie bei Naturvölkern und 74, 77.
 — in der Technik der Naturvölker 79f.
 — Ziegelherstellung durch Lufttrocknung des 82.
 — zur Herstellung der Ziegel 201.
 Lehm Mörtel 192.
 Leichenbeerdigung 255—257.
 — Bodenarten und 255.
 — Grabtiefe und 256.
 Leichenzersetzung als Fäulnis 255.
 — Dauer der 255.
 — Einfluß auf unterirdische Gewässer 257.
 Letten, Eigenschaften 187.
 — technische Verwertbarkeit 187.
 — zur Bodenmelioration 130.
 Lettland, Bodenkartierung 326.
 Limanschlamm als Heilmittel 79, 137.
 — Schwefeleisen im 137.
 Limnoquarzite in ihrer technischen Verwertbarkeit 134.
 Litauen, agronomisch-geologische Kartierung 327.
 — Bodenkartierung 327.
 Löß als Ausgangsmaterial der Keramik 188.
 — zur Herstellung der Ziegel 201.
 Lößerde als Heilmittel 79.
 Luftkalkmörtel 191.
 Luftkapazität, intermittierende Bodenfilterung und 249.
 — Bodenbonitierung nach 356f.
 — zur Bodenkartierung 262, 356.
 Madagaskar, Bodenkartierung 418.
 Magerungsmittel bei der Herstellung keramischer Produkte 200.
 — zum Brennen der Tone 189.
 Magnesia als Emailbildner 204.
 — als Flußmittel beim Brennen der Tone 189.
 Magnesiamörtel 192.
 Magnesiament-Kunststeine 190.
 Magnesiumhärte des Wassers 228.

- Magnesiumhärte, Bedeutung in hygienischer Hinsicht 229, 230.
 — Ursachen höherer 228, 229.
 — Verhältnis zur Kalziumhärte 228.
- Malaria, Bodenmeliorationsmaßnahmen zur Bekämpfung der 218.
 — Geophagie und 73.
 — in ihrer Beziehung zum Boden 217—219.
- Mandschurei, Bodenkartierung 388.
- Mangan, Trinkwasser und 231.
 — Permutite zur Reinigung des Wassers von 200.
- Manganerde zur Körperbemalung bei Naturvölkern 70.
- Manganseife 205.
- matière noire in ihrer Bedeutung für Bodenfruchtbarkeit 22.
- Mauermörtel 191.
- mechanische Bodenanalyse bei der bautechnischen Untersuchung 160, 161.
 — Geeignetheit zur Bodenbonitierung 31, 51.
- mechanische Bodenbeschaffenheit als Grundlage der Bodenkartierung 262, 263, 282f., 307, 311f., 357, 363, 387.
 — Bedeutung in bautechnischer Hinsicht 146f.
 — — in hygienischer Hinsicht 211, 217, 242.
- Meeresboden und seine Kartierung 269.
- Mergel, Arten der 191.
 — Einteilung nach Tonerdegehalt 192.
 — technische Verwertbarkeit 201.
 — zur Herstellung der hydraulischen Kalke 192.
- Mergelkalke 192.
- Miasma 208.
- Milchletten 136.
- Milzbrand in seiner Beziehung zum Boden 213, 214.
- Mineralböden, Bodenbonitierung der 1f.
 — Einteilung 146.
- mineralogische Untersuchungen der Gesteine in bezug auf ihre technische Verwertbarkeit 186.
- Mineralwasser, Salzgehalt als Kennzeichen des 228.
- Mittelamerika, Bodenkartierung 408.
 — Körperbemalung mit Bodenbestandteilen bei Naturvölkern in 69.
- Modeldorf 112.
- Moder, Unterschied von Torf 98.
- Mongolei, Bodenkartierung 380, 381, 388.
- Moorboden als Färbemittel bei den Naturvölkern 69, 88.
 — Verwertungsmöglichkeiten 96.
- Moore, Absacken und Wasserverlust bei Entwässerung der 107.
 — als Heilmittel 69, 137.
 — Ausbau der Entwässerung der 106f.
 — Bedeutung in der Hygiene 69, 137.
 — Dammschüttungen in 156.
 — Entwässerung der 103 bis 108.
 — Müll zur Urbarmachung der 253.
 — Schwefeleisen in 100.
 — technische Nutzung der 95—129.
 — Vivianit in 99.
 — Veränderung bei der Vertorfung der 97.
- Mörtel, Abbindung des 191.
 — Geophagie mit 77.
 — Herstellung der 191f.
 — Luft- 191.
 — Wasser- 191f.
 — Zuschläge für die Bereitung des 194, 195.
- Mörtelsand 135.
- Mudden, Zusammensetzung 99.
- Müll, Kompostierung des 252.
 — Urbarmachung von Ödländereien mit 253.
 — Verbrennung des 252, 253.
 — Verwendung zu Düngungszwecken 252.
 — zur Bodenmelioration 252.
- Nagetiere als ursprüngliche Wirte der Pest 220.
 — Krankheitsverbreitungen durch 222, 223.
- Nährstoffkapital, Bodenkartierung und 263, 288, 296f., 312.
 — Feststellung zur Bodenbonitierung 27, 28.
- Natriumchlorid als Flußmittel bei Glasherstellung 196.
 — hygienische Bedeutung 230.
- Natriumsulfat als Flußmittel bei Glasherstellung 196.
 — bei der Ultramarinfabrikation 205.
- Naturvölker, Anbaukulturen der 66.
 — Bedeutung des Bodens für die Wirtschaftsweise der 90—95.
 — Boden in der Technik der 79—90.
 — Düngungsmaßnahmen bei den 92—94.
 — Erdfarbenanwendung in der Kunst der 88—90.
 — eßbare Erden als Heilmittel bei den 76—79.
 — Geophagie der 73—79.
 — Körperbemalung mit Boden- und Bodenbestandteilen bei 69—73.
 — Kulturpflanzenanbau der 91f.
 — Schönheitspflege unter Anwendung des Bodens bei 67—73.
 — technisch-wirtschaftliche Ausnutzung des Bodens durch 65—95.
 — Töpferei bei den 83f.
- Niederlande, agronomisch-geologische Kartierung 327.
 — Bodenkartierung 327, 328.
- Niederländisch-Indien, Bodenkartierung 389, 390.
- Niederungsmoore, Aschengehalt 96.
 — Entstehung 96.
 — technische Nutzung der 96, 98.
 — Torfarten der 99—101.
 — Vertorfung der 98.
- Nilschlamm als Heilmittel 77, 137.
- Nitrate im Trinkwasser 231.
 — zur Schießpulver- und Sprengstoffbereitung 197, 198.
- Nitrite im Trinkwasser 231.
- Nordamerika, Bodenkartierung 391—408.
- Norwegen, Bodenkartierung 328, 329.
 — Bodenübersichtskarte 329.
 — See-Erzmenen in 133.
- Nutzungswert der Böden und Reinertrag 4.
- Oberflächenberieselung 250.
- Oberflächengestaltung in ihrer Berücksichtigung bei Bodenbonitierung 19, 21, 31, 49, 50.

- Ocker als Farbe 69f., 206.
 — Bedeutung in der Kunst der Naturvölker 90.
 — Verwendung in der Schönheitspflege der Naturvölker 67f.
 — zur Salbenherstellung bei Naturvölkern 67.
- Ödland, Müll zur Urbarmachung des 253.
- ökonomische Bodenklassifikation, Bodenbonitierung auf Grund der 5.
 — Reinertrag als Grundlage der 30.
- Öle, Entfärbung durch Silikate 204.
 — Gewinnung als Sapropel und Gytija 134.
 — Humussäure zur Emulgierung der 128.
- organische Düngung bei den Anbaukulturen der Naturvölker 93.
- Österreich, Bodenartenkartierung 330f.
 — Bodenkartierung 329 bis 339.
 — Bodentypenkartierung 334f.
 — Entwicklung der Bodenkartierung in 329f.
 — geologisch-petrographische Kartierung in 331.
- Oxyuriasis in ihrer Beziehung zum Boden 216.
- Papierfabrikation, Karborundum und 199.
 — Kieselgur bei der 134.
- Peitschenwurm in seiner Beziehung zum Boden 216.
- Pentosangehalt als Maßstab des Torfzersetzungsgrades 97.
- Permutite als Zusatz zu Seifen 205.
 — künstliche Herstellung der 200.
 — technische Verwendungsmöglichkeiten 200.
- Pestbakterien, Lebensfähigkeit im Boden 221.
 — Vorgang der Übertragung der 220, 221.
- Pfahlgründungen als künstliche Fundierung 167.
 — Belastungsprobe bei 181.
 — Bodeneinteilungen für 167 bis 171.
 — Senkungserscheinungen bei Bauten infolge fehlender 171f.
 — Siedlungen und 136.
- Pfahlgründungen, Verhalten des Bodens beim Einrammen der Pfähle bei 167.
 — Zementstützen als Ersatz für 136.
- Pflanzenasche zur Salbenbereitung bei Naturvölkern 67.
- Pflanzengeographie als Grundlage der Bodenkartierung 262.
- Pflanzenproduktion als Maßstab für Bodenbeschaffenheit 18.
 — als Grundlage der wirtschaftlich-statistischen Bodenkartierung 261.
 — Bodenbonitierung nach 3, 11, 22, 32.
- Pflanzenwachstum als Grundlage der Bodenkartierung 262, 288, 300, 330f., 347, 410—416.
 — Hygroskopizität und 34, 35.
- Pfluganwendung bei den Naturvölkern 66.
- Philippinen, Bodenkartierung 389.
- Phosphorsäure, Bodenqualität und Gehalt an 25, 26.
- Phosphorwasserstoff im Boden 238.
- physikalische Bodenbeschaffenheit als Grundlage der Bodenbonitierung 12, 26, 30, 31, 51, 297, 298.
 — Bodenkartierung nach 262, 263, 287, 297, 298, 307, 331f., 356.
 — Entwicklungsabhängigkeit von Ankylostomum von 215.
 — intermittierende Bodenfiltration in Abhängigkeit von 249.
- Pipettmethoden bei der bautechnischen Bodenuntersuchung 161.
- Polen, Bodenkartierung 339 bis 346.
 — Entwicklung der Bodenkartierung in 339f.
 — Gutskartierung in 339.
- Portlandzement 193, 194.
 — als Gemisch von Ton und Kalk 193.
- Poliermittel, Kaolin und Ton zur Herstellung der 205.
 — Kieselgur als 134.
- Porzellan, Hart- 203.
 — Tonbeschaffenheit und 200, 201.
 — Weich- 203.
 — Zusammensetzung 203.
- Porzellanerden, Brennfarbe 188.
- Porzellanfabrikation vgl. Keramik.
- Pottasche als Flußmittel bei der Glasherstellung 196.
- Preußen, Bodenartenkarte 299.
 — Bodenübersichtskarte 279, 280.
- Probenahme, Bodenbonitierung und Notwendigkeit der 3, 27.
 — Bodenkartierung und Notwendigkeit der 264, 265.
 — zur bautechnischen Bodenuntersuchung 159, 160.
- Putzmittel, Kaolin und Ton zur Herstellung der 205.
 — Sand zur Herstellung der 199.
- Putzmörtel 191.
- Puzzolanerde zur Herstellung der Mörtel 192.
 — Zusammensetzung 192.
- Quarz als Magerungsmittel beim Brennen der Tone 189.
 — zur Glasherstellung 196.
 — zur Karborundumherstellung 199.
 — zur Segerkegelanfertigung 202.
- Quellkalktuffe als Baumaterial 135.
- Radzellentorf 100.
- Raseneisenstein, Glühprodukte als rote Farbstoffe 206.
- Ratten als Überträger von Krankheitserregern 220 bis 223.
 — Trichinosis und 222, 223.
- Rauschbrand in seinen Beziehungen zum Boden 213.
- Reinertrag als Grundlage der ökonomischen Bodenklassifikation 30.
 — Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit, Rohrertrag und 23.
 — Bodenbonitierung nach 8, 27—29, 32, 41.
 — Ertragswert und 54.
 — Grundlagen der Berechnung des 13.
 — Nutzungswert der Böden und 4.
- Rieselfelder 246, 247.
 — Bodenarten und 246.
 — Jodanreicherung auf 247.
- Rodung als Anbaukulturmaßnahme der Kulturvölker 92, 93.

- Roggenwert als Grundlage der Bodenbonitierung 8, 9.
 Rothertrag, Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit, Reinertrag und 23.
 — Entbehrlichkeit bei Bodenbonitierung 27.
 — zur Bodenbonitierung 28, 32, 41.
 Romanzement 192, 193.
 — Arten 193.
 — Bindungsdauer 193.
 — Mergel als Ausgangsmaterial zur Herstellung des 192.
 Ruhr in ihrer Beziehung zum Boden 211, 212.
 Rumänien, Bodenkartierung 346—349.
 — Bodenzonen in 348.
 Rußland, Bodengeographie von 372f.
 — Bodenkartierung 367 bis 385.
 — flächenhafte Verbreitung der Bodenzonen in 373.
 — geschichtliche Entwicklung der Bodenkartierung in 367f.
 — Gutskartierungen in 378f.
 — Methoden der Bodenkartierung in 369—372.
 — Schlammfieberauftreten in 221.
 — Übersichtskartierung 369.
 Sachsen, Bodenartenkartierung 288f., 306.
 — Bodentypenkartierung 288f., 306.
 Salzgehalt als Grundlage für die Bodenkartierung 366.
 — Gesundheitsschädlichkeit des Trinkwassers in Abhängigkeit von 230, 231.
 — technische Verwertbarkeit des im Boden vorhandenen 196—198.
 Sand vgl. Ufersand.
 — als Baustoff 135f.
 — als Schüttmaterial 155.
 — Gewinnung des limnischen 135.
 — Glasqualität in Abhängigkeit von Beschaffenheit des 196, 198.
 — Mischungsverhältnisse bei der Herstellung der hydraulischen Mörtel mit Kalk 193.
 — technische Verwendungsmöglichkeiten 199, 200.
 — zur Gußasphaltherstellung 195.
 Sand zur Karborundumherstellung 199.
 — zur Kunststeinherstellung 190.
 — zur Mörtel- und Betonbereitung 194, 195.
 Sandbedeckung der Böden bei Anbaukulturen der Naturvölker 94.
 Sapropel als Baugrund 136.
 — Fischlaichentwicklung und 132.
 — Ölgewinnung aus 134.
 Schamotteton als Magerungsmittel beim Brennen der Tone 189.
 Schießpulverbereitung 197.
 Schilftorf, Heizwert 100.
 — Zusammensetzung 100.
 Schlackenbeton 194.
 Schlackensteine als Kunststeine 190.
 Schlackenziegel als Kunststeine 190.
 Schlafkrankheit in ihren Beziehungen zum Boden 220.
 Schlamm als Heilmittel 69, 137.
 — Bedeutung in der Hygiene 69, 137.
 — Geophagie bei Naturvölkern und 74.
 Schlämmanalyse, Ergebnisse mit einigen Bodenarten 147.
 — zur bautechnischen Bodenuntersuchung 160, 161.
 Schlammfieber 221, 222.
 Schleifmittel, Kaolin als Bindemittel bei der Herstellung der 199.
 — Karborundum zur Herstellung der 199.
 Schleifpapiere, Glas zur Herstellung der 199.
 Schlick zur Herstellung keramischer Produkte 188.
 Schluffböden als wasserbautechnisch gefährliche Böden 146.
 Schmucksteine vgl. künstliche Schmucksteine.
 Schotter zur Mörtel- und Betonbereitung 194, 195.
 Schubfestigkeit des Bodens als Grundlage zu bautechnischen Untersuchungen 161, 162.
 — Bestimmung 161, 162.
 Schubwiderstand des Bodens als Grundlage zur Berechnung der Standfestigkeit 149f.
 — Bestimmung 163, 164.
 Schubwiderstand des Bodens, Bodenrutschungen und 149.
 — Grundwasser in seinem Einfluß auf 144.
 — Werte auf verschiedenen Bodenarten 151, 152.
 Schurfkrumen 159, 160.
 Schüttbodyen 194.
 Schüttmaterial, Geeignetheit des Tones als 155.
 — Kies als 155.
 — Sand als 155.
 Schwarzpulver, Herstellung 197.
 — Verwendung der salpeterführenden Bodenarten zur Herstellung von 197.
 Schweden, Bodenkartierung 349—352.
 — Bodenreaktionskarten 352.
 — „Malmlager“ in ihrer Bedeutung für 133.
 Schwefeleisen im Limanschlamm 137.
 — in Mooren 100.
 — Oxydation zu Schwefelsäure 243.
 — Pflanzenschädlichkeit des 131.
 Schwefelgehalt, älterer Moostorf 102.
 — jüngerer Moostorf 102.
 — Niedermoor 96.
 — Schilftorf 100.
 — Waldorf 101.
 Schweiz, agronomisch-geologische Kartierung 352f.
 — Bodenkartierung 352 bis 354.
 — Bodenübersichtskarte 354.
 Schwellen des Bodens in seiner Bedeutung für Erdbau 147.
 Schwemmlandböden als Klassifikationsprinzip 12.
 Schwemmsteine als Kunststeine 190.
 Schwemmtorf und seine Verwertung 130.
 Schwerspat als Flußmittel beim Brennen der Tone 189.
 — Geophagie und 133.
 Schwimmsand 172.
 Sedimentgesteine und ihre Gruppierung nach Entstehung 145.
 Seeböden, Bedeutung für Siedlung 136.
 — Fischerei und 132.
 — produktionsbiologischer Wert 132, 133.

- Seeböden, technische Bedeutung der minerogenen 135f.
— wirtschaftliche Bedeutung 129—137.
- See-Erz, Gewinnung 133.
— Glühprodukte als rote Farbstoffe 206.
— Kartierung der Vorkommen in Finnland 308.
— Menge in Seeböden 133, 134.
- Seekreide als Meliorationsmittel 130, 131.
— Ungeeignetheit zum Brennen 131.
— Verbreitung 131.
- Seemergel zur Bodenmelioration 130.
- Seen zur Trinkwasserversorgung 137.
- Seeschlamm vgl. Fangoschlamm.
- Segerkegel als Mittel zur Feststellung der Feuerfestigkeit der Tone 187.
— Rohstoffe zur Herstellung der 202.
— zur Feststellung der Brenntemperatur 187, 202.
- Seggentorf 100.
- Serpentinböden und ihre Unfruchtbarkeit 18.
- Sienaerde 206.
- Sillimanit, Herstellung 203.
— zur Anfertigung von Vegetationsgefäßen 203, 204.
- Soda als Flußmittel bei der Glasherstellung 196, 198.
— technische Nutzbarmachung der natürlichen Vorkommen von 198.
- Sodenstechmaschine 110.
- Spanien, agronomisch-geologische Kartierung 355.
— Bodenkartierung 355.
- Speckstein als Erdfarbe 206.
— zur Herstellung von Steatit 203.
- Sphagnummoos, desinfizierende Wirkung des 120.
— Verwendungsmöglichkeiten 121.
- Sphagnumtorf, Heizwert 102.
— Kennzeichnung 101, 102.
— technische Verwertbarkeit 101—103.
— Zusammensetzung 102.
- Sprengstoffbereitung 196, 197.
- Spritztorfverfahren 112.
- Spulwurm in seinen Beziehungen zum Boden 216.
- städtische Abwässer, Anreicherung des Grundwassers an Sulfaten durch 183.
— Bedeutung für Binnenseen 137.
— Jodreichtum der 246, 247.
— Reinigung mittels Boden 246f.
- Stallmist, Anbaukultur der Naturvölker und Düngung mit 93.
— Verwendung in der Schönheitspflege der Naturvölker 68.
— zur Vermischung mit Lehm bei Bauten 81, 192.
- Stampfbeton 194.
- Staubböden als wasserbautechnisch gefährliche Böden 146.
- Staudämme, Anlage der 156, 157.
— Böschungsrutschungen bei 157.
— Zerstörung durch Sickerwasser 157.
- Staufilter 249, 250.
- Stauseen 137.
- Stauwerke, Boden und Gründung der 174.
— Sickerung unter einem 174, 175.
- Steatiterzeugnisse 203.
- Steinbutter als eßbare Erde 74, 76.
- Steingut, Beschaffenheit des Tones und 201.
— Zusammensetzung 203.
- Steingutfabrikation vgl. Keramik.
- Steinzeug, Tonbeschaffenheit und 201.
— Zusammensetzung 203.
- Stichtorf 108—110.
- Strahlenpilzerkrankung in ihrer Beziehung zum Boden 217.
- Strangtorfmaschine 112.
- Straßenbau, Eignung des Bodens als Unterlage für 157, 158.
— Frostwirkung auf Boden in ihrer Bedeutung für 158.
— Gußasphalt zum 195.
- Straßenkehricht und seine Beseitigung mit Hilfe des Bodens 251, 252.
- Streichhölzer 197.
- Stuckgips 191, 192.
- Südamerika, Bodenbestandteile zur Körperbemalung bei Naturvölkern in 69.
— Bodenkartierung 408, 409.
- Sudan, Bodenkartierung 417.
- Sulfate im Trinkwasser 231.
— technische Verwendung der im Boden vorkommenden 196.
- Sumpfboden als Färbemittel bei Naturvölkern 88.
— Entwässerung zur Vermeidung der Übertragung von Fieberkrankheiten 218.
- Sumpferz, Glühprodukte als rote Farbstoffe 206.
- Taxation und Bodenbonitierung 4.
- Technik, Bedeutung des Bodens für 65—258.
— Kieselgur in seiner Bedeutung für 134.
— Limnoquarzit in ihrer Bedeutung für 134.
— Nitrate in ihrer Bedeutung für 196—198.
— Sand in seiner Bedeutung für 199.
— Schotter in seiner Bedeutung für 195.
— See-Erzverwendung in der 133.
— Ton in seiner Bedeutung für, vgl. 200f.
— Wasserbeschaffenheit in seiner Bedeutung für 229.
- technische Ausnutzung des Bodens 65—258.
— bei den Naturvölkern 65 bis 95.
- Teer, Gewinnung aus Torfkohle 128.
— Produkte der Verarbeitung des 128.
- Teichdüngung 133.
- Tektite 198, 199.
- terra di Siena 206.
— ombre vgl. Umbra.
— rossa als Heilmittel 77f.
- Tetanus in seinen Beziehungen zum Boden 212, 213.
- Tiere als Überträger von Krankheitserregern 217 bis 224.
— als Zwischenwirte bei der Seuchenverbreitung 224.
- Tierkrankheiten, Boden und 217.
— Kalziumsals der Humalsäure und 128.
- Ton als Ausgangsmaterial der Töpferei bei Naturvölkern 83f.
— als Ausgangsprodukt zur Herstellung künstlicher Steine 187f.
— als Baumaterial 80f.
— als Emailbildner 204.

- Ton als Ersatz für Seife 205.
 — als eßbare Erde 74f.
 — als Heilmittel 77f.
 — als Meliorationsmittel 130.
 — als Zusatz zur Streichhölzerzündmasse 197.
 — auf primärer Lagerstätte 187.
 — auf sekundärer Lagerstätte 187.
 — Bedeutung im Erdbau 143.
 — Brennfarbe des 86, 188.
 — Einteilung auf Grund der Brennfarbe 188, 201.
 — Fette vgl. fette Tone.
 — feuerfeste vgl. feuerfeste Tone.
 — Flußmittel zum Brennen der 189.
 — in der Technik der Naturvölker 79f.
 — keramische Verwendungsmöglichkeiten 201.
 — praktische Einteilung der keramischen 201.
 — Portlandzement als ein Gemisch von Kalk und 193.
 — Putz- und Poliermittel und Verwendung des 205.
 — Ultramarinherstellung aus 205.
 — Untersuchung auf Geeignetheit zur technischen Verwendung 189.
 — Verwendung in der Schönheitspflege der Naturvölker 67f.
 — Vorgänge beim Gefrieren des 157, 158.
 — zur Herstellung von Silos bei Naturvölkern 83.
 Tonerdesilikate zur Herstellung des Permutits 200.
 Tonerdezement 194.
 Tonmergel 192.
 — Eigenschaften 187.
 — zur Herstellung der hydraulischen Kalke 192.
 Tonwaren vgl. Keramik.
 — Glasuren der 204.
 — Herstellung der 203.
 — in der Einteilung der künstlichen Steine 186.
 — Kennzeichnung 200.
 — Rohstoffe zur Herstellung der 200, 201.
 — Übersicht über die 201.
 — Zusammensetzung 203.
 Töpferei vgl. Keramik.
 — bei den Naturvölkern 83f.
 — Beziehungen zur Farbenherstellung bei Naturvölkern 70.
 Töpferei, Durchführung 85 bis 87.
 Töpferton 187.
 Torf als Bakteriendünger 125.
 — als Baumaterial 124.
 — als Brennstoff vgl. Brenntorf.
 — als Düngemittel 122.
 — Bildung 96f.
 — Gewinnung der Humussäuren aus 128.
 — Herabminderung der Wasserbindung im 119, 120.
 — Herstellung poröser Steine unter Zusatz von 189.
 — Schrumpfung und Zersetzungsgrad des 110, 111.
 — Spritgewinnung aus 125.
 — Unterschied von Moder 98.
 — Verdichtungsgrad bei Maschinenverarbeitung des 111, 112.
 — Wasseranziehung von trockenem und wieder benetztem 115.
 — Wassergehalt in seinem Einfluß auf Ausbeute an 106.
 — zur Herstellung von Futtermitteln 123, 125.
 — zur Ledergerbung 128.
 Torfarten 99—103.
 — Heizwerte der 100—102.
 — Wassergehalt verschiedener 104.
 Torfgewinnung 108—113.
 — Knettorf und 110—111.
 — Spritztorfverfahren bei 112.
 — Stichtorf und 108—110.
 Torfhumus als Kolloid 97.
 — Kennzeichen 97.
 — Luftabschluß als Vorbedingung für Bildung des 97, 98.
 Torfkohle, Eigenschaften 128.
 — Nebenprodukte bei Gewinnung der 128.
 — Verwendung in der Technik 128.
 Torfmehl vgl. Torfstreu.
 Torfmelassefutter 123.
 Torfmull vgl. Torfstreu.
 — als Bodenverbesserungsmittel 122, 123.
 — Eigenschaften 123.
 — Isolationsfähigkeit des 124.
 — Verwendung in der Hygiene 122.
 — Wärmedurchlässigkeit des 124.
 — zur Früchtekonservierung 123, 124.
 Torfsoden 97.
 Torfsteine als Kunststeine 190.
 Torfstreu, Ammoniakadsorption durch 122.
 — Aufsaugungsvermögen 103, 121.
 — Bedeutung der Stechmethoden für Herstellung der 110.
 — Gasadsorption 103.
 — Hygroskopizität 103.
 — jüngerer Moostorf als Ausgangsmaterial zur Herstellung der 103.
 — Konservierung der Jauche durch 122.
 — Wassergehalt in seinem Einfluß auf Wärmeleitfähigkeit der 121, 122.
 Torftrocknung 113—120.
 — Entwässerung durch Druck 116—119.
 — Lufttrocknung zur 113 bis 116.
 — künstliche Wärme zur 116.
 Torfveredlung 127.
 Torfvergasung 126, 127.
 — Ammoniakgewinnung durch 127.
 — Gewinnung von Nebenprodukten bei 127.
 Torfverkohlung 127, 128.
 Torfverwendung 120—129.
 Tragfähigkeit des Bodens, Faktoren bei der Bestimmung der 164f.
 — Zusammenstellung der Beurteilungsmomente der 178, 179.
 Transbaikalien, Bodenkartierung 379, 380.
 Traßbeton 194.
 Trinkwasser, Gesundheitsschädigungen durch 229 bis 231.
 — giftige Stoffe im 237, 238.
 — Kalziumhärte des 228.
 — künstliche Grundwassererzeugung zur Gewinnung von 242—244.
 — Magnesiumhärte des 228.
 — Salzgehalt des 230, 231.
 Tschechoslowakei, agronomisch-geologische Kartierung 355f.
 — Bodenkartierung 355 bis 363.
 — Übersichtskarte 362.
 Tuffe als Ausgangsmaterial für Mörtelherstellung 192.
 Tularämie 222.
 Tunis, Bodenkartierung 417.
 Tunnelbau 183, 184.

- Tunnelkrankheit 214, 215.
Turkestan, Bodenkartierung 371.
Turm von Pisa 170, 172.
Typhus in seiner Beziehung zum Boden 211, 212.
- Überschwemmungen in ihrem Einfluß auf Grundwasserbeschaffenheit 241, 242.
Überschwemmungsfieber 221, 222.
Uferfiltration 240f.
Ufersand, Verwendung als Mörtelsand 135.
— zur Bodenmelioration 130.
Ukraine, Bodenkartierung 370, 375, 384, 385.
Ultramarin, Rohstoffe zur Herstellung des 205.
— Verwendung als Mineralfarbe 205.
Umbra als Erdfarbe 206.
— zur Körperbemalung bei Naturvölkern 69.
Ungarn, agronomisch-geologische Kartierung 364f.
— Bodenkartierung 363 bis 367.
— Übersichtskarte 365.
Unkräuter, Bodenbonitierung nach 10, 11.
Untergrund, Bodenbonitierung und 3, 24, 30, 31, 51.
— Standfestigkeit der Dammschüttungen und 156.
Untergrundberieselung 251.
unterirdisches Wasser, Untersuchung des 235, 236.
Unterwassersedimente, Bergbau auf 133f.
— technische Verwertbarkeit 130—137.
Urbarmachung limnischer Ödländereien 129.
- Verbindungsbaustoffe 191f.
Vereinigte Staaten von Amerika, Bodenkartierung 391—407.
— Bodenübersichtskarten 400, 401.
— Grundlagen der Kartierung in 391.
— Sonderkarten der Bodenverhältnisse der verschiedenen Staaten 401f.
Veroneser Erde 206.
Verwesung 232.
Verwitterungsböden als Klassifikationsprinzip 12.
— Beziehungen zwischen Klima und Bodenfarbe der 390.
- Vivianit vgl. Eisenphosphat.
— als Farberde 206.
— Vorkommen in Mooren 99.
— zur Körperbemalung 70.
vulkanische Böden als Fangoschlamm 137.
- Waldtorf 100, 101.
Waldtypenkartierung in Dänemark 278.
Walkerde, Kennzeichnung 204.
— technische Verwendbarkeit 205.
Wasser, Härte des 228—230.
Wasserbau, Herstellung der hydraulischen Mörtel zum 193.
Wasserbedarf der Pflanzen als Grundlage der Bodenklassifikation 28.
Wasserdurchlässigkeit, Bestimmung 182.
— Zusammendrückbarkeit des Bodens in Abhängigkeit von 165.
Wasserführung des Bodens und Bodenbonitierung 30, 31, 34, 36.
Wasserkapazität und intermittierende Bodenfiltration 249.
Wassermörtel 192.
— Einteilung nach Bindemitteln der 192—194.
Wasserreinigung mit Hilfe des Bodens 238f.
Weichporzellan 203.
Weiden, Bonitierung der 6, 8, 9, 24, 29, 30, 38, 42, 45, 52, 59.
— Leistung der Weidetiere als Bonitierungsmaßstab der 43, 45.
Weiße Krankheit 221.
— Ratten als Überträger der 217, 221.
Wiesen, Bodenfeuchtigkeit als wichtigstes Bonitierungsmerkmal für 7.
— Bonitierung der 7, 11, 23, 24, 38, 40, 42, 43, 48, 52, 55, 59.
Wiesenerz, Glühprodukte als rote Farbstoffe 206.
Wiesenpflanzen und Bodenbonitierung 55.
Wiesenmergel zur Düngung 130.
Wiesenton 188.
Wiesentypen zur Wiesenbonitierung 40.
wildwachsende Pflanzen zur Bodenbonitierung 10, 12, 39, 43.
- Wirtschaftsleben der Völker' Abhängigkeit der Wirtschaftsweise der Naturvölker vom Boden 90 bis 95.
— Bedeutung des Bodens für 65—258.
— Kulturformen und 66.
— technische Bedeutung des Bodens für 79—83, 138, 139.
Wundinfektionen in ihren Beziehungen zum Boden 212, 213.
Wundstarrkrampf in seiner Beziehung zum Boden 212, 213.
Wurmkrankheit 214, 215.
— in ihren Beziehungen zum Boden 214—216.
— physikalische Bodeneigenschaften und 215.
Württemberg, Bodenkartierung 287, 288.
- Zahnputzmittel, Kieselgurverwendung als 134.
Zellulosegehalt als Maßstab des Torferetzungsgrades 97.
Zement, Eisenportland- 194.
— Erz- 194.
— Hochofen- 194.
— Portland- 193, 194.
— Roman- 192, 193.
— Tonerde- 194.
— Zusammensetzung verschiedener 194.
— zur Stützung der Bauten bei nachgiebigem Untergrund 136.
Zementbeton 194.
Zementkunststeine 190.
Ziegel in der Einteilung der künstlichen Steine 186.
— Kieselgurverwendung bei Bereitung der 134.
— Lehm zur Herstellung der 201.
— limnoglaziale Sedimente zur Herstellung von 135.
— Löß zur Herstellung der 201.
— Lufttrocknung des Lehms zur Herstellung der 82.
Ziegelbeton 194.
Ziegelerden, Brennfärben 188, 201.
— Verhältnis von Eisenoxyd zu Tonerde in 188.
Zink im Trinkwasser 237.
Zinkoxyd in der Kunst der Naturvölker 90.
Zündmassen 197, 198.

Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes.

Erster Band.

Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Lehre von der Entstehung des Bodens.

Einleitung.

Die Bodenlehre oder Bodenkunde als Wissenschaft.
Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen. 1. Begriff und Inhalt der Bodenlehre. — 2. Die Beziehungen der Bodenlehre zur Geologie und Agrikulturchemie. — 3. Begriff und Wesen des Bodens.

Geschichtlicher Überblick über die Entwicklung der Bodenkunde bis zur Wende des 20. Jahrhunderts. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen.

Erster Teil: Allgemeine oder wissenschaftliche Bodenlehre.

I. Die Entstehung des Bodens (Bodenbildung).

A. Ausgangsmaterial.

1. Anorganisches Material.
 - a) Die gesteins- und bodenbildenden Mineralien. Von Privatdozent Dr. F. HEIDE, Göttingen.
 - b) Die Gesteine bzw. das Gesteinsmaterial. Von Privatdozent Dr. F. HEIDE, Göttingen.
 - c) Material aus der Atmosphäre. Von Prof. Dr. W. MEIGEN, Gießen.
2. Organisches Material.
 - d) Pflanzensubstanz und Tiersubstanz. Von Dr. K. REHORST, Breslau.

B. Die naturwissenschaftlichen Grundlagen zur Beurteilung der Bodenbildungsvorgänge (Faktoren der Bodenbildung)

1. Die physikalisch wirksamen Kräfte und ihre Gesetzmäßigkeiten. Von Dr. H. FESEFELDT, Göttingen.

2. Die chemisch wirksamen Kräfte und ihre Gesetzmäßigkeiten. Von Dr. G. HAGER, Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation, Bonn.

3. Die geologisch wirksamen Kräfte für die Aufbereitung des Gesteinsmaterials.

- a) Die Tätigkeit des fließenden Wassers. Von Privatdozent Dr. L. RÜGER, Heidelberg.
- b) Die Tätigkeit des Meeres und der Brandungswelle. Von Privatdozent Dr. L. RÜGER, Heidelberg.
- c) Die Wirkungen des Eises. Von Prof. Dr. H. PHILIPP, Köln.
- d) Die Wirkung des Windes. Von Prof. Dr. S. PASSARGE, Hamburg.
- e) Die sogenannte trockene Abtragung (subaerische Massenbewegungen). Von Privatdozent Dr. L. RÜGER, Heidelberg.

Zweiter Band.

Die Verwitterungslehre und ihre klimatologischen Grundlagen.

4. Klimalehre und Klimaänderung.

- a) Die Klimafaktoren und Übersicht der Klimazonen der Erde. Von Prof. Dr. K. KNOCH, Berlin.
- b) Das Klima der Bodenoberfläche und der unteren Luftschicht in Mitteleuropa. Von Prof. Dr. J. SCHUBERT, Eberswalde.
- c) Klimaschwankungen in jüngerer geologischer Zeit. Von Dr. E. WASMUND, Langenargen am Bodensee.
- d) Die Pollenanalyse, ein Hilfsmittel zum Nachweis der Klimaverhältnisse der jüngsten Vorzeit und des Alters der Humusablagerungen. Von Prof. Dr. G. SCHELLENBERG, Göttingen.

C. Der Einfluß und die Wirkung der physikalischen, chemischen, geologischen, biologischen und sonstigen Faktoren auf das Ausgangsmaterial.

1. Allgemeine Verwitterungslehre. Begriff, Wesen und Umfang der Verwitterung. Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.

2. Physikalische Verwitterung. Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.
3. Chemische Verwitterung. Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.
4. Zersetzung der organischen Substanz. Von Dr. K. REHORST, Breslau.
5. Biologische Verwitterung durch lebende Organismen.
 - a) Niedere Pflanzen. Von Prof. Dr. G. SCHELLENBERG, Göttingen.
 - b) Höhere Pflanzen. Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.
6. Die biologische Verwitterung als Ausfluß der in Zersetzung begriffenen organischen Substanz. Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.

Dritter Band.

Die Lehre von der Verteilung der Bodenarten an der Erdoberfläche. (Regionale und zonale Bodenlehre.)

D. Die Verwitterung in ihrer Abhängigkeit von den äußeren, klimatischen Faktoren.

Kurzer Überblick über die historische Entwicklung der Bodenzonenlehre und Einteilung der Böden auf Grund der Klimaverhältnisse an der Erdoberfläche. Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.

Verteilung der Böden an der Erdoberfläche und ihre Ausbildung (regionale oder geographische Bodenlehre).

1. Böden der kalten Region.
 - a) Arktische Böden. Von Prof. Dr. W. MEINARDUS, Göttingen.
 - b) Hochgebirgsböden. Von Prof. Dr. H. JENNY, Columbia, Mo. (USA.).
2. Böden der gemäßigten Region einschließlich der Subtropen.
 - a) Böden der kühlen, gemäßigten Region. Von Prof. Dr. H. STREMME, Danzig.
 - α) Die Bleicherdewaldböden oder podsolige Böden.
 - β) Die Braunerden.
 - b) Böden der feuchtwarmen, gemäßigten Regionen.
 - α) Gelberden oder Gelblehne. Von Prof. Dr. H. HARRASSOWITZ, Gießen.
 - β) Die Mediterran-Roterde (Terra rossa). Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.

- c) Böden der feuchttrockenen, gemäßigten Regionen.
 - α) Die Steppenschwarzerden. Von Prof. Dr. H. STREMME, Danzig.
 - β) Die Prärieböden. Von Prof. Dr. H. STREMME, Danzig.
 - d) Böden trockener Gebiete. Von Prof. Dr. A. A. J. VON SIGMOND, Budapest.
 - α) Kastanienfarbige Böden.
 - β) Steppenbleicherden (graue Steppenböden).
 3. Böden der subtropischen und tropischen Übergangsregion.
 - α) Subtropische Schwarzerden. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen.
 - β) Krustenböden. Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.
 4. Böden der tropischen Region. Von Prof. Dr. H. HARRASSOWITZ, Gießen.
 - α) Rohhumus.
 - β) Braun- und Rotlehme.
 - γ) Laterit und allitische (lateritischer) Rotlehme.
 5. Wüstenböden und Schuttrinden.
 - a) Die Wüstenböden. Von Prof. Dr. H. MORTENSEN, Göttingen.
 - b) Die Schuttrinden. Von Geheimrat Prof. Dr. G. LINCK, Jena.
- Degradierte Böden. Von Prof. Dr. H. STREMME, Danzig.

Vierter Band.

Aklimatische Bodenbildung und fossile Verwitterungsdecken.

E. Verwitterung und Bodenbildung in ihrer Abhängigkeit vom geologischen Untergrund und sonstigen inneren Faktoren (Aklimatische Bodenbildung, Ortsböden).

Einleitung. Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.

1. Einteilung der Böden auf geologisch-petrographischer Grundlage. Von Prof. Dr. H. NIKLAS, Weihenstephan.

2. Die Entstehung und Ausbildung der Mineralböden auf geologisch-petrographischer Grundlage. Von Prof. Dr. H. NIKLAS, Weihenstephan.
 3. Die Humusböden der gemäßigten Breiten. Von Geheimrat Prof. Dr. BR. TACKE, Bremen.
 4. Tropische und subtropische Humus- und Bleicherdebildungen. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen.
- F. Fossile Verwitterungsdecken. Von Prof. Dr. H. HARRASSOWITZ, Gießen.

Fünfter Band.

Der Boden als oberste Schicht der Erdoberfläche.

G. Der Boden als oberste Schicht der Erdoberfläche.

1. Das Bodenprofil. Von Prof. Dr. L. RÜGER, Heidelberg.
2. Das Wasser als Bestandteil des obersten Teils der Erdkruste, insbesondere des Bodens, und seine Herkunft. Von Prof. Dr. A. KUMM, Braunschweig.
3. Lakustrische Unterwasserböden. Von Dr. E. WASMUND, Langenargen am Bodensee.

4. Bodenbeurteilung an Ort und Stelle sowie die hierfür in Frage kommenden Untersuchungsgeräte. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen.
5. Das Landschaftsbild in seiner Abhängigkeit vom Boden (Landschaftsformen). Von Geheimrat Prof. Dr. K. SAPPER, Würzburg.
6. Die Böden Deutschlands. Von Prof. Dr. H. STREMME, Danzig.
7. Der geographische Wert des Bodens (Boden und Kulturentwicklung). Von Prof. Dr. S. PASSARGE, Hamburg.

Sechster Band.

Die physikalische Beschaffenheit des Bodens.

II. Der Boden als Substrat, seine Natur und Beschaffenheit.

A. Die mechanische Zusammensetzung des Bodens und die davon abhängigen Erscheinungen.

1. Der mechanische Aufbau des Bodens. Von Prof. Dr. A. DENSCH, Landsberg a. d. Warthe.
2. Das Verhalten des Bodens zum Wasser. Von Prof. Dr. F. ZUNCKER, Breslau.

- 2a. Die Verdunstung des Wassers aus dem Boden. Von Prof. Dr. M. HELBIG, Freiburg i. B.
3. Das Verhalten des Bodens gegen Luft. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen.
4. Das Verhalten des Bodens gegen Wärme. Von Prof. Dr. J. SCHUBERT, Eberswalde.
5. Das Verhalten des Bodens gegen Elektrizität und Radioaktivität des Bodens. Von Prof. Dr. V. F. HESS, Graz.

Siebenter Band.

Der Boden in seiner chemischen und biologischen Beschaffenheit.

B. Die chemische Beschaffenheit des Bodens.

1. Anorganische Bestandteile des Bodens.
 - a) Die hauptsächlichsten Bodenkonstituenten, ihre Natur und Feststellung. Von Prof. Dr. E. BLANCK, Göttingen.
 - b) Die Mineralbestandteile des Bodens und die Methoden ihrer Erkennung. Von Ökonome-rat Dr. FR. STEINRIEDE, Münster i. Westf.
 - c) Die Kolloidbestandteile des Bodens und die Methoden ihrer Erkennung. Von Dr. G. HAGER, Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation, Bonn.

2. Organische Bestandteile des Bodens. Von Privatdozent Dr. K. MAIWALD, Breslau.
3. Die chemische Gesamtanalyse des Bodens. Von Dr. A. RIESER, Wil (Schweiz).

C. Die biologische Beschaffenheit des Bodens.

1. Niedere Pflanzen. Von Prof. Dr. A. RIPPEL, Göttingen.
2. Höhere Pflanzen in ihrer Einwirkung auf den Boden. Von Prof. H. LUNDEGÅRDH, Stockholm.
3. Die Tiere (Leben und Wirken der für den Boden wichtigen Tiere). Von Prof. Dr. R. W. HOFFMANN, Göttingen.

Zweiter Teil: Angewandte oder spezielle Bodenlehre (Technologie d. Bodens).

Achter Band.

Der Kulturboden und die Bestimmung seines Fruchtbarkeitszustandes.

A. Der Kulturboden, seine Charakteristik und seine Einteilung vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkt.

B. Die Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens.

1. Die Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes. Von Prof. Dr. W. MEVIUS, Münster i. Westf.
2. Die Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens mit Hilfe chemischer Untersuchungsmethoden.
 - a) Die Bestimmung der im Boden im leicht löslichen Zustande vorhandenen Nährstoffe. Von Prof. Dr. A. GEHRING, Braunschweig.
 - b) Die Bestimmung der in Salzsäure löslichen Mineral- und Nährstoffe des Bodens und die Bewertung der Befunde des Salzsäureauszuges. Von Prof. Dr. A. A. J. v. 'SIGMOND, Budapest.
 - c) Die Bestimmung der relativen Löslichkeit der Phosphorsäure im Boden. Von Prof. Dr. O. LEMMERMANN, Berlin.
 - d) Die Bodenabsorption und der Basenaustausch in ihrer Bedeutung für den Fruchtbarkeitszustand des Bodens. Von Prof. Dr. A. GEHRING, Braunschweig.

- e) Die Bodenazidität in ihrer Bedeutung für den Bodenfruchtbarkeitszustand sowie die Methoden ihrer Erkennung und der Bestimmung des Kalkbedarfs der sauren Böden. Von Prof. Dr. H. KAPPEN, Bonn.
- f) Das Stickstoffkapital des Bodens und seine Bestimmung. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen.
- g) Die im Boden vorhandenen schädlichen Stoffe. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen.
3. Die Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens mit Hilfe biologischer Methoden.
 - a) Pflanzenanalyse, Keimpflanzenmethode und MITSCHERLICH-Verfahren zur Bestimmung des Bodenfruchtbarkeitszustandes. Von Prof. Dr. E. HASELHOFF, Kassel.
 - b) Die Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens durch den Gefäßversuch. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen.
 - c) Die Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens durch den Feldversuch. Von Prof. Dr. TH. ROEMER, Halle a. S.
4. Bakteriologisch-chemische Methoden zur Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens und der Kreislauf der Stoffe. Von Prof. Dr. A. RIPPEL, Göttingen.

Neunter Band.

Die Maßnahmen zur Kultivierung des Bodens.

C. Die Maßnahmen zur Kultivierung des Bodens.

1. Meliorationsmaßnahmen. Von Prof. W. FRECKMANN, Berlin.
2. Landwirtschaftliche Bodenbearbeitung. Von Prof. Dr. O. TORNAU, Göttingen.
3. Landwirtschaftliche Düngung.
 - a) Direkte Düngung. Von Prof. Dr. M. POPP Oldenburg.
 - b) Indirekte Düngung. Von Dr. G. HAGER, Dir. d. landw. Versuchsstation Bonn.
 - c) Die Beeinflussung der Mikroorganismen-tätig-

- keit im Boden. Von Prof. Dr. A. RIPPEL, Göttingen.
4. Die teichwirtschaftliche Behandlung des Bodens. Von Prof. Dr. HERM. FISCHER, München.
5. Forstwirtschaftliche Bodenbearbeitung und Düngung (Einwirkung der Waldvegetation auf den Boden). Von Prof. Dr. W. GRAF ZU LEININGEN-WESTERBURG, Wien.

D. Der Boden als Vegetationsfaktor (Pflanzen-physiologische Bodenkunde).

- Von Prof. Dr. E. A. MITSCHERLICH, Königsberg.

Zehnter Band.

Die technische Ausnutzung des Bodens, seine Bonitierung und kartographische Darstellung. Mit Generalregister zu Band I—X.

Die Bonitierung der Ackererde auf naturwissenschaftlicher Grundlage.

Die Bedeutung des Bodens in der Technik und im Wirtschaftsleben der Völker.

1. Die technisch-wirtschaftliche Ausnutzung des Bodens bei den Naturvölkern. Von Prof. Dr. H. PLISCHKE, Göttingen.
2. Die technische Nutzung der Moore. Von Prof. Dr. G. KEPPeler, Hannover.
3. Die wirtschaftliche Bedeutung der Seeböden. Von Privatdozent Dr. E. WASMUND, Kiel.

4. Die Bedeutung des Bodens im Bauwesen. Von Oberingenieur Dr. B. TIEDEMANN, Berlin.
5. Die Bedeutung des Bodens für Technik und Gewerbe. Von Privatdozent Dr. F. GIESECKE, Göttingen.
6. Die Bedeutung des Bodens in der Hygiene. Von Prof. Dr. G. NACHTIGALL, Hamburg.

Die Bodenkartierung.

- Von Prof. Dr. H. STREMMER, Danzig-Langfuhr.

Generalregister zu Band I—X.

Generalregister zu Band I—X.

Bearbeitet von Dr. F. GIESECKE, Göttingen
und Dr. ERIKA FREIHN VON OLDERSHAUSEN, Göttingen.

- Abbrennen vgl. Brandkultur, Moorbrennen.
Abfluß vgl. Bodenentwässerung.
— Bedeutung für den Wasserhaushalt der Erde II 89—91.
— Bewaldung und II 89.
Abflußeinheiten für Entwässerungsgräben IX 13.
abflußlose Gebiete, Salzseebildung in V 188.
— Verdunstung in VI 222.
— Verhalten der Flüsse in I 237.
Abflußstörungen bei der Dränung IX 34—36.
Abflußwasser als Magnesiumlieferant des Trinkwassers X 229.
— Anreicherung des Grundwassers an Sulfaten durch X 183.
— Kupfer im VIII 462.
— Pflanzennährstoffgehalt IX 42, 44.
— Pflanzenschädigungen durch VIII 306, 458, 462; IX 374.
— Reinigung mit Hilfe des Bodens X 244 f.
— Schwermetalle im VIII 306, 458.
— Trinkwassergewinnung aus Flüssen und Einleiten des X 241.
— Torf zur Reinigung der X 128.
— Zusammensetzung verschiedener IX 44.
Abfrieren der Geisteinsoberfläche I 271; vgl. III 48 f.
Abkühlungsgesetz von NEWTON I 173.
Ablation III 31.
— als Teilvorgang der Denudation II 150.
— Staub als Schutz vor III 42.
Abplatzen, schaliges, I 171.
Abrasion I 73.
— marine I 250 f.
— subaerische I 250, 310.
Absatzgesteine vgl. Sedimentgesteine.
Absatzmethoden vgl. Sedi-
mentierverfahren.
Absaugmethode nach ZUN-
KER V 225; VI 137 (Abb.),
138.
Abschuppen, feinplattiges
I 171.
absolute Druckfestigkeit
VI 33.
absolute Neutralisationskraft
des Bodens VIII 358.
absolute Wasserkapazität
VI 130, 131.
Absonderung, plattenförmige
I 175.
absorbierender Bodenkom-
plex VII 177; vgl. Ver-
witterungskomplex.
— als Azidoid VIII 322.
— als Neubildung VIII 318.
— Bakterienabsorption
durch VII 179.
— Bedeutung bei Podsolie-
rungsvorgang III 156,
157.
— Charakteristik des an-
organischen Teils des
VII 21, 177; VIII 308, 318.
— Einwirkung der Alkali-
salze der Salzböden auf
III 324, 329 f.
— Frage nach der Natur des
VIII 195 f., 207, 217.
— Gesamtwertigkeit in
kastanienfarbigen Böden
III 304, 305.
— Gleichsetzung des minera-
lischen Anteils mit Ton-
fraktion VII 22, 177.
— Humatanteil des VII 21,
176 f.; VIII 228.
— Kennzeichnung VII 21,
22, 176 f.
absorbierender Bodenkom-
plex, Salzsäureauszüge
und Rekonstruktion des
VIII 164, 165.
— saurer Charakter der Ton-
erde im VIII 162, 163.
— Schema des VII 177.
— Zusammensetzung des or-
ganischen Anteils des
VII 178; VIII 228.
Absorption vgl. Bodenab-
sorption.
— Kali- vgl. Kaliabsorption.
— Kaolin und I 64; VIII 197.
— Gesteine und II 219, 224;
VIII 207, 222.
— Nährstoffe im Teich-
schlamm IX 301, 320;
vgl. 308, 312—314, 319.
— Phosphorsäure- vgl. Phos-
phorsäureabsorption.
— Temperatur und VIII 188,
230.
— von kristalloid gelösten
Stoffen I 226 f.
absorptionsfähige Bodenkör-
per vgl. zeolithartige Bo-
denbestandteile.
— Arten der I 63, 80, 81;
vgl. VII 21, 177; VIII 308,
318.
— Beziehungen zum Ton
II 202; VII 7—22.
— Natur der II 158, 202;
VII 8 f.; vgl. VII 47 f.
— Zeolithe und I 75; II 156;
VII 8 f.
Absorptionsverbindungen
nach VAN BEMMELEN, aus-
tauschfähige Verbindun-
gen als VII 49.
— Humusstoffe als VII 51.
— Kennzeichnung VII 9, 16;
VIII 154 f., 204 f., 212.
— Neutralsalzzersetzung und
VIII 236.
— Permutioide als VII 59.
— Salzsäureauszüge zur Ge-
winnung der VIII 150, 155.

- Absorptionsverbindungen, Verwitterungskomplex als VII 18.
- Absorptionsvermögen vgl. Bodenabsorption.
- anmoorige Böden VIII 28.
- als Grundlage zur Bodenklassifikation IV 9; X 17.
- als Maßstab zur Bonitierung X 17, 22.
- Gesteine II 219, 224; VIII 207, 222.
- Humusstoffe VIII 199 f., 206.
- Marschböden IV 171.
- Mineralien VIII 197, 207, 222.
- organische Substanz VIII 199; vgl. 206, 223 f.
- Sandböden VIII 185, 200.
- saure Böden VIII 261, 262, 372.
- Schwarzerde VIII 199.
- tropische Böden III 382.
- Unfruchtbarkeit der Serpentinböden trotz hohen X 18.
- absorptiv gesättigte Böden VIII 244, 245.
- absorptiv ungesättigte Böden VIII 244.
- Beweglichkeit des Kalziumions in VIII 263.
- Neutralsalzzersetzung als Kennzeichen der VIII 245.
- saure Reaktion als Grundmerkmal der VIII 245.
- Abtragung durch Eis I 257, 287.
- durch Wind I 294—297; III 74 f.
- Erhaltungsumstände fossiler Böden vor IV 233 f.
- fließendes Wasser und Größe der I 237, 240, 241.
- Fossilität der Böden und IV 225.
- trockene I 309—320.
- Vegetation als Schutz vor V 250.
- Abwässer, städtische, vgl. städtische Abwässer.
- Abwasserschlämme vgl. Schlamm.
- Jodreichtum des X 247.
- zu Düngezwecken X 247, 248.
- Abwasserteiche IX 346, 347 (Abb.).
- Algen in IX 339.
- Fauna in IX 340—342.
- Abwitterung II 164, 165.
- im arktischen Gebiet III 52, 54.
- Abwitterung, physikalische vgl. physikalische Abwitterung.
- schalenförmige II 170.
- Untersuchungen über die Größe der II 194, 195, 224.
- Ackerbau vgl. Landwirtschaft.
- Abhängigkeitsfaktoren der Ausnutzung der Ortsböden für IV 2.
- Geschichtliches I 29 f.
- Wüstenbegriff und III 437.
- Ackerboden vgl. Boden, Kulturboden.
- Ackersterbe auf IX 429, 495, 496.
- Aufforstung von IX 495, 496.
- Bodenbearbeitung des IX 93—208.
- Bonitierung VIII 44, 45; vgl. X 1 f.
- Geschiebelehm als V 238.
- Löß als V 385.
- Lößlehm als V 347.
- Melioration des IX 1—93.
- Nährstoffverarmung bei Umwandlung in Teichböden IX 300.
- Waldböden als IX 438, 439.
- Ackergare vgl. Bodengare.
- Ackerkrume als Bodenbeurteilungsmoment V 190.
- als durch künstliche Eingriffe geschaffener Horizont V 35.
- Bedeutung für Bonitierung X 24.
- Definition V 6, 33; VIII 6.
- Gefäßversuch und Berücksichtigung der VIII 553, 554; IX 532.
- MITSCHERLICH-Methode und Berücksichtigung der VIII 513.
- NEUBAUER-Methode und Berücksichtigung der VIII 498.
- Untergrund in seiner Bedeutung für VIII 7; IX 120—122.
- Untergrundschichten und Bearbeitung der IX 186.
- Veränderung durch Bodenbearbeitung V 35, vgl. IX 93—208.
- Vertiefen durch Tiefkultur IX 189.
- Ackerland, Kulturmaßnahmen als Voraussetzung für Bodennutzung als VIII 12.
- Pflanzenbestand zur Beurteilung der Geeignetheit von Wüstenböden als VIII 83.
- Ackerland, Unterscheidung von Wiesen und Weiden VIII 12.
- Ackersole vgl. Pflugsole.
- Ackersterbe, Aufforstung landwirtschaftlich genutzter Böden und IX 495, 496.
- der Waldbäume IX 429.
- Ackerunkräuter vgl. Unkräuter, wildwachsende Pflanzen.
- Actinomyceten VII 242.
- als Eiweißzersetzer VII 270.
- Ammoniakbildung und VII 270.
- an Pflanzenwurzeln VII 266.
- Anzahl im Boden VII 256.
- Bodenreaktion und VII 260, 319.
- Bodentiefe und Verteilung der VII 258.
- Desulfurikation und VII 329.
- Myzelbildung VII 241 (Abb.).
- Stickstoffbindung und VII 307.
- Verbreitung im Boden VII 256, 257.
- Zellulosezersetzung durch II 227, 228, 231; VII 319.
- Actinomykose in ihren Beziehungen zum Boden X 217.
- Adhäsion VI 31—40.
- Bestimmung im gewachsenen Boden V 227.
- Kennzeichnung VI 32.
- Adsorption vgl. Bodenadsorption, Gasadsorption durch Boden.
- Ammoniak- vgl. Ammoniakadsorption.
- apolare I 228; VII 60.
- chemische Bindung und I 212.
- Gesteine und II 224.
- Kohlensäure vgl.- Kohlensäureadsorption.
- polare I 228; VII 60.
- Sauerstoff- vgl. Sauerstoffadsorption.
- Schwermetallbarkeit der Böden und Luft- I 225; VI 94, 240, 316, 318 bis 322; IX 380.
- Temperatureinfluß auf I 224.
- Ursache der VI 71 f.
- von Dämpfen I 224, 225.

- Adsorption von Gasen I 224, 225; VI 67, 315—341; VIII 210.
 — von Luft vgl. Luftadsorption.
 — Wasserdampf durch Boden I 225; VI 216.
- Adsorptionsisotherme, FREUNDLICHsche I 223, 229; VII 59, 62, 105, 106.
 — Ammoniakadsorption und VIII 215.
 — Salzabsorption durch Torf und VIII 227.
 — Umformung zur Umtauschisotherme VII 62, 107.
 — Wechselwirkung zwischen Böden und Säuren und VIII 358.
- Äquivalentadsorption I 226, vgl. VII 58f.
- aerobe Mikroorganismen VII 247.
 — Azotobacter als streng-VII 247—258, 300.
 — Bodentiefe und Verteilung der VII 258.
 — Eiweißabbau durch II 240f.; VII 268, 269.
 — Zelluloseabbau durch II 228f.; VII 316.
- Aefja V 134 (Abb.), 135 (Abb.), 146; IX 305.
 — Arten V 135, 146.
 — Kennzeichnung V 135.
 — phänologische Untersuchung zur Beurteilung der Sedimentbildung V 106.
- Afrika, Analysen tropischer Böden aus III 378, 379, 381.
 — Bodenkartierung X 409 bis 418.
 — Bodentypen III 347 bis 349, 351, 368.
 — Klimakunde II 35f.
 — tropische Verwitterung in IV 241.
 — Übersichtsbonitierung X 416.
- Agar-Agar VII 320.
- Agrikulturchemie, Aufgaben der I 16.
 — Begründung der wissenschaftlichen I 52, 54.
 — Beziehungen zur Bodenlehre I 3—18, 28, 58.
 — Verschiedenheit der Grundlagen der Aquäkulturchemie von denen der IX 300.
- Agrogeologie als geologische Richtung der Bodenkunde I 9.
- Agrogeologie als Teil der Bodenkunde I 18.
 agronomische Karten I 69, vgl. Bodenkartierung.
 agronomisch-geologische Kartierung V 275—279; X 20.
 — Bedeutung für Landwirtschaft X 285.
 — bei Herstellung der Gutskarten X 303.
 — Belgien X 274, 275.
 — Bodeneinteilung und IV 37, 39.
 — Bodentaxation und X 25, 28, 32, 44.
 — Brasilien X 409.
 — Bulgarien X 276.
 — Dänemark X 277.
 — Deutschland X 280f., vgl. V 312—318, 335—343, 346—360, 367—377, 397 bis 401, 406—412, 418 bis 422.
 — Finnland X 307, 308.
 — Frankreich X 309f.
 — Griechenland X 314.
 — Italien X 322f.
 — Litauen X 327.
 — Methoden der Kartendarstellung bei der X 266.
 — Niederlande X 327, 328.
 — Österreich X 329f.
 — Schweiz X 352f.
 — Spanien X 355.
 — Tschechoslowakei X 355f.
 — Ungarn X 364f.
- agrophysikalische Bodenkartierung X 262, 356, 362.
- Ägypten, Bodenbildungen und Verwitterungserscheinungen in III 448, 455 bis 457, 471, 493—494.
 — Bodenkartierung X 416.
 — Klimazonen III 493, 494.
 — Verwitterungserscheinungen an Baudenkmälern in II 172, 223.
- Akkumulation I 241, vgl. Aufschüttungsböden.
 — Bedeutung für Wasserbau I 239.
- aklimatische Böden IV 1 bis 224.
 — Arten der IV 3.
 — humusreiche Bodenarten in heißen Zonen als IV 197.
 — klimatische Bodenbildungen im Gegensatz zu I 27; IV 1, 2, 4, 5.
 — spezielle Verwitterungslehre und I 4.
- aktuelle Azidität VIII 371.
- aktuelle Azidität, Bestimmung VIII 330—352.
 — Kalkbedarfsermittlung und VIII 412.
- Alaun, Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit der Alkaliböden durch VI 164.
 — zur Alkalibodenverbesserung III 337; VII 78.
- Alaunausblühungen, Ammoniakherkunft der II 282.
 — bei Sandsteinen II 276f.
 — Gitterstrukturen und II 284.
 — im arktischen Gebiet III 59, 60, 63.
 — Zusammensetzung II 276, 280; III 59, 60.
- Algen VII 333—335.
 — als erste Besiedler trockengelegter Salzsümpfe VII 348.
 — als Vegetationspioniere auf Felsboden VII 336, 337; IX 429.
 — Arten VII 334, 335.
 — biologische Verwitterung durch II 248—257; VII 334.
 — Bodenreaktion und VII 335.
 — gemeinschaftliches Vorkommen des Azotobacters mit VII 306; VIII 645, 646.
 — Gesteinskorrosion unter Wasser durch V 134, 135.
 — Helotismus der II 250.
 — im Teichboden IX 338, 339.
 — Rolle bei der Bildung des Wiesenkalkes IV 143.
 — Sapropelbildung und ölführende IV 141.
 — Schutzmaßnahmen bei Vegetationsversuchen gegen Bildung der VIII 557.
 — Stickstoffbindung durch IX 311, 366.
 — Symbiose mit Azotobacter VIII 645, 646.
 — Verbreitung im Boden VII 256, 335.
 — Verwertung organischer Substanz durch IX 339.
 — Wasserdampfaufnahme durch terrestrische VII 335.
- Algengytja V 116, 118.
- Alinit als stickstoffbindendes Impfpräparat VII 306; IX 288.

- Alkaliböden vgl. Sodaböden, Szikböden I 83; III 314 f.; VII 78.
- Absorption in IX 227, 228.
- als Ortsböden III 315.
- austauschbare Basen in VIII 164.
- Beziehungen zwischen Salzgehalt und Humusgehalt bei VII 142.
- Bildung I 78; III 315 f., VII 369; VIII 305, vgl. Sodabildung.
- Bodensalztypen der III 321.
- Borvorkommen in VIII 465.
- Eigenschaften I 78; III 317 f.
- Einfluß der Bewässerung auf III 315, 316; IX 228.
- Einteilungsprinzipien III 323—325.
- Entstehung III 334.
- Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit durch Sulfate VI 164.
- hygroskopische Schichtdicke VI 164.
- Klassifikation III 338, 339.
- Leitfähigkeit zur Bestimmung des Salzgehaltes der VIII 114.
- natürliche Pflanzendecke als Indikator für Kulturfähigkeit der VIII 81.
- Pflanzen und VII 369.
- Schwarz- vgl. Schwarzalkaliböden.
- Sodagehalt und Bezeichnung der III 314.
- Thiobazillus B in VII 331.
- Vegetation zur Charakterisierung der III 323.
- Verbesserungsmaßnahmen III 337—340; VII 78; IX 228.
- Verbreitung III 317.
- Wasserauszüge zur Beurteilung der VIII 110, 111.
- Weiß- vgl. Weißalkaliböden.
- Alkalien vgl. Basen.
- Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 171.
- Bodenstrukturveränderungen durch VII 73; VIII 277, 310.
- chemische Bestimmung bei der Bauschalyse VII 227—230.
- Durchlässigkeitsverminderung durch VII 71; VIII 277.
- Alkalien, Eintauschreihenfolge beim Basenaustausch VIII 247.
- Hygroskopizitätsbeeinflussung durch VIII 278.
- Verkrustung durch VIII 292.
- Wasserkapazitätserniedrigung durch VII 77.
- zur Extraktion der Humusstoffe VII 146, 147, 150 f.
- Allite II 296; III 367.
- Bildung in zwei Horizonten III 419.
- Definition III 399; IV 275, 276.
- fossile vgl. fossile Allite.
- geologisches Vorkommen IV 277.
- im Laterit III 196.
- lateritische Zersatzzone als III 416, 419.
- Umwandlung des Wittergesteins in IV 226.
- Zusammensetzung vgl. III 422.
- allitische Lehme III 385.
- Beschaffenheit III 385, 386.
- Unterscheidungsmerkmale gegenüber siallitischen Lehmen III 386, 387.
- Zusammensetzung III 378, 379, vgl. III 387.
- allitischer Rotlehm III 401 bis 404; IV 246.
- chemische Zusammensetzung III 402.
- physikalische Beschaffenheit III 403, 404.
- Profilbeschreibung III 387 f.
- allitische Siallite in tertiären Roterden IV 279 (Abb.).
- tropische Kalkverwitterung in IV 286.
- Allophane als Gelgemenge VII 16; VIII 209.
- als Kennzeichen der Lehme aller Klimate III 398.
- als kristalline Gele III 398; VIII 209.
- Allophanite IV 288.
- chemische Zusammensetzung IV 290, 291.
- Allophanoide als Produkt der Lehmverwitterung III 184.
- als Zersetzungsprodukt der Plagioklase VII 17.
- im tropischen Podsolprofil III 435.
- Allophanoide in siallitischen Lehmen III 386.
- Temperatureinfluß auf IV 244.
- Allophantone als kolloide Modifikation der Zeolithe VII 17; VIII 209, 214.
- Natur der II 158.
- röntgenspektrographische Ermittlung des Hydrargillits in II 158.
- Unterscheidung von Feldspatresttonen VII 16.
- Alluvialböden I 78; IV 17 f., 24, 36; V 1.
- Bedeutung in den Tropen; III 367; vgl. V 437, 447, 451.
- Gesteinsüberdeckung durch IV 83, 90; vgl. IV 234 f.
- Radiumemanationsgehalt VI 394.
- alluviale Sande IV 71.
- Radiumemanationsgehalt VI 394.
- Alm vgl. Wiesenkalk.
- Alpenhumus III 108; IX 389.
- als Endergebnis der Kalkverwitterung V 423.
- auf Kalksteinen V 418.
- Bodenreaktion und IX 389.
- Definition III 110.
- Kalk und III 110.
- Kalkzufuhr durch Staub und I 309; V 423.
- Alpenmoder IX 389, 391, 392.
- Bodenreaktion des IX 389, 407.
- Mineralstaub und IX 389.
- Ortsteinbildung durch IX 389.
- Podsolierung durch IX 389.
- Verlust durch Kahlschlag IX 425.
- Alpenmodererden III 108.
- Alpenmull III 108.
- alpine Böden III 96—118; vgl. Hochgebirgsböden.
- Arten der V 422.
- Bodenreaktion III 101, 102.
- chemische Verwitterung und I 80; vgl. III 96 f.
- Humusanalysen III 112.
- Humusgehalt III 110.
- Pflanzengesellschaften und Humusproduktion auf III 113.
- Profile VII 377 (Abb.).
- Reaktion der III 101; VII 377.
- Staub bei der Bildung der I 309; III 113; VII 376; IX 389.

- alpine Böden, Vegetations-
einfluß auf Entwicklung
der VII 377.
- alpine Gefornis III 38.
- alpine Humusböden III 101,
108—113.
- Bodenreaktion im Profil
der VII 375.
- Profil VII 375 (Abb.).
- Verbreitung und Höhen-
lage III 109.
- Alphitite V 107; vgl. X 145.
- Altenit vgl. Endlaugenkalk.
- altpliozäne Verwitterungs-
decken IV 233.
- Altwasser I 234.
- Aluminatsilikate VIII 203.
- GANSENSCHE Molekular-
theorie und VIII 156.
- Gemeinsames mit Zeo-
lithen VII 18.
- leichte Angreifbarkeit der
VIII 155, 156.
- starkes Austauschver-
mögen der VII 15.
- Aluminium vgl. Tonerde.
- Anregung der Stickstoff-
bindung des Azotobaktters
durch VII 303.
- Austauschazidität und
VIII 232 f., 366.
- Bedeutung der ausflocken-
den Wirkung des VIII 307.
- Bestimmung im Salzsäure-
auszug VIII 170.
- chemische Bestimmung in
der Bauschanalyse
VII 218, 219.
- Gewinnung aus Laterit
III 420.
- mikrochemische Bestim-
mung VII 35.
- Titan als ständiger Be-
gleiter im Boden VII 217.
- Trennung von Eisen im
Analysengang VII 213.
- Aluminiumhydrogel I 219.
- Frage nach der Wasser-
bindung im VII 50.
- Gehalt verschiedener Bo-
dentypen an III 167;
VII 49.
- in Terra rossa III 195.
- Lateritbildung und I 93;
III 394, 395.
- Schwierigkeit der Gewin-
nung aus Boden VII 98.
- Temperatureinfluß auf
IV 244.
- Überführung des Sols bei
Analyse im VII 211.
- Aluminiumhydrosol, Elektro-
lytgehalt und Beständig-
keit des VII 50.
- Entstehung VII 49.
- Aluminiumhydrosol, Schutz-
kolloidwirkung der Hu-
mussäure auf VII 50.
- Überführung bei Analyse
in Gel VII 211.
- Aluminiumoxyd vgl. Tonerde.
- Aluminiumsalzausflockung
der Humuskolloide durch
VIII 287.
- Bodenversauerung durch
VIII 232 f., 329.
- Herabminderung der
Schädlichkeit durch Kalk
und Phosphorsäure
VIII 462.
- Pflanzenschädigungen
durch VIII 461, 462.
- Phosphatfestlegung durch
VIII 304.
- Reizwirkung der VIII 454.
- Aluminiumsulfat vgl. Alaun.
- Szikbodenverbesserung
durch III 337.
- Alumogel III 406.
- Gelstrukturen und III 390.
- in der Eisenkruste des
Laterits III 390.
- Alvarböden V 36.
- Ameisen, Bedeutung für Vege-
tation VII 419, 420.
- Bodenfarbe und VII 420.
- Einwirkung auf Boden
VII 418—422. [VII 421.
- Gesteinslockerung durch
— im Tschernosem III 275.
- Tiefe der minierenden
Tätigkeit der VII 421.
- weiße, vgl. Termiten.
- Ameisensäure als Ursache der
Bodenmüdigkeit IX 375.
- Entstehung durch Tätig-
keit des Bazillus amylo-
bakter VII 297.
- Amerika, Bodenkartierung
X 391—409.
- Klimakunde II 38 ff.
- Klimawerte der Boden-
typen in III 25, 26.
- Mittel-, vgl. Mittelamerika.
- Nord- vgl. Nordamerika.
- Süd- vgl. Südamerika.
- Amikronen I 205, 208, 219.
- Aminosäuren, Arten der bei
der Eiweißhydrolyse er-
haltenen I 167, 168; II 240
bis 242; vgl. VII 160.
- Mikroorganismen bei der
Bildung der II 240.
- Ammoniak vgl. Basen.
- als Endprodukt der mikro-
biellen Eiweißzersetzung
VII 266 f.; VIII 435.
- als erstes Assimilations-
produkt des Azotobaktters
VII 302.
- Ammoniak als Indikator für
Verunreinigung des Bo-
dens mit Fäkalien X 234,
235.
- Ausnutzung durch die
Pflanzen VIII 423, 424,
631; IX 250, 251.
- Bestimmungsmethode
VII 238; VIII 441.
- Bewegung im Boden
IX 247 f.
- Diffusion aus dem Boden
VI 306; IX 248.
- Dissoziationskonstante
I 199.
- Gewinnung bei Torfver-
gasung X 127.
- im Kreislauf der Stoffe
VIII 601.
- in der Reihenfolge der ab-
sorbierten Basen VIII 189.
- Nitratbildner als empfind-
lich gegen VII 278;
VIII 630.
- Verluste der natürlichen
Dünger an VIII 433.
- Vorbereitung der Feinerde
zur mechanischen Analyse
mit VI 4 f., 20; VII 81.
- Zuführung durch Nieder-
schläge VI 262—266;
VIII 435.
- Ammoniakadsorption VI 326
bis 334; VIII 193, 202,
203; IX 249.
- Ammoniakverdunstung
und VI 265, 266, 333,
334.
- Auswaschung und IX 247.
- Beziehungen zur mecha-
nischen Zusammenset-
zung VI 331 f.
- Bodenfeuchtigkeit und
VIII 203.
- Bodenkonstituenten und
VI 326—330; VIII 203.
- durch Torfstreu X 122.
- Eisengehalt der Böden in
seiner Beziehung zur
VI 331 f.
- Humus und VIII 199.
- im Boden I 224; VI 326
bis 334.
- im Teichboden IX 314.
- Kolloide und VI 330 f.
- Korngröße und VI 329;
VIII 203.
- Vergleich zwischen Hygro-
skopizität und VI 332,
341; VIII 203.
- verschiedener Bodenarten
VI 326—334.
- Ammoniakbildung VII 266
bis 274; vgl. Ammonifi-
zierung.

- Ammoniakbildung Actinomyceten und VII 270.
 — als erste Stufe der Mineralisation organischer Stickstoffverbindungen VIII 622.
 — als Maßstab der Humuszersetzung VI 298, 301.
 — als notwendige Vorstufe zur Nitratbildung VIII 627.
 — *Aspergillus niger* und VIII 625.
 — Bodenbearbeitung und VIII 627.
 — Bodenfeuchtigkeit und VIII 627.
 — Bodenreaktion und VIII 628, 630.
 — Faktoren zur Beeinflussung der mikrobiellen VIII 624f.
 — Fäulniskraft als Maßstab der VIII 450, 623.
 — Intensitätsmessung VIII 623.
 — Jahreszeiten und VIII 628.
 — Kohlehydrate in ihrer Einwirkung auf VIII 625.
 — Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis und VIII 624, 626.
 — Quellen der VIII 623.
 — Sauerstoffwirkung auf VIII 626, 627.
 — unter aeroben Verhältnissen VII 268, 269; VIII 626, 627.
 — unter anaeroben Verhältnissen VII 267; VIII 627.
 — zur Ermittlung der Düngewirkung organischer Dünger VIII 450, 451, 550; vgl. IX 259.
 Ammoniakgehalt als Maßstab für Zersetzung der organischen Substanz VI 298.
 — atmosphärische Luft I 149; VI 262—266.
 — Bodenluft VI 301.
 — Meerwasser I 244.
 — Niederschläge VI 263f.
 — Niederschlagshöhe und Luft- VI 263.
 — Nitrifikationsvermögen der Böden als Grund für geringen VIII 192, 435.
 — Pflanzenschädlichkeit des zu hohen VI 266.
 — Regenwasser I 150, 151; VI 263f.
 — Schnee I 151.
 — Ursachen der Schwankungen in der atmosphärischen Luft VI 264—266.
 Ammoniakgehalt verschiedener Bodenarten VIII 424, 425, 621; IX 247f.
 Ammoniakverdunstung, Ammoniakadsorption und VI 334.
 — aus dem Boden VI 265, 266; IX 248.
 Ammonifizierung vgl. Ammoniakbildung.
 — forstlicher Unterbau und IX 428.
 — im Waldboden IX 363.
 — Kahlschlag und IX 422.
 — Kalkung und IX 280.
 Ammoniumchlorid, Absorption des VIII 185, 195, 231.
 — Bodenstruktur und VII 80.
 — Wasserdurchlässigkeit der Böden und VI 192.
 Ammoniumkarbonat, Absorption des VIII 185.
 — in der atmosphärischen Luft VI 262.
 Ammoniumnitrat, Absorption des VIII 185, 231.
 — als Düngemittel ungeeignet IX 253.
 — Verwendung beim MIRSCHERLICH-Versuch IX 501.
 Ammoniumsalze, Absorption durch Boden I 61; VII 8; VIII 185, 193, 199—201, 215, 216, 220, 230, 231, 244—246.
 — Bodenreaktion und VIII 404—406.
 — Bodenstruktur und VII 79, 80.
 — physiologische Reaktion VIII 404—406, 409, 410.
 — Stickstoffverluste in der Teichbodendüngung bei Verwendung von IX 324.
 Ammonsulfat IX 245f.
 — Absorption des VIII 185, 231.
 — als Düngemittel IX 252.
 — Bodenstruktur und VII 78.
 — Durchlässigkeit des Bodens und VIII 277.
 — Einwirkung auf Beton X 182.
 — Entkalkung durch IX 448.
 — Gewinnung bei Torfvergasung X 127.
 — Kohlensäureproduktion und VIII 614.
 — Mikroorganismenzahl und IX 298.
 — physiologische Reaktion VIII 404; IX 252.
 — Verwendung in der Forstwirtschaft IX 453, 454.
 Ammonsulfat, Wirkungswert IX 531.
 Ammonsulfatsalpeter als Düngemittel IX 246, 253.
 — Bodenstruktur und VII 80.
 Ammonzitratsmethode VIII 134, 140.
 Amöben VII 383.
 — Anzahl im Boden VII 385.
 Amphibien in ihrer Einwirkung auf den Boden VII 426, 427.
 Amphibole als gesteinsbildende Mineralien I 98, 99.
 anachorische Rinden III 497.
 anaerobe Mikroorganismen VII 247.
 — *Bacillus amylobacter* als streng- VII 297.
 — Bodentiefe und Verteilung der VII 258.
 — Eiweißabbau durch II 240f.; VII 267, 268.
 — Nichtanwendbarkeit des Plattenzählverfahrens bei VII 252, 253.
 — Zelluloseabbau durch II 228f.; VII 313—316.
 Analcim I 94, 95.
 — chemische Zusammensetzung VIII 160, 208.
 — Hydratwassergehalt VIII 232.
 — Umwandlung der Pyroxene in I 97.
 Anatolien, vgl. Türkei, Bodenkartierung X 386.
 — Etesienklima in II 45.
 — Steppenklimate in II 46.
 Anchimetamorphose, Begriffsbestimmung IV 242.
 — Umwandlung der Verwitterungsgesteine durch IV 242—247.
 — Unterschied von Metamorphose II 156; IV 242.
 Andesit IV 57.
 — in der Systematik der Eruptivgesteine I 118.
 — in mineralogischer Hinsicht I 127, 128.
 — Fruchtbarkeit der Böden des IV 57.
 — Löslichkeitsversuche mit II 210.
 — Zusammensetzung I 127.
 anfeuchtende Bewässerung IX 43.
 Anguillulosis in ihren Beziehungen zum Boden X 216.
 Anhäufungskultur bei der mikrobiologischen Bodenuntersuchung VII 249.
 Anhydrit vgl. Gips.

- Anhydrit als bodenbildendes Mineral I 107, 108.
 — als Wüstensalz III 479, 481, 488.
 — Ammoniakadsorption durch VI 330.
 — Beziehungen zwischen Grundwasser und V 89f.
 Anionen vgl. Säuren.
 — Austauschazität und Art der VIII 368.
 — Auswaschung der VIII 222, 260, 302, 437.
 — Baseneintausch in Abhängigkeit von VIII 231.
 — flockende Wirkung der Kationen in Abhängigkeit von VIII 283.
 — Frage nach der Absorption der I 226; VIII 191, 222, 229, 258.
 — Reihenfolge der Absorption der VIII 222, 229.
 Ankylostomiasis in ihren Beziehungen zum Boden X 214f.
 anmoorige Böden IV 124; IX 310.
 — als Teichböden IX 310.
 — als Übergangsbildung von Moor zu Mineralboden VIII 23, 24, 27.
 — Bakterienarmut der VIII 28.
 — Entstehung des Humus der IV 141.
 — im Schwarzerdegebiet III 258.
 — landwirtschaftliche Nutzung V 344; VIII 27, 28.
 — Muddetorf als IV 133, 134.
 — Pflanzenschädigungen durch Überkalkung auf IX 280.
 — Stauberieselung und ausreichende Entwässerung der IX 47.
 Anreicherungszone, Anteilnahme der Vegetation an Bildung der III 434, 435.
 — chemische Beschaffenheit III 405—407.
 — Eisen in III 390, 404f.
 — Entstehung III 408, 409, 418, 431—435.
 — im Lateritprofil III 389, 391, 406, 407 (Analysen), 411, 416, 418, 419; IV 277.
 — in Savannenböden IV 278.
 — Ortstein als VII 361 (Abb.).
- Anreicherungszone, Tonerde in III 390, 406f.
 Antagonismus IX 271, 461, 518.
 Antarktis vgl. Polargebiete.
 — klimatische Verhältnisse II 53.
 — Kryokonit in III 78, 79.
 — Salsausblühungen in der III 67.
 äolische Ablagerungsböden I 298.
 äolische Böden I 78; IV 15, 36, 43, 47; V 2, 3, vgl. Flugsande, Lößboden.
 — Arten der I 298—308.
 — Entstehung der I 298 bis 308; V 249.
 — im subpolaren Gürtel V 249, 250.
 — in der Arktis III 74—82.
 — Kulturentwicklung und V 448.
 — Landschaftsbild und V 242.
 — Roterde als III 202.
 äolische Rückstandsböden I 298.
 Apatit als gesteinsbildendes Mineral I 105.
 — im echten Löß V 385.
 — spezifisches Gewicht VII 41.
 Apokrensäure II 236.
 — in der Synonymitätstabelle der Humusstoffe VII 169.
 apolare Adsorption I 228; VII 60.
 Aquäkulturchemie IX 300.
 Argentinien, bodenkundliche Bedeutung der geologischen Karten von X 408, 409.
 — schwarzerdeähnliche Böden in der Pampas III 347.
 Argillit I 75; VII 13, 18.
 Argillitoide VII 17, 18.
 Argon, Adsorption des VI 335.
 — in der Bodenluft VI 302.
 — in der atmosphärischen Luft I 146; VI 254.
 aride Böden IV 36; V 12.
 — Anhäufung der dreiwertigen Kationen in VIII 162.
 — Bodenreaktion VII 376; VIII 329, 330.
 — Bodenverdichtungen durch Wühlkultur in IX 183.
 — chemische Zusammensetzung im Vergleich zu humiden Böden III 6, 63.
 — Einteilung V 281.
 — fossile IV 292—302.
- aride Böden, Grenzwerte der K- und B-Quotienten der IV 254.
 — Hackkultur bei IX 204.
 — Humusgehalt III 6; VII 165, 369.
 — Humusstoffgehalt und Unterscheidungsmerkmal von humiden Böden VII 165.
 — im System der klimatischen Bodenbildung III 17f.
 — Mikroorganismenverbreitung in VII 258.
 — Mineralgehalt III 6.
 — Nährstoffreichtum III 5; VII 358.
 — Profilanordnung in Abhängigkeit von Stoffwanderung V 12, 13.
 — Regenfaktor und klimatische Einordnung der III 8.
 — Rißbildung der IX 197.
 — Salzanreicherung in III 481; VII 369; VIII 329.
 — Steppenboden als Typus der VII 367.
 — Stickstoffvorrat in VIII 426.
 — Unterscheidung von humiden Böden III 5, 6; V 235; VII 165.
 — Vegetation in ihrem Einfluß auf VII 369.
 — Zusammensetzung III 6, 63; VIII 161.
 aride Dünensande IV 227.
 aride Gebiete als Auflageungsgebiet des Festlandes IV 235.
 — Massenbewegungen und I 317.
 — Pflanzen als Grundwasserindikatoren in VIII 76, 77.
 — Schutzrindenbildung in II 281; III 493, 494.
 — Verwitterung in III 5.
 arides Klima II 29, 91; III 4; VII 358.
 — Bewässerung und IX 40, 41.
 — Bodenbildung im I 78; III 294—521.
 — bodenkundliche Kennzeichen des III 481; IV 235, 292—294.
 — Bodenverdichtungen durch Wühlkultur in IX 183.
 — Gelite als echte Absatzgesteine unter IV 228.

- arides Klima, Hackkultur im IX 204, 205.
- hydratische Verwitterung im III 449, 453.
 - NS-Quotient des III 9.
 - Salzanreicherung und III 481; IV 293; VII 369; VIII 329.
 - Sandsteinverwitterungsformen der Sächs.-Böhm. Schweiz und II 275, 276.
 - Typen des II 29.
 - Typisierung der Verwitterungsvorgänge im V 12, 13.
- aride Roterden III 255.
- Hygroskopizität III 257.
 - Zusammensetzung III 256.
- aride Schuttmassen vgl. Fanglomerate.
- aride Verwitterungsdecken IV 292, 293.
- Arkose I 136; IV 76.
- Vergrusung und IV 293, 296.
 - Muttergestein und IV 227.
 - „untransported“ IV 301.
 - „sedentary“ IV 301.
- Arktis vgl. Polargebiete.
- Bedeutungslosigkeit von Ton und Lehm als Baumaterial in der X 81.
 - Bodentemperaturen in der III 29.
 - Humusverwitterung in der III 60.
 - klimatische Verhältnisse II 52, 53; III 27—33, vgl. II 128.
 - Kryokonit in III 77, 78.
 - Salzseen in der III 67.
 - Zusammensetzung der atmosphärischen Luft in I 148.
- arktische Böden III 27—96.
- Auftautiefe III 39f.
 - Ausblühungen auf III 58, 60, 63, 66—68.
 - biologische Verwitterung und III 60, 63, 71—74.
 - chemische Verwitterung und III 54—72.
 - im System der klimatischen Bodenbildungen III 17, 19, 55, 63, 64.
 - physikalische Beschaffenheit III 63.
 - physikalische Verwitterung und III 45—54.
 - Quotient *ki* im Salzsäureauszug IV 254, 255.
 - Staub und III 74—82, V 245.
 - Strukturformen der III 82—96.
- arktische Böden, südliche Grenze der III 33.
- Vegetation und Entstehung der III 72—74.
- Arsen, Absorption des VIII 306, 463.
- Anregung der Stickstoffbindung des Azotobacters durch VII 303.
 - Austausch gegen P_2O_5 VIII 464.
 - chemische Bestimmung VIII 464.
 - Frage nach der Herkunft in exhumierten Leichen X 258.
 - im Boden VIII 305, 464.
 - in Mineralquellen X 237.
 - in Rauchgasen VIII 464.
 - Pflanzenschädigung durch VIII 306, 458, 463.
- arsenige Säure, Pflanzenschädigung durch VIII 464.
- Verlangsamung der Humifizierung durch VIII 459.
- Arsenwasserstoff in der atmosphärischen Luft VI 267.
- Pflanzenschädigung durch VI 267.
- artesisches Wasser V 87, 88.
- Bariumchlorid als giftiger Bestandteil im X 237.
 - im australischen Becken V 83.
 - Kennzeichnung VI 143.
- Arthropoden in ihrer Einwirkung auf Boden VII 413 bis 426.
- Asche als Bezeichnung von Lavagemengteilen IV 92; vgl. vulkanische Asche.
- Anbaukultur der Naturvölker und Düngung mit X 92.
 - Gehalt der Torfarten an IV 135—140, 149—156, 216, 217, 219; X 96, 100—102.
 - Humusbodeneinteilung nach Gehalt an IV 124.
 - Pflanzen- vgl. Pflanzenasche.
- Aschenboden V 36, 251; vgl. Podsolboden.
- Asien, Bodenkartierung X 385—390.
- Klimakunde II 43f.
- Asparaginsäure I 168.
- zur Bestimmung der Düngebedürftigkeit VIII 145.
- Aspergillus, Ammoniakbildung und VIII 625.
- Aspergillus, Melaninbildung beim Altern des VII 200, 201; VIII 658, 659.
- Stickstoffbindung durch VII 308.
- Aspergillusmethode VIII 518.
- Durchführung VIII 666, 667.
 - MITSCHERLICH-Methode im Vergleich mit VIII 667.
 - NEUBAUER-Methode im Vergleich mit VIII 667.
 - Zitronensäuremethode im Vergleich mit VIII 143.
- Asphalt als Verbindungsbaustoff X 195.
- Astmoostorf IV 130, 137, 138, 151, 152; VIII 25.
- Ästuarien, Gezeiten in ihrer Bedeutung für I 251.
- Atmometer zur Verdunstungsmessung VI 242 bis 244.
- Atmosphäre als Stickstofflieferant für Holzarten IX 365.
- Beziehungen zur Bodenbildung I 23f.; II 148f.; III 23.
 - bodenbildendes Material aus der I 145—151.
 - Druck und Strömungsfeld der II 16—18.
 - Gasaustausch zwischen Boden und, vgl. Gasaustausch.
 - Gegenstrahlung der II 6, 55; VI 208.
 - Stickstoff als unveränderlichster Bestandteil der VI 259.
 - Wasserdampf in der II 20—26; VI 202.
- Atmosphärische Luft II 192.
- lösende Wirkung auf Gesteine II 213f.
 - Schutzrindenbildung und III 500—504.
 - Sodabildung aus Natriumsilikaten durch III 334.
 - Verwitterung und I 54, 55, 72; II 148f., 192.
- atmosphärische Luft I 145; VI 254—268.
- Beziehungen zwischen Sauerstoff und Stickstoff der I 147.
 - Jodgehalt X 226.
 - Radiumemanation in der VI 268, 394, 395.
 - Staub in der I 150, 300, 303.
 - Wasserdampf in der II 20 bis 26; VI 202.
 - Zusammensetzung I 145 bis 151; VI 254—268.

- Ätzkalk IX 268.
 — als Ausflockungsmittel VIII 284.
 — Basenaustausch und VIII 242.
 — Bodendurchlässigkeit und VIII 379.
 — Bodenstruktur und VII 70; VIII 308f.
 — Höhe der Gaben in der Forstwirtschaft IX 448 bis 450.
 — Hygroskopizitätsverminderung durch VI 193.
 — Kapillarität des Bodens und VI 117.
 — Kohäsionsveränderung durch X 147.
 — Kohlensäureproduktion und VIII 620.
 — Mobilisierung des Humusstickstoffs durch VIII 427, 429, 430.
 — Nitrifikation und VIII 388.
 — Plastizität des Tones und VIII 308.
 — schädliche Wirkung zu hoher Gaben auf physikalische Bodenbeschaffenheit VIII 310.
 — Umwandlung in Kalziumkarbonat im Boden VI 193; VIII 223.
 — zur Aufschließung des Trockentorfs IX 399.
 — zur Teichbodendüngung IX 321.
 Ätzspuren auf Gesteinen
 — durch Bakterien II 249.
 — durch Pflanzen II 256.
 Aueböden, Charakteristik V 416.
 — Kulturentwicklung im Gebiete der V 436.
 — Kulturwert IV 72.
 — Ortsveränderungen der IV 3.
 Aueton IV 108.
 Auewaldtorf IV 130, 152.
 Aufeis III 35, 43.
 Aufforstung, Bodenbearbeitung als Vorbereitung zur Heide- IX 462.
 — Dünen IX 468—473.
 — Flugsande IX 473—477.
 — Heideflächen IX 461 bis 465.
 — Kippen IX 496.
 — landwirtschaftlich genutzte Flächen IX 495, 496.
 — Moore IX 77, 81, 477 bis 484.
 — Ödland IX 459—495.
 Aufforstung, ortseinführende Böden IX 466—468.
 — Pionierpflanzen zur IX 459—461.
 — trockenes Kalköderland IX 493, 494.
 — verkarstete Gebiete IX 484—493.
 — Waldvegetation zur, vgl. Holzarten.
 Auffrieren der Blöcke II 178, 179; III 52, 53.
 — der Gesteine I 319.
 Auflagehumus IX 389.
 — Abholzung und Azidität der IX 408.
 — der Bleicherdeewaldböden III 124.
 — Elektrolytgehalt IX 388.
 — Farbe III 257.
 — Fehlen im älteren Kahl-schlag IX 421.
 — Kennzeichnung VII 119.
 — Schädigungen durch IX 456, 457.
 — Verwertung durch Fichte IX 403.
 — Waldfeldbau und IX 438.
 — Wurzelausbreitung im IX 389.
 Auflagerungsrinde V 44.
 Auflagetorf VII 119; IX 389.
 — Bestandeslockerung zur Bekämpfung des IX 399.
 — Düngung nach Entfernung des IX 399.
 — Stickstoffüberdüngung durch zu starke Kalkung des IX 400.
 Aufschließungsvermögen der Pflanzen II 208f., 258 bis 262; VII 37; VIII 494, 549; IX 230, 231.
 — der Leguminosen gegenüber Gramineen II 261; IX 230, 231.
 Aufschüttungsböden V 1.
 — als echte Absatzgesteine IV 227.
 — Arten der IV 227.
 — Bildungskräfte V 236 bis 238.
 — durch fließendes Wasser I 230, 241; V 236, 237, 250.
 — in der Wüste III 475 bis 479.
 — Landschaftsbild in Abhängigkeit von V 236, 237, 242—245, 265.
 aufsitzendes Kapillarwasser VI 125.
 Auftauboden III 34; V 248.
 — Kennzeichnung III 34.
 — Profil I 318.
 Aufwuchsplattenmethode bei der mikrobiellen Bodenuntersuchung VII 255.
 Aufwulstungen des Wüstenbodens III 478, 488.
 Ausbleichungsrinden V 45.
 Ausblühungen vgl. Krustenbildung.
 — Alaun- vgl. Alaunausblühungen.
 — als Bodenbeurteilungsmoment V 195.
 — an Marschseen X 131.
 — Beeinflussung des Landschaftsbildes durch V 233, 258.
 — Gips- vgl. Gipsausblühungen.
 — im humiden Gebiet II 277f.; V 80.
 — in arktischen Böden III 58—60, 63, 66—68.
 — in der Nähe von Ölfeldern V 65.
 — in der Wüste III 484f.; V 258.
 — in Quellmooren V 90.
 — Kalk- vgl. Kalkkrusten.
 — Zusammenhang mit Kleinformen der Verwitterung II 276f.
 — Zusammensetzung II 280, 287; III 59, 60.
 Ausdehnungskoeffizient, linearer, vgl. linearer Ausdehnungskoeffizient.
 — Volumen- vgl. Volumenausdehnungskoeffizient.
 Ausflockung vgl. Koagulation.
 Ausfrierlöcher III 51.
 Ausgleichsverfahren, nach LINDHARD VIII 592 bis 595.
 — nach MITSCHERLICH VIII 592—595.
 Auspressungsdifferention I 119.
 Ausrollgrenze als Maßstab der Kohäsion und Adhäsion der Böden VI 37.
 — zur Bodenbeurteilung in bautechnischer Hinsicht X 164.
 äußere Wachstumsfaktoren VIII 507, 508, 522; IX 497 bis 499.
 Ausstrahlung der Bodentemperatur vgl. II 7f.
 — absolute Luftfeuchtigkeit und VI 209.
 — Bewölkung und VI 208, 209.
 — Bodentemperatur und VI 209.
 — Höhenlage und VI 209.

- Austauschadsorption I 223, 226, 229.
- Austauschazidität I 229; VII 180, 181; VIII 232, 366—371; IX 239.
- als Spezialfall des Basenaustausches VIII 232.
- als Wasserstoff- und Aluminiumaustausch VIII 233, 367, 368.
- an Kaolinen VIII 234.
- Charakteristik VIII 232 bis 235, 320.
- Kalkbedarfsermittlung durch Bestimmung des VIII 416—418.
- Neutralsalzzersetzung und VIII 237f.
- Präriebodenprofil III 294.
- Säurecharakter der Humusstoffe und VII 180, 181.
- Temperatureinfluß auf IV 244.
- Ursachen der VIII 232f.
- Vorgänge bei der VII 180, 181; VIII 232—235.
- austauschfähige Körper VII 5f.
- Elektrodialyse zur Bestimmung der VIII 123.
- Entstehung bei Verwitterung VII 361.
- Meeresüberschwemmungen in ihrem Einfluß auf VIII 279.
- Natur der VII 5—23, 47 bis 58.
- Salzsäureauszüge zur Gewinnung der VIII 164.
- Verwitterungsvorgänge und II 201, 202.
- Australien, Bodenkartierung X 418.
- Klimakunde II 46f.
- tropische Verwitterung in IV 241.
- Austrocknungsrinde, Windwirkung auf Boden und I 292, 294.
- Auswaschung, Beziehungen zum Eindeichalter der Marschböden IV 169.
- Bodenabsorption und I 81; IX 247.
- Bodenbearbeitung und IX 121.
- Bodenbildung und I 78.
- Bodenreaktion eines Dünenbodenprofils und VII 378.
- Brandkultur und V 270.
- der absorbierten Nitrate und Sulfate VIII 222.
- der Anionen VIII 222, 260, 302, 437.
- Auswaschung der Basen in Waldböden III 155.
- der Braunerden III 161; V 327.
- der Kalisalze IX 237.
- der mineralisierten Stickstoffverbindungen im Braucheboden IX 294.
- der Nährstoffe IX 120, 121, 225.
- der Nitrate VIII 437; IX 209.
- der Pflanzennährstoffe nach Endlaugendüngung IX 242, 243.
- der Phosphorsäure IX 275.
- Düngemittelabsorption und VIII 294.
- Gründüngung und Stickstoffverluste durch VIII 80.
- im humiden Klima III 5; VII 357; VIII 307, 313; IX 120, 121.
- Marschwiesenkultur und VII 352.
- Ortsteinbildung und IX 78.
- Plaggenhieb und IX 437.
- autotrophe Lebensweise VII 246.
- der Bakterien VII 246.
- der Eisenbakterien VII 332.
- der Harnstoffzersetzer VII 271.
- der Nitratbildner VII 275.
- der Schwefelbakterien VII 329.
- Kieselsäureplatten zum Studium der VII 253.
- Kohlensäureproduktion des Bodens und VIII 610.
- Azidimeter nach TRÉNEL V 203 (Abb.); VIII 352.
- Azidität vgl. Bodenazidität, Wasserstoffionenkonzentration.
- aktive VIII 371; IX 239.
- aktuelle vgl. aktuelle Azidität.
- Austausch vgl. Austauschazidität.
- Einteilung der verschiedenen Formen der VIII 371.
- hydrolytische vgl. hydrolytische Azidität.
- Menge des Humus und VII 149.
- potentielle vgl. potentielle Azidität.
- Schwefelsäure im Boden und VII 179.
- Azidität, Schwefelkreislauf im Boden und VII 168; VIII 649f.
- süddeutscher Waldböden III 152.
- Azotobacter VII 299 (Abb.).
- als typisch aerober Mikroorganismus VII 247, 258, 300.
- anorganische Nährstoffe des VII 303f.
- Arten des VII 306.
- Bodendurchlüftung und VII 306; VIII 664; IX 119.
- Bodenfarbe und VIII 657.
- Bodenreaktion und VII 305, 306; VIII 390, 647, 648, 663f.; IX 281.
- chemische Zusammensetzung VII 303.
- Düngung der Teichböden und Wachstum des IX 319.
- Eigenschaften VII 298 bis 300.
- Fehlen im Rohhumus IX 393.
- gemeinschaftliches Vorkommen mit Algen VII 306; VIII 645, 646.
- Höhe der Stickstoffbindung des VII 302, 303; VIII 643f.; IX 210.
- im Meerwasser VII 303, 306.
- Impfung der Teiche mit IX 333.
- in Salzböden VII 303, 306.
- in Teichen IX 330, 331.
- Lebenszyklus VII 300.
- Melaninbildung beim Altern des VII 300; VIII 657.
- Symbiose mit Algen VIII 645, 646.
- Unempfindlichkeit gegen hohe Salzkonzentrationen VII 303.
- Verbreitung im Boden VII 296.
- Wachstumsanregung durch Wurzelabscheidungen VII 373.
- Azotobactermethode zur Bestimmung des Phosphorsäurebedürfnisses VIII 665, 666.
- zur Ermittlung der Bodenreaktion VIII 663, 664.
- Azotogen IX 299.
- Bachwasser, hydrodynamische Unterscheidung von Flüssen I 230, 231.
- Infiltration und V 76.
- Versickerung des V 68.

- Bacillus amylobacter VII 296 (Abb.).
 — als streng aerober Mikroorganismus VII 297.
 — Bodenreaktion und VII 296; VIII 647.
 — Menge des gebundenen Stickstoffs durch VII 298; VIII 643, 645.
 — Nährlösungen für die Kultur des VII 298.
 — Pektinzerersetzung durch VII 313.
 Bacillus radicola VII 285 f.
 — als Sammelbezeichnung für symbiotisch lebende, stickstoffbindende Mikroorganismen VII 285.
 — Eigenschaften VII 286.
 Bactorf X 98, 112.
 Baden, Bodenkartierung des Schwarzwaldes in V 401.
 — Bodentypenkarte III 176.
 — Bodenverhältnisse in V 383 f.
 Badob III 348, 349.
 BAERSches Gesetz I 239, 252.
 Bakterien vgl. Mikroorganismen, Pilze.
 — Absorption durch Boden VII 48, 179, 253.
 — als Emulsionskolloid VII 47.
 — als erste Besiedler austrockneter Sümpfe VII 348.
 — als Verwitterungsgens I 80, 85, 86; II 249, 273.
 — Angreifbarkeit der Lignin-substanzen durch VII 321.
 — Anreicherung in der Wurzelzone VII 265, 266, 373.
 — Anzahl im Boden VII 256 f.
 — Armut des Rohhumus an VII 260; IX 393.
 — Armut des Untergrundes an IX 65.
 — Aufspeicherung von Nährstoffen aus dem Boden durch VII 372.
 — Beteiligung an Siallitbildung IV 305.
 — biologische Verwitterung durch II 249.
 — Bodenbearbeitung und IX 118—120.
 — Bodenfeuchtigkeit und VII 262; IX 118.
 — Bodenfruchtbarkeit und VIII 599—671.
 — Bodengare und VII 69; VIII 16.
 — Bodenmüdigkeit und pektinvergärende IX 375.
 Bakterien, Bodenreaktion und VII 248, 259, 319; VIII 386—394, 436, 620, 628 f., 663 f.
 — Bodentemperatur und IX 118.
 — Bodentiefe und Verteilung der VII 258; IX 118.
 — Brache und IX 119.
 — Brandkultur und V 270.
 — Desinfektionsmittel und IX 286.
 — Durchlüftung und IX 118.
 — Geschichtliches I 83—86.
 — Humusbildung und VII 133; VIII 656 f.
 — Humuszustand in Einwirkung auf VII 53.
 — im Flugstaub I 309.
 — im Teichboden IX 330 f.
 — im Teichwasser IX 330 f.
 — im Waldboden VII 260.
 — in ihrer Beteiligung an Lateritbildung III 427.
 — Kalkung und VII 259.
 — Kot- IX 211, 218.
 — Regenwürmer und VII 405—407.
 — starke Erwärmung des Humus und Anzahl der IX 422.
 — Strahlungsklima und VII 356.
 — Tätigkeit im Moorboden IV 157 f.
 — Tätigkeit in Unterwasserböden V 120, 137; IX 330 f.
 — Verbreitung im Boden VII 256 f.
 — Zellformen VII 241 (Abb.).
 — Zelluloseabbau durch II 227—233; VII 313 bis 316; vgl. VIII 620.
 Bakteriendünger, Torf als IX 223; X 125.
 Bakterientorf IX 223.
 Bakterioiden, Ausbildungshemmung durch Salpeter VII 291.
 — Kennzeichnung VII 288.
 — Stickstoffreichtum der VII 289.
 Bakteriologie vgl. Mikroorganismen.
 — Beziehungen zur Bodenkunde I 1; VII 239.
 — in hygienischer Hinsicht, vgl. X 207.
 bakteriologisch-chemische Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit VIII 599 bis 671.
 Baldachinfelsen II 276.
 Bändertonchronologie in ihrer Bedeutung für Paläoklimatologie II 96, 97, 127.
 Bäreninsel, Bodenprofilzusammensetzung III 65, 66.
 Barflecken III 75.
 Bärtiere VII 387, 388.
 Baryt vgl. Schwerspat.
 Bariumhydroxydmethode zum Silikataufschluß VII 209.
 Basalt I 128, 133.
 — als neovulkanisches Gestein IV 93.
 — Böden des IV 61—63, 109; V 276, 371, 372, 379.
 — Flußwasser in seiner Zusammensetzung im Gebiete des II 216, 220, 221.
 — Kaliaufnahme durch Pflanzen aus IX 230.
 — kohlen säurehaltiges Wasser in Einfluß auf II 210 f.
 — lösender Einfluß von Salzlösungen auf II 212; VIII 259.
 — mineralogische Zusammensetzung IV 61—63.
 — Sickerwasser in ihrem lösenden Einfluß auf II 214, 215.
 — Verwitterung unter verschiedenen Klimabedingungen III 428.
 — Zusammensetzung I 128, 133; IV 55, 62, 63.
 basaltische Laven IV 93.
 Basaltuff, Böden des IV 93.
 Basaltzersatz IV 290.
 Basen, vgl. Kationen, Anreicherung in ariden Gebieten III 379, 380.
 — austauschfähige, vgl. austauschfähige Körper.
 — Begriffsbestimmung I 194.
 — Dispersitätsverringering des Bodens durch VII 47.
 — Eintauschreihenfolge beim Basenaustausch VIII 189, 201, 222, 248.
 — Löslichkeit der absorptiv gebundenen VIII 192.
 — Trennung der organischen Substanz durch VII 150 f.
 Basenaustausch I 226—229; VII 58—66.
 — als Ionendiffusion VII 59; VIII 217.
 — als Ionenreaktion VII 59; VIII 216.
 — als selektive Adsorption VIII 215.

- Basenaustausch, Austausch-
azidität als Spezialfall der
VIII 232, 367.
— Bedeutung für Frucht-
barkeitszustand des Bo-
dens VIII 183—317.
— Bestimmungsmethoden
VII 104f.
— Eintauschreihenfolge der
Alkalien beim VIII 247.
— Endlaugenkalk und
IX 242.
— Entkalkung und IX 448.
— Fruchtbarkeitszustand
des Bodens und sekundäre
Wirkungen des VIII 255
bis 293.
— Formel des VII 59;
VIII 254, 255.
— Frage nach der Natur der
Träger des VII 7—23.
— Geschichtliches I 61, 64;
VII 8f.; VIII 184—203.
— Hydratation der Ionen
und VII 62.
— Hydratwasser und
VIII 231.
— Kalidüngung und IX 275,
276.
— Kalk-Kaligesetz und
IX 235.
— Kalkung und IX 275,
276.
— Kolloidton als Urheber
des VII 23.
— Korngröße und VII 57.
— Natur des VIII 184—255.
— tropischer Böden III 382.
— zeolithartige Bodenbe-
standteile als Träger des
I 221; VII 7f.
Baseneintausch, Beeinflus-
sung durch Anionen
VIII 231.
— Gesetzmäßigkeiten bei
dreiwertigen Kationen
VIII 234f.
— Hydratation der Ionen
und VII 62f.
— Ionenstellung im periodi-
schen System und
VIII 248.
— Reihenfolge der Basen
beim VIII 246.
basische Laven IV 93.
basische Silikate IV 55.
Bauerde IX 88.
— Wirkung der Kuhlerde auf
IX 91.
Baugrund, Druckverteilung
im X 166.
— Gytjtja als X 136.
— Sapropel als X 136.
— Wirkung des Grundwas-
sers auf X 172f.
- Baumaterial X 185—196,
vgl. Baustoff.
— Bedeutung des Bodens
und seiner Bestandteile
bei den Naturvölkern als
X 80f.
— Größe der Verwitterung
an II 172, 194, 195, 223,
224; vgl. III 495.
— Kies als X 135, 194.
— Laterit als I 53; III 387;
V 445.
— Lehm als V 440; X 81f.,
188.
— Querkalktuffe als X 135.
— Raseneisenerz als V 314.
— Sand als X 135f., 191f.,
199.
— Schwefelsäure als zerstö-
rendes Agens der II 296,
297; IV 162.
— Seeböden als Lieferanten
von X 135f.
— Torf als isolierendes
V 435; X 124.
— Ufersand als X 135.
— Zerstörung in Moorböden
IV 162.
Bausandstein, Böden des
IV 81, 82.
— Schwefelsäure als zerstö-
rendes Agens II 296, 297.
Bauschanalyse I 59; VII 205
bis 238.
— als Erfordernis bei der
Untersuchung fossiler
Böden IV 247, 248.
— Aufschlußmethoden
VII 206—208.
— Bestimmung der Einzel-
bestandteile VII 209 bis
238.
— Bewertung in bezug auf
bodengenetiche Fragen
VIII 148, 149.
— Bewertung zur Beurtei-
lung der Verwitterungs-
vorgänge IV 248, 253;
VIII 148, 149.
— Bodenklassifikation auf
Grund der III 186, 187.
— Karbonataufschluß I 47;
VII 206—208.
— Vorbereitung des Bodens
zur VII 205, 206.
Baustoffe vgl. Baumaterial.
— Bedeutung des Bodens im
Wirtschaftsleben der Völ-
ker als X 79—83, 138, 139.
— Einteilung X 185.
— Hilfs- X 194, 195.
— keramische Produkte als
X 201.
— künstliche Steine als
X 186f.
- Baustoffe, natürliche Ge-
steine als X 185, 186.
— Verbindungs- X 191 bis
194.
Baustoffkunde X 185—196.
bautechnische Bodenkunde
X 138—207.
Bauwesen, Bedeutung des
Bodens im X 138—207.
— Bodenuntersuchung als
notwendige Grundlage des
X 139.
— Erdbau als Teil des X 141
bis 164.
— Grundbau als Teil des
X 164—183.
— Seeböden in ihrer Bedeu-
tung für X 136, 137.
— Verwendung des Glases
im X 196.
Bauxit III 407; IV 285 bis
287.
— als bodenbildendes Mi-
neral I 104.
— Eigenschaften IV 276,
286; VII 50.
— Terra rossa in genetischer
Beziehung mit III 208,
213.
— Unterscheidung vom La-
terit III 407.
— Verbreitung IV 285.
ba-Wert, allitische Rotlehme
III 402.
— Allitzersatz III 420.
— Berechnungsweise III 400;
IV 252.
— Gelblehmprofil III 191 bis
193.
— Laterit III 401, 411—413,
417.
— lateritische Verwitte-
rungsprodukte III 421.
— Lößprofil IV 263, 264.
— tropischer Böden III 377f.
Bayern, Bodenkartierung
V 396, 401, 406, 422;
X 287, 298, 299.
— brauner Waldboden als
verbreitetester Bodenty-
pus in V 415.
— Flurbereinigungskarte
X 299.
— Moorbildungen in V 416.
— Podsolböden in V 416.
— Zusammensetzung der
Moore von IX 479.
Bearbeitungsgare vgl. Boden-
gare.
Bedarfsdränung IX 26, 27.
Beetkultur IX 6.
Beggiatoen vgl. VIII 649 bis
652.
— Charakteristik VII 242;
IX 35.

- Beggiatoen, Schwefelbakterien als VII 242, 330.
 — Störung der Dränung durch IX 34, 35.
 begrabener Boden IV 228, 229; V 5, 10, 36.
 — Charakteristik V 10.
 „begrabenes“ Wasser V 62.
 Beisentorf IV 130, 154; VIII 26.
 Bekleien vgl. Kuhlerde.
 — als Meliorationsmaßnahme IX 74.
 — als Nachahmung der Wühlerdemelioration IX 74.
 Belgien, Bodenkartierung X 274, 275.
 Benetzungswärme vgl VI 338, 339.
 — als Maßstab der Bodenoberfläche VI 51, 59; VII 82, 83.
 — Ammoniakadsorption und VI 323.
 — Bestimmung I 83; VI 51, 59—61.
 — Beziehungen zur Hygroskopizität VI 51, 70, 338, 339.
 — Bodenklassifikation auf Grund der X 31.
 — der Böden im Vergleich mit künstlichen Gelen VIII 223.
 — Kohlendioxidadsorption und VI 323.
 — spezifisches Gewicht und VI 76—78.
 — Temperatur in ihrem Einfluß auf VI 81.
 — Ungeeignetheit zur Ermittlung des Humifizierungsgrades IV 127.
 — Wasserdampfkondensation und VI 323.
 — zur Bestimmung der äußeren Bodenoberfläche VI 61, 62.
 — zur Beurteilung der Böden I 225; VII 82, 83.
 Benetzungswiderstand der Böden vgl. Schwerbenetzbarkeit.
 Bentonit X 204.
 Benthos als Sedimentationsmaterial in Seen V 125 bis 127.
 Beregnung vgl. Bodenberegnung.
 Bergböden, torfige III 110.
 — Typen der in Deutschland vorkommenden V 426.
 Bergfeuchtigkeit V 77, 82.
 — Bedeutung für Erdbau X 142.
 Bergfeuchtigkeit, Einwirkung auf Gestein II 155.
 — fester Einschuß im Gestein V 66.
 — Kennzeichnung VI 120.
 Berggipfelböden, torfige III 108, 110, 111.
 Bergmehl als eßbare Erde X 74, 79, 133.
 — Diatomeengyttja als X 133.
 Bergrutschungen V 240.
 Bergschlipfe V 240.
 Bergschwundhypothese I 281.
 Bergseeböden V 172, 173.
 Bergstürze V 230.
 — als Folge von Verwitterungsvorgängen X 144.
 — als Massenbewegung I 314 bis 316.
 — Größe der Verfrachtung durch I 316, 317.
 — Kulturentwicklung und V 437, 438, 447.
 — Wasserdurchtränkung der Böden und V 255.
 Bergwaldböden V 382, 418.
 Bergwiesenböden III 108, 110.
 — Ähnlichkeit mit Steppenböden V 418.
 — in Deutschland V 426.
 — Zusammensetzung III 111.
 Berieselung IX 46—50; vgl. Bodenbewässerung.
 Beringsmeer, Klima II 53.
 Bermen IX 13.
 Beschattung, Einfluß auf Kohlendioxidgehalt der Bodenluft VI 294.
 — Mikroorganismengehalt der Böden und VII 258.
 Besengras IX 85.
 Besenheide IX 78.
 Bessarabien, Bodenkartierung X 348, 349.
 Bestandslücke, Einwirkungen auf Boden IX 426.
 — Kahlschlag und die dadurch hervorgerufene IX 419.
 — Verdunstungswerte unter Wald und VI 252, 253.
 Bestandsdichte der Holzarten, Azidität des Humus und IX 407.
 — Durchlüftung und IX 385, 392.
 — Humusbeschaffenheit in Abhängigkeit von IX 398.
 — Plenterwald und IX 425, 426.
 — Streuzerzung und IX 426.
 Bestandsdichte der Holzarten, Trockentorfbildung und IX 394.
 — Wasserführung des Bodens und IX 379.
 — Wurzelausbreitung und IX 387.
 Beton X 194, 195.
 — Grundwasser und X 183.
 — Kieselgur zur Herstellung des X 134.
 — Salzeinwirkungen auf X 182, 183.
 — Schädigungen durch Schwefeleisen in Moorböden IV 162.
 — Zuschläge für die Bereitung des X 194, 195.
 Bewässerung vgl. Bodenbewässerung.
 „bewegliche“ Bodenluft VI 282.
 Bewölkung, Bodentemperaturschwankungen und VI 347, 348, 351, 355.
 — effektive Ausstrahlung in Abhängigkeit von VI 208.
 — Einfluß auf Monatsmittel der Bodentemperatur VI 351.
 — im Polargebiet III 29.
 — in Wüstengebieten III 442.
 — Klimatypen und II 26, 27.
 — Strahlung und II 62, 63, 64.
 — Verteilung auf der Erde II 23.
 Bewurzelung der Holzarten vgl. Wurzeln.
 — auf Moorböden IX 387.
 — Aufschließung des Moorbodens und IX 478.
 — Bodenerkrankung und IX 403.
 — Gründung und IX 452.
 — physikalische Bodenbeschaffenheit und IX 387.
 — Standort und IX 386f.
 Biologlaska III 261; V 46; X 376.
 Bienenwabenstruktur III 51, 52, vgl. Wabenstruktur.
 Bilharziosis X 223.
 Bimsstein V 230 (Abb.), 231 (Abb.).
 — in mineralogischer Hinsicht I 126, 127.
 — Landschaftsbild und V 232.
 Binnensee, Stoffwechselkreislauf im V 154 (Abb.).
 Binnenseegang V 141f.
 Binnenseezonen, Profilschemata V 149 (Abb.).

- biologische Abwasserreinigungsverfahren X 244 bis 251.
- biologische Bodenbeschaffenheit VII 239—437.
- Bodenbearbeitung und IX 118—120.
- Bodenbonitierung nach X 45.
- Gefäßversuche in ihrer Geeignetheit zum Studium der VIII 549—552.
- Verfahren zur Ermittlung der, vgl. mikrobielle Umsetzungsversuche.
- biologische Verwitterung II 160, 247—262.
- als Ausfluß der in Zersetzung begriffenen organischen Substanz II 263 bis 297.
- arktische Böden und III 60, 63, 71—74.
- durch höhere Pflanzen II 257—263; vgl. VII 336 f.
- durch lebende Organismen II 247—262.
- durch niedere Pflanzen II 247—257, 267 f.; VII 334.
- physikalisch II 164, 186 bis 190.
- black adobe III 341.
- Beschaffenheit III 345, 347.
- Kalkkonkretionen im III 345.
- Vergleich mit Regur III 345.
- black alkali III 314, 321, vgl. Schwarzalkaliböden, Sodaböden.
- black-prairie-Böden III 347.
- Blatttemperaturen im Vergleich zu denen der Luft und des Bodens VI 212.
- Blattschattenkondensation VI 213.
- Blaueisenerde vgl. Vivianit.
- Blausand, Melioration des Marschbodens durch IX 88—92.
- Nährstoffgehalt des IX 91.
- Wirkungsweise IX 92.
- Blei, Absorption im Boden VIII 306, 463; IX 374.
- chemische Bestimmung VIII 463.
- im destillierten Wasser VIII 563.
- im Trinkwasser X 237.
- Kalziumkarbonat zur Unschädlichmachung des IX 374.
- Blei, Pflanzenschädigung durch VIII 306, 458, 463, 563; IX 374.
- Reizwirkung des VIII 454, 463.
- Verwendung bei der Glasherstellung X 195.
- Bleicherde III 120; vgl. Podsolboden.
- Bodenprofil V 404, 412; VII 361 (Abb.).
- chemische Profilstudien an III 146 f.
- diluviale Sande und IV 71.
- Entstehung in Heideböden IX 78.
- Farbe der Horizonte der V 343.
- Gelgehalt III 166, 167.
- Geschwindigkeit der Bildung der VII 365; IX 403.
- im technischen Sinne X 204.
- Kulturentwicklung im Gebiete der V 431—434.
- Landschaftsbild im Gebiete der V 232, 233, 252; vgl. 264.
- mangelhafte Krümelstruktur auf IX 127.
- Ortsböden im Gebiete der IV 142 f.
- Rohhumus und Bildung der V 400, 401; VII 358 f.
- Schwarzwässer im Gebiete der V 233.
- Stoffwanderung bei der Bildung der V 40; VII 360, 361.
- tropische vgl. tropische Bleicherdebildungen.
- Verbreitung III 158—160; V 264.
- Vergleich mit Braunerden III 165 f.
- Bleicherdewaldböden III 119 bis 160.
- Entstehung III 155—158.
- Verbreitung III 158—160.
- Vegetation III 139—146.
- Zusammensetzung III 146 bis 155.
- Bleichmoos vgl. Sphagnumarten.
- Bleichmoostorf IV 131, 132, 154, 155; VIII 26; X 102, 103.
- als Ausgangsmaterial zur Torfstreuerherstellung X 103.
- Bleichsand III 120; vgl. Bleicherde.
- in der altdiluvialen Landschaft Deutschlands V 343.
- Bleichsand in Oberbayern V 412 (Profil).
- Quarzanreicherung im III 149.
- Bleichung als Kennzeichen der Kaolinitisierung IV 292.
- Auslaugung des Bodens und II 290.
- des Rotliegenden zu Grauliegendem IV 300.
- Humusstoffe als Ursache der II 265; VII 52.
- Schwefelsäure als Ursache der II 295; IV 221.
- Bleichzone im Lateritprofil III 389.
- im perhumiden Gebiet V 13.
- Bleioxydmethode zum Silikatenaufschluß VII 208.
- Bleisand III 120; vgl. Bleicherde.
- Blitzschlag als mechanischer Verwitterungsfaktor II 190.
- Blizzard II 20, 42, 53.
- Blöcke in der geotektonischen Gliederung der Erdoberfläche IV 240.
- Verwitterungsdecken und IV 241.
- Blockfeld I 284.
- Erdinseln auf III 85, 87; V 247.
- Polygonbildungen auf V 246, 247.
- pseudoarides Verhalten der III 98.
- Verbreitung in Polargebieten V 245.
- Blockmeere II 178; IV 51.
- Blockschutt, Korngröße und II 165.
- Kulturentwicklung und V 260 f.
- Blockströme I 284, 319; III 95.
- als Folge der Solifluktion I 316.
- als Klimazeuge I 266; vgl. II 104 f.; IV 258.
- Blutlehm in der Postglazialzeit II 126, 138.
- Podsolprofil auf IV 231.
- Blutmehl, Ammonifizierung als Maßstab für die Wirksamkeit des IX 217.
- in der Teichdüngung IX 327.
- Kalkdüngung und Ammonifizierung des IX 280.
- Mikroorganismenverteilung im Boden nach Düngung mit VII 264.
- Nitrifikationsanregung durch IX 281.

- Blutmehl, Wirkungswert gegenüber Natronsalpeter IX 259.
- Boden vgl. Bodenbildung, Verwitterung.
- als disperses System I 222; VII 45—58, 65; vgl. Bodenkolloide.
 - als Element der griechischen Philosophen I 32, 33;
 - als Genußmittel X 73 bis 79; vgl. Geophagie.
 - als Gestein I 21, 28; vgl. IV 226 f.
 - als Heilmittel X 73—79.
 - als Lagerstätte von Edelmetallen X 207.
 - als Nahrungsmittel X 73 bis 79; vgl. Geophagie.
 - als oberste Schicht der Erdoberfläche V 1—454.
 - als Vegetationsfaktor IX 497—541; vgl. VIII 522.
 - als Verwitterungsprodukt I 24; vgl. Bodenbildung, Verwitterung.
 - Bauwesen und X 138—207.
 - Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des VIII 49—671.
 - Bedeutung in der Technik und im Wirtschaftsleben der Völker X 65—258.
 - Bewegung als Unterscheidungsmerkmal vom Gestein I 24; VIII 2.
 - biologische Beschaffenheit des VII 239—437; vgl. Mikroorganismen.
 - Bodenlehre und I 2.
 - chemische Beschaffenheit des VII 1—204; vgl. chemische Bodenbeschaffenheit.
 - chemische Gesamtanalyse VII 205—238.
 - Definitionen I 20—24; vgl. Bodenbegriff.
 - Deutschlands V 271—429; X 278—306.
 - Einfluß der lebenden Pflanzendecke auf I 67; vgl. Bodenbedeckung.
 - forstwirtschaftliche Behandlung des IX 348—496.
 - geographischer Wert des V 429—454.
 - Geschichtliches über Beziehungen zwischen Nährstoffen und I 33, 44, 46, 47, 55.
 - gewachsener vgl. gewachsener Boden.
 - höhere Pflanzen und VII 336—381; vgl. Pflanzen, Wald, Vegetation.
- Boden, Hygiene in ihren Beziehungen zum I 67, 68; X 207—258.
- in der antiken Vorstellung I 31, 32.
 - Klimafaktoren und III 1 bis 521; vgl. IV 225 bis 305.
 - Kolloidbestandteile des VII 45—112; vgl. Bodenkolloide.
 - Kulturentwicklung und V 429—454.
 - Krankheitserreger in ihren Beziehungen zum X 211 f.
 - Landschaftsbild in Abhängigkeit vom V 228 bis 270.
 - landwirtschaftliche Bodenbearbeitung zur Kultivierung des IX 93—208.
 - landwirtschaftliche Düngung zur Kultivierung des IX 208—299.
 - Maßnahmen der Kultivierung des IX 1—496.
 - mechanischer Aufbau des VI 1—66; vgl. mechanische Zusammensetzung.
 - Meliorationsmaßnahmen zur Kultivierung des IX 1 bis 92.
 - Mineralbestandteile des VII 23—45; vgl. Minerale, mineralogische Zusammensetzung.
 - Muttergestein und I 13; vgl. IV 1—224; s. a. Muttergestein, Gestein.
 - natürlich gelagerter vgl. gewachsener Boden.
 - niedere Pflanzen und VII 239—335; vgl. Mikroorganismen.
 - organische Bestandteile des VII 113—204; vgl. Humus, organische Substanz.
 - Radioaktivität des VI 375 bis 396.
 - Selbstreinigungskraft des X 231 f.
 - technisch wirtschaftliche Ausnutzung bei den Naturvölkern X 65—95.
 - Technologie des I 3, 5; vgl. VIII 1—671; IX 1—541; X 1—258.
 - teichwirtschaftliche Behandlung des IX 299 bis 348.
 - Tiere und VII 381—437; vgl. Tiere.
 - universelles Vorkommen I 17, 19, 82; VIII 2.
- Boden, Vegetation, Klima und VII 354—356.
- Verbreitung der Mikroorganismen im VII 256 bis 266.
 - Verdunstung des Wassers aus VI 221—253; vgl. Verdunstung.
 - Verhalten gegen Elektrizität VI 375—396.
 - Verhalten gegen Luft VI 253—342; vgl. Bodenluft.
 - Verhalten gegen Wärme VI 342—375; vgl. Bodentemperatur.
 - Verhalten zum Wasser VI 66—220.
 - Verwendung in der Schönheitspflege X 67—73.
 - Wärmeaustausch zwischen Luft und II 9; vgl. VI 342—375.
 - Zahl der Mikroorganismen im VII 256—266.
- Bodenabsorption IX 227; vgl. Absorptionsvermögen, Gasadsorption durch Boden, Teichbodenabsorption.
- Abhängigkeit von Zeitdauer der Salzeinwirkung auf den Boden VIII 187, 188.
 - Alkaliböden und IX 227, 228.
 - Ammoniaksalze und I 61, 64; VI 326; VIII 185, 193, 199—201, 215, 216; IX 247.
 - Anionen und VIII 191, 221, 222, 229, 258, 259, 437.
 - Arsen und VIII 306, 463; IX 374.
 - Arten der absorbierenden Körper I 63, 80, 81; VII 21, 177; VIII 308, 318.
 - Auswaschung und I 81; IX 247.
 - Bakterien und VII 48.
 - Bedeutung für Fruchtbarkeitszustand des Bodens VIII 183—317.
 - Blei und VIII 306, 463; IX 374.
 - Bodenbildung und I 75.
 - Bodenbonitierung nach X 17, 22.
 - Bodenklassifikation nach IV 9; X 17.
 - Bodenmenge und VIII 188.

- Bodenabsorption, Düngewirkung und IX 454.
- Entgiftung des Bodens durch IX 374.
- Flüssigkeiten und I 225, 226.
- Fruchtbarkeitszustand des Bodens und sekundäre Wirkungen der VIII 255 bis 293.
- Geschichtliches I 33, 45, 58, 61, 63, 76; VII 8f.; VIII 184—203, 256—258.
- Hydroxylionen und I 228; VIII 242f.
- Hygroskopizität und VI 331f.; VIII 216.
- Jauche und I 58, 61; VIII 185; vgl. IX 219.
- Kalk- und IX 275f.
- Kalkung und VIII 373.
- Konzentration der Lösung und Stärke der VIII 188.
- Kupfer und VIII 306, 463; IX 374.
- Löslichkeit und Pflanzenaufnehmbarkeit der Basen und VIII 192, 251 bis 254.
- Magnesium und IX 279.
- Mergeln und I 57.
- Mikroorganismen und VII 48, 253.
- Natur der VIII 184—255.
- Nitrate und VIII 191, 221, 222, 229, 258, 259, 437.
- Pflanzenwachstum und VIII 254, 544.
- Regelung der Konzentration der Bodenlösung durch VIII 305.
- Temperatur und VIII 188.
- Ursachen der I 64; VIII 187f., 196.
- Vertretbarkeit der einzelnen Basen untereinander bei VIII 190f.
- zeolithartige Substanzen und I 64; VII 7f.
- Zink und VIII 187, 188, 200, 306; IX 374.
- bodenanzeigende Pflanzen VIII 149—79; vgl. VII 336f.
- Bodenbeurteilung und V 197, 198.
- Bodentypen und V 197.
- Geschichtliches VIII 49f.
- Bodenarten vgl. Bodentypen.
- Ammoniakadsorption verschiedener VI 326—334.
- Auftautiefe arktischer Böden in Abhängigkeit von III 40.
- Basenaustauschversuche an verschiedenen VIII 196.
- Bodenarten, Beziehungen zwischen Wassergehalt und Wärmeleitfähigkeit der I 179.
- Bodenatmung verschiedener VII 381; VIII 606.
- Bodenbearbeitung und IX 161, 163, 177, 184, 185, 190, 205, 206.
- Bodendurchlüftung und VI 309.
- Bodenlockerung und IX 112, 113. [IX 408.
- Bodenreaktion und
- Bodentemperaturschwankungen verschiedener VI 349.
- Bodentemperatur und Bodenbearbeitung bei verschiedenen IX 115.
- Böschungsneigung der Entwässerungsgräben und IX 13.
- der Tropen III 367, 436; IV 278.
- Dränwasserzusammensetzung verschiedener IX 45.
- Durchlässigkeitsziffer verschiedener VI 173.
- Einteilung nach geodynamischen Gesichtspunkten I 26, 27.
- Erdbau und Einteilung der X 142, 143.
- Gareibildung durch Frost bei verschiedenen IX 134.
- Geeignetheit zur Anlage von Teichen IX 302—306.
- Geschichtliches über Kulturpflanzen und I 35.
- Gründung und IX 297.
- Grundwasserstand und Bodennutzung bei verschiedenen IX 8.
- Hohlraumvolumen verschiedener VI 29, 270f.
- Holzarten und IX 352, 353.
- Humusansammlung in Abhängigkeit von Holzarten und IX 392.
- hygrophile Pflanzen und VIII 57f.
- Hygroskopizität zur Beurteilung der I 54; VI 335, 338, 339.
- in Deutschland V 291—424.
- Kartierung deutscher V 273—275.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft verschiedener VI 284f.; IX 109.
- Kohlensäureproduktion verschiedener VIII 615; IX 3.
- Bodenarten, Krümelstruktur verschiedener IX 127.
- landwirtschaftliche Bodenklassifikation nach VIII 20—29.
- Landschaftsbild in Abhängigkeit von V 254.
- Luftkapazität verschiedener VI 280; IX 3, 101, 102.
- morphologische Rolle der V 238—245.
- Nitratgehalt verschiedener VIII 622, 630.
- Nitrifikation und VIII 436.
- Oberflächengröße der VI 54.
- Porenvolumen verschiedener VI 270f.
- Quellung verschiedener VII 74.
- Radium-Emanationsgehalt verschiedener VI 394, 395.
- Sauerstoffadsorption verschiedener VI 325.
- Saugkraft verschiedener VI 103.
- schematische Übersicht VIII 22.
- Sickerwasserzusammensetzung verschiedener IX 226, 247.
- spezifische Oberfläche verschiedener VI 173.
- spezifischer Widerstand verschiedener VI 379.
- spezifisches Gewicht verschiedener VI 43.
- Stickstoffadsorption verschiedener VI 325, 326.
- Streuzersetzung und IX 391.
- Unterscheidung von Bodentypen III 3; IV 41, 42, 50; V 18; vgl. X 262f.
- Verbreitung in Deutschland V 272; X 278f.
- Verdunstung und VI 224, 225, 234; IX 106.
- Wärmeleitfähigkeit verschiedener I 179, 180.
- Wasserdurchlässigkeit verschiedener VI 166.
- Wasserkapazität verschiedener VI 280; IX 101, 102.
- xerophile Pflanzen und VIII 57f.
- Bodenartenkartierung vgl. Bodentypenkartierung.
- Afrika X 410f.
- Anatolien X 386.
- Asien X 385—390.
- Bayern X 287, 298, 299; vgl. V 271f.

- Bodenartenkartierung, Belgien X 274, 275.
 — Bessarabien X 348, 349.
 — Bulgarien X 276.
 — China X 389.
 — Dänemark X 277.
 — Danzig X 426; vgl. V 291f.
 — Deutschland X 299; vgl. V 271—429.
 — Erde X 269.
 — Estland X 306, 307.
 — Europa X 271—273.
 — Finnland X 307—309.
 — Frankreich X 309—314.
 — Großbritannien X 314 bis 319.
 — Hessen X 300; vgl. V 365f.
 — Irland X 322.
 — Japan X 387.
 — Kanada X 407, 408.
 — Kleinasien X 386.
 — Krim X 383f.
 — Lettland X 326.
 — Litauen X 327.
 — Mittelamerika X 408.
 — Niederlande X 328.
 — Österreich X 330f.
 — Polen X 339f.
 — Preußen X 279, 280, 299, 304, 305; vgl. V 271f.
 — Rußland X 372f.
 — Sachsen X 288f., 306; vgl. V 417f.
 — Schweden X 350f.
 — Spanien X 355.
 — Thüringen X 304, 305.
 — Tschechoslowakei X 356f.
 — Tunis X 417.
 — Ungarn X 363f.
 — Unterscheidung von Bodentypenkartierung X 420, 421.
 — Vereinigte Staaten von Amerika X 391f.
- Bodenatmung VI 298, 315; VII 380, 381.
 — als Indikator für Humusbildung VII 122.
 — als Maßstab der Umsetzungen im Boden IX 370.
 — als Maßstab für Bodendurchlüftung VI 311, 312, 315; VII 380; VIII 615, 616.
 — Bodenbearbeitung und VIII 616.
 — Bodenreaktion und VIII 618—620.
 — Bodentiefe und VII 122; VIII 609, 616.
 — Hackkultur und IX 203.
 — im Waldboden IX 369.
- Bodenatmung, Intensitätsbestimmung im gewachsenen Boden V 227; VI 311, 312, 315; VII 280.
 — künstliche Beregnung und VIII 617.
 — Sauerstoffversorgung und VIII 615, 616.
 — Stallmistdüngung und IX 216.
 — verschiedener Bodenarten VII 381; VIII 606.
- Bodenaustrocknung, Änderung der Bodenstickstoffformen bei VIII 442.
 — Bodenabsorption und VIII 230.
 — Bodengare und IX 166.
 — Bodenrisse als Folge der III 47, 344 (Abb.), 476 (Abb.), 487 (Abb.); IX 197, 198; vgl. Ribbildung.
 — Bodenstruktur und VI 31; IX 168.
 — Dispersitätsvergrößerung durch VII 71.
 — Düngemittel in ihrem Einfluß auf IX 227.
 — durch Huftritte IX 195.
 — durch Kahlschlag IX 423.
 — durch Pflanzenwurzeln VI 134, 135.
 — elektrische Leitfähigkeit und VIII 113.
 — Gefäßversuche und Bodenstrukturänderung durch VIII 557.
 — Hygroskopizität und VI 57. [IV 171.
 — Kalilöslichmachung durch — Knöllchenbakterien und VII 287.
 — Luftadsorption und VI 316, 318; IX 205.
 — Mikroorganismen und VII 246, 247; IX 283, 284.
 — Nährstofflöslichkeit und VII 71; VIII 132, 496, 497; IX 117, 118.
 — Pflanzenbestand und VI 225; IX 167, 168.
 — Phosphorsäurelöslichmachung durch IV 157, 171; VIII 138, 267f.
 — Regenwürmer und VII 391, 392.
 — Stickstoffverluste bei VIII 442.
 — Veränderung der Bodenreaktion bei V 218; VIII 557.
 — Verhärtung der Schollen durch IX 165, 166.
- Bodenazidität VIII 317 bis 421; vgl. Bodenreaktion.
- Bodenazidität als Kennzeichen der Adsorptiv ungesättigten Böden VIII 245.
 — Bestandesdichte im Nadelholz und IX 385, 392.
 — Bodenatmung und VIII 618—620.
 — Bodenfeuchtigkeit und VIII 402, 403.
 — des Hagerhumus IX 423.
 — der Nadelholzbestände IX 407.
 — Düngung und VIII 403f.; IX 240, 241.
 — Entbasung als Grundursache der VIII 320; IX 409, 448.
 — Entstehung VIII 318 bis 324; IX 238, 239.
 — Folgen der VIII 324—330.
 — Geschichtliches I 35, 43; VIII 317.
 — Humussäuren als Ursache der VIII 317, 329.
 — Kahlschlag und IX 407.
 — Kalkung der Teichböden und IX 321, 345.
 — Kalkung und I 45; VIII 545; IX 321, 345.
 — Kohlensäurebildung im Boden und VIII 618—620.
 — Mergeln und I 57.
 — Nitrifikation und VIII 405.
 — physikalische Bodeneigenschaften und VIII 377 bis 386.
 — Sättigungsgrad als Maßstab für VIII 373—377.
 — Sauerstoffmangel im Boden und IX 3.
 — Schwefelsäure als Ursache der II 272f.; VIII 650; IX 401.
 — stauende Nässe als Ursache der IX 3.
- Bodenbearbeitung IX 93 bis 208.
 — als Vorbereitung zur Heideaufforstung IX 462.
 — bei Moordammkulturen IX 69.
 — Bekämpfung des Trockenorfes durch IX 399.
 — biologische Bodeneigenschaften und IX 118 bis 120.
 — Bodenbonitierung nach Möglichkeit der X 4.
 — Bodendefinition und V 33.
 — Bodendurchlüftung und VI 273, 311, 312; IX 148, 161, 184, 439.
 — Bodenfeuchtigkeit und IX 107, 128, 129, 140.

- Bodenbearbeitung, Bodenlockerung als Ziel der IX 113.
 — Bodenluft und I 62; VI 273; IX 124.
 — Bodenstruktur und IX 123—135.
 — Bodentemperatur und IX 115.
 — chemische Bodeneigenschaften und IX 117f.
 — der Braunerden III 161.
 — der Podsolböden III 129.
 — der Steppenböden III 309, 310.
 — der Szikböden III 339.
 — der Teichböden IX 316 bis 318.
 — Durchführung IX 166 bis 208.
 — forstliche, vgl. forstliche Bodenbearbeitung.
 — Gare als Ziel der IX 95, 131, 166.
 — Gasaustausch und IX 109, 110.
 — Geschichtliches I 34, 36, 40, 42.
 — Grenzen der Wirkungsmöglichkeit der IX 106f.
 — Hohlraumvolumen und VI 273.
 — Jahreszeiten und IX 179, 180.
 — Klima und IX 120, 121, 198.
 — Knick und IX 122.
 — Kohlensäurebildung und VI 298; VIII 616.
 — Krümelstruktur als Ziel der IX 126.
 — Mikroorganismen und VII 265; IX 118—120.
 — Nährstoffkapital und IX 117.
 — Niederschläge und IX 174f.
 — Ortstein und V 251; IX 122.
 — Pflanzenertrag und Tiefe der IX 521.
 — Pflugsohlenbildung durch V 35.
 — physikalische Bodenverbesserung durch IX 97 bis 117.
 — Tiefkultur als IX 186.
 — Unkräuter und IX 123.
 — Unterbringung des organischen Düngers und IX 123.
 — Untergrundlockerung als IX 186.
 — Untergrund und IX 120 bis 122.
 — Verdunstung und VI 232, 233, 248, 249, 251; IX 105, 198.
- Bodenbearbeitung, Wasserdurchlässigkeit und IX 198.
 — Wasserverluste und IX 193.
 — Wirkung der Geräte zur IX 135—165.
 — wirtschaftliche Aufgaben der IX 120—123.
 — Ziele der IX 93—135.
 Bodenbearbeitungsgeräte bei der Maulwurfsdränung IX 38—40.
 — bei der Moordammkultur IX 69.
 — Bodenadhäsion in ihrer Bedeutung für VI 38, 39.
 — Bodenmeißel als IX 207.
 — Bodentemperatur unter dem Einfluß verschiedener IX 115, 116.
 — Eggen als IX 153f.
 — Fräse als IX 142f.
 — für Heideböden IX 79.
 — Krümmer als IX 149—153.
 — Ortsteinbeseitigung mittels V 251; IX 79, 463.
 — Pflug in seiner Wirkung als IX 135f.
 — Pflugsohlenbildung durch Druck der V 35.
 — Schleppen als IX 157f.
 — Tiefkulturgeräte als IX 191, 462.
 — Unkrautbekämpfung durch IX 123.
 — Walzen als IX 160f.
 — Wirkung der IX 135f.
 — zur forstlichen Bodenbearbeitung IX 462, 463.
 — zur Moormelioration IX 62f.
 — zur Zerstörung undurchlässiger Schichten IX 6.
 Bodenbedeckung vgl. Pflanzendecke, Moordammkultur.
 — als forstliche Maßnahme IX 440, 441.
 — Bodenaustrocknung und IX 167, 168.
 — Bodentemperaturschwankungen unter VI 345—347.
 — Durchlüftung und VI 307.
 — Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 289.
 — Kohlensäureproduktion der Böden und VI 293f.
 — mit Reisig vgl. Reisigdeckung.
 — Verdunstung und VI 224, 225, 234—236, 249; IX 168, 200, 201.
 — Wasserhaushalt des Bodens und IX 379f.
- Bodenbegriff I 63.
 — Agrikulturchemie und I 16—18.
 — Bestimmung des I 20—24; V 79; VIII 1—8.
 — Bodenbearbeitung und V 33.
 — Bodenlehre und I 2.
 — Geologie und I 2, 6—16; VIII 2.
 — in technischer Hinsicht X 138.
 — Kolloidchemie und I 22.
 — Muttergestein und I 13, 17.
 — Petrographie und I 8—15.
 — Ursprungsmaterial des Bodens und I 2.
 — Vegetation als Grundlage des I 20—22, 82, 83; V 190; VIII 2f.
 — vom pflanzenökologischen Standpunkt VII 336; VIII 2.
 — vom pflanzenphysiologischen Standpunkt I 21, 22, 82, 83; V 190; VIII 2f.; X 262f.
 Bodenberegnung IX 50—59.
 — als beste Form der Bewässerung IX 54.
 — Bewertung IX 55.
 — Bodenatmung und VIII 617.
 — Bodenluft und IX 44.
 — Einfluß auf Fruchtartenverhältnis IX 55, 56.
 — Ertragssteigerung durch IX 55, 56.
 — Kapillarität und VI 95.
 — mit Abwässern X 251.
 — Regenklemmen zur Ermittlung der Notwendigkeit der IX 58.
 — Sauerstoffzufuhr durch IX 53.
 — Systeme der IX 50f.
 Bodenberieselung IX 46—50.
 — mit Abwässern X 250, 251.
 — Szikbodenverbesserung durch III 337.
 Bodenbestandteile, Absorption der verschiedenen Ionen durch I 228.
 — als Grundlage zur Bodenklassifikation IV 15f.
 — Ammoniakadsorption einzelner VI 326f.
 — Anteilnahme am Aufbau des Bodens vgl. mechanische Zusammensetzung, mechanische Bodenanalyse.
 — Bedeutung für Fruchtbarkeit des Kulturbodens VIII 8—10.

- Bodenbestandteile, chemische Bestimmung der VII 205 bis 238.
- Kohlensäureadsorption einzelner VI 323, 324.
 - Sauerstoffadsorption einzelner VI 325.
 - Stickstoffadsorption einzelner VI 325, 326.
 - Wärmeleitfähigkeit I 179, 180, 182.
- Bodenbeurteilung V 190—227.
- an Ort und Stelle V 190 bis 204.
 - Beobachtungsmomente in ihrer Bedeutung für V 190 bis 199.
 - Beurteilungsmomente I 35, 43, 47, 56, 58; V 190f.
 - Bodenbonitierung und X 15, 19, 21, 23, 27, 29, 33, 37, 39, 52, 301f.
 - Bodenforschung und V 190f.
 - Bodenprofil als Moment zur III 121; IV 247; V 192; X 264.
 - Fossilität der Böden und IV 228f., 247.
 - Hilfsmittel zur V 201 bis 204.
 - Notwendigkeit der an Ort und Stelle vorzunehmenden I 67, 68; V 190f.
 - Unterscheidung von Bodeneinschätzung X 40.
 - Verwitterungsgrad als Grundlage der IV 25.
 - Wichtigkeit für Bauwesen X 139.
 - zur Herstellung von Bodenkarten I 69; V 282; X 265—267, 291, 301f., 307, 317, 334, 342, 356, 369f., 377, 394.
 - Zusammenstellung der Beobachtungsmomente für V 199—201.
- Bodenbewässerung IX 40 bis 59, 417, 418.
- als Meliorationsmaßnahme IX 1, 417.
 - anfeuchtende IX 43.
 - Bekämpfung tierischer Schädlinge durch IX 44.
 - Bodenerwärmung durch IX 43, 44.
 - Drän- IX 49.
 - düngende IX 42, 418.
 - Einfluß auf Alkalibodenentwicklung III 315, 316.
 - Furchen- IX 46.
 - Geschichtliches I 34, 40, 56, 59; IX 1, 2.
- Bodenbewässerung, klimatische Zonen und IX 41.
- künstliche Beregnung als beste Form der IX 54.
 - Luftzufuhr durch IX 54.
 - Moorwasser als Mittel zur IX 45.
 - Niederschlagshöhe in Deutschland und IX 41, 42.
 - Pflanzen als Indikator für Notwendigkeit der VIII 82, 83.
 - Sauerstoffzufuhr durch IX 44.
 - Steppenbodenbenutzung und III 309, 310.
 - Systeme der IX 45f.
 - Vegetation der Szikböden und III 336, 337.
 - Waldboden und IX 417 bis 419.
 - Wasserbedarf der verschiedenen Methoden der IX 52, 53.
 - Wasserzusammensetzung und IX 44, 45.
- bodenbildende Mineralien I 87—111.
- Bodenbildung vgl. Verwitterung.
- Absorptionserscheinungen und I 75; vgl. Bodenabsorption.
 - anorganisches Material der I 87—151.
 - arktischer Böden III 27 bis 96.
 - atmosphärisches Material der I 145—151.
 - Ausgangsmaterialien der I 87—169.
 - Beobachtungsmomente bei Beurteilung der V 190f.
 - Denudation und II 152.
 - Einfluß des Muttergesteins auf IV 1; V 406; VIII 3.
 - Faktoren der I 170—320; II 148—297; III 119; V 283.
 - fehlende Neubildung von Mineralien bei II 156.
 - Gelbbildung bei I 218, 219; II 150, 157, 158, 161; VII 360.
 - Geschichtliches I 32, 33, 49, 51, 53, 54—56.
 - Gesteine als Ausgangsmaterial der I 111—145; IV 51—123; V 287.
 - Grundzüge der I 4, 5.
 - Horizontausbildung in Abhängigkeit von Dauer der V 288, 289.
- Bodenbildung, Klima und I 23f., 73, 76, 78; II 160; III 1—521; IV 1—5, 36, 45; VIII 3.
- Lichtklima in seiner ausgleichenden Wirkung auf III 189, 254.
 - Mineralien als Ausgangsmaterial der I 87—111; vgl. IV 51—123.
 - naturwissenschaftliche Grundlagen zur Beurteilung der I 170—320; II 1 bis 147; vgl. V 190f.
 - Notwendigkeit der Bodenbeurteilung bei Fragen der V 190f.
 - organisches Material der I 152—169; vgl. VII 113f.
 - Pflanzensubstanz als Material der I 152—169.
 - Podsolbildung und Alter der III 124, 125.
 - Regenwürmer und I 76; vgl. VII 390—412.
 - Streudecke in ihrem Einfluß auf VII 361; vgl. III 506, 507; V 278; IX 404, 434.
 - Tiersubstanz als Material der I 152—169.
 - Übersicht der klimatischen III 17f.
 - und Verwitterung als synonyme Begriffe II 159.
 - Vegetationsentwicklung auf Kalk im Hochgebirge und VII 377.
 - Vegetation und III 139 bis 146; vgl. VII 336—381.
 - Verwitterungslehre und I 3, 4; II 148—162.
 - Wechselklima und vgl. Wechselklima.
 - Wind und I 298—308.
- Bodenbohrer für Mineralböden V 205—210.
- für Moorböden V 211—213.
- Bodenbonitierung VIII 36 bis 46; X. 1—64; vgl. Bonitierung, Bodenklassifikation.
- Absorptionsvermögen zur X 17, 22.
 - Ackerkrume in ihrer Bedeutung für X 24.
 - agronomisch-geologische Kartierung und V 271f.; X 25, 28, 32, 34.
 - Arten der Systeme zur X 21.
 - auf naturwissenschaftlicher Grundlage X 1—64.
 - Beurteilungsmomente zur X 15, 19, 21, 23, 29, 31, 33, 37, 39, 52, 301.

- Bodenbonitierung, biologische Bodeneigenschaften zur X 45.
- Bodenbeurteilung und X 15, 19, 21, 23, 27f., 301f.
- Bodenklassifikation und V 271; X 4f.
- Bodenkonstituenten als Grundlage für X 4, 5 7 bis 10, 17, 25, 30.
- Bodentiefe und X 4, 5, 31.
- chemische Bodenbeschaffenheit und X 4f., 16, 17, 25, 27, 57.
- Geschichtliches X 1f., 62, 63.
- Grundsteuerreinertrag und V 271f.
- Grundwasser in seiner Bedeutung für X 36, 37.
- Klima als Grundlage der X 14, 36, 41, 49, 51, 57.
- Musterbetriebe als Grundlage der X 58.
- nach Kleefähigkeit der Böden X 7, 8, 51.
- Notwendigkeit der Probenahme zur X 3, 27.
- Oberflächengestaltung und X 19, 21, 31, 49, 50.
- Pflanzenerträge der Böden als Grundlage der X 3, 11, 22, 32.
- physikalische Bodenbeschaffenheit und X 12, 26, 30, 31, 35, 51, 297, 298.
- Punktiersysteme bei X 19, 21, 39, 48—50, 57, 61f., 301.
- Reinertrag als Grundlage der X 8, 23, 27—29, 32, 41.
- Rothertrag und X 23, 27 bis 29, 32, 41.
- Schätzungsrahmen bei Grundsteuerreinertrag VIII 43; X 58.
- Taxation und X 4.
- Taxrahmen für Acker und Wiesenboden VIII 44 bis 46; X 58f.
- Untergrund in seiner Bedeutung für X 3, 24, 30, 31, 51.
- von Afrika X 416.
- Waldtypen und III 143, 144; VIII 105, 106; X 278.
- Wasserführung in ihrer Bedeutung für X 30, 31, 34, 36.
- Werttheorien der X 53.
- Wiesentypen und VIII 34; X 40.
- Bodenbonitierung, wildwachsende Pflanzen und VIII 52; X 10—12, 39, 43.
- Bodendecke vgl. Bodenbedeckung.
- als Behinderung der Verjüngung IX 440.
- Definition V 6.
- kolloidchemische Vorgänge im Boden und V 34.
- Maßnahmen zur Entfernung der IX 440f.
- zur Kennzeichnung der Waldtypen IX 411f.
- Bodendefinition I 20—28, 44, 63; vgl. Bodenbegriff.
- Bodendispersität als Ursache günstiger oder ungünstiger Bodenbeschaffenheit VII 65—80.
- Bodenoberfläche als Maß der VII 82—84.
- Farbstoffabsorption als Maß der VII 84—86.
- Methoden zur Bestimmung der VII 81f.
- Methoden zur Feststellung der Änderungen der VII 100f.
- Schlämmanalyse zur Bestimmung der VII 81, 82.
- Bodeneigenschaften, Abhängigkeit von Dispersität VII 46.
- als Grundlage für den Wert der Böden in der Teichwirtschaft IX 302f.
- bei Einzelkornstruktur IX 124.
- chemische, vgl. chemische Bodeneigenschaften.
- Frage nach der die Bodenstetigkeit der Pflanzen bedingenden VIII 56f.
- mechanische, vgl. mechanische Bodeneigenschaften.
- menschliche Krankheiten im Zusammenhang mit X 207—220.
- physikalische, vgl. physikalische Bodeneigenschaften.
- Verbreitung der Holzarten und IX 352f.
- Bodeneinschlag V 210.
- Bodeneis I 266; III 34, IV 258.
- Bodenentartung vgl. Bodenmüdigkeit.
- Hauptursachen der IX 402.
- Ortsteinbildung als IX 401, 462.
- Bodenentartung, Rohhumusbildung als IX 401.
- Waldmoorboden als IX 401.
- Bodenentwässerung IX 10 bis 40, 417—419, 528, 529; vgl. Dränung.
- als Meliorationsmaßnahme IX 1, 417.
- als Vorbereitungsmaßnahme der Heideaufforstung IX 465.
- bei der deutschen Hochmoorkultur IX 75.
- bei Schwemmsand IX 10.
- bei schwimmenden Mooren IX 10.
- Bodenentartung durch falsche IX 402.
- Bodensackung und IX 10.
- Geschichtliches I 36, 42, 56, 59.
- Kulturentwicklung und V 434.
- Moordammkultur und Moor- IX 67.
- Nachteile unzureichender VI 280, 307; IX 2—5.
- Ortsteinbildungen und IX 79.
- unterirdische, vgl. Dränung.
- von raseneisensteinführenden Böden zwecks Bodennutzung IX 468.
- Waldboden und IX 417 bis 419.
- zur forstlichen Nutzung der Moore IX 77, 417, 482, 483.
- zur Verbesserung der Szikböden III 337.
- Bodenerkrankung vgl. Bodenmüdigkeit.
- Azidität der Waldböden und IX 405—411.
- Bewurzelung der Holzarten und IX 403.
- des Waldbodens IX 400 bis 405.
- Kennzeichnung IX 401.
- Bodenfarbe VI 63—66; vgl. Farbe.
- als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 193, 195, 196.
- als Einteilungsprinzip I 43.
- als Kriterium für Bodenbezeichnung III 120, 160, 183—186, 296, 297, 307, 365, 371, 387; IV 275; V 195, 196, 280.
- als landschaftlich wirksame Eigenschaft V 232, 233.

- Bodenfarbe, Ameisen und VII 420.
- Azotobacter und Bildung der VIII 657.
- Beeinflussung durch Muttergesteine III 183, 184, 188; vgl. V 193.
- Bestimmung im Felde V 202.
- Beziehungen zwischen Verwitterung, Klima und X 390.
- Bodentemperatur und VI 64, 65.
- der Podsolhorizonte III 122.
- der Roterden III 211, 242, 243, 252; vgl. V 233.
- der Steppenschwarzerden III 257, 258.
- des Badob III 349.
- Herkunft der Regur III 342, 343; vgl. auch V 233.
- in tropischen Gebieten III 363, 364, 371, 372.
- Kohlensäureproduktion und VI 296, 297.
- subtropischer Böden III 182; V 233.
- Veränderung nach der Probenahme beim Lagern V 195; VI 64.
- Verdunstung und VI 66, 240.
- Wärmeausstrahlung und VI 209.
- Wassergehalt des Bodens und V 196, 202, 218; VI 64.
- zur Abschätzung des Humusgehaltes IV 200; V 196.
- zur Bodenkennzeichnung I 35.
- Bodenfestigkeit und ihre Ermittlung VI 32f.
- Bodenfeuchtigkeit V 78, 79; vgl. Feuchtigkeit.
- Abhängigkeitsfaktoren der I 32; vgl. V 47—97.
- Alkaliböden in ihrer Abhängigkeit von III 315.
- als wichtigstes Bonitierungsmerkmal für Wiesen X 7.
- Ammoniakadsorption und VIII 202, 203.
- Bestimmung im Felde V 202.
- Beziehungen zur Wärme I 32; vgl. VI 221f., 347f.
- Beziehungen zwischen Wärmeleitfähigkeit und I 179, 180; VI 370, 371.
- Bodenfeuchtigkeit, Bodenbearbeitung und IX 107, 128, 129, 140, 143, 144, 152—156, 158, 159, 162, 163, 169.
- Bodenfarbe und V 196, 218; VI 64, 66.
- Bodenreaktion und VIII 402, 403.
- Bodenstruktur und I 60; VI 31.
- Denitrifikation und VIII 640, 641.
- Durchlüftbarkeit in Abhängigkeit von VI 306, 307, 314.
- elektrische Leitfähigkeit zur Bestimmung der V 202; VIII 115.
- Ersatz durch Luftfeuchtigkeit bei Waldvegetation IX 378.
- Exposition und V 16, 17.
- forstliche Maßnahmen und IX 379f.
- Frostgare und IX 179.
- Gare und IX 198.
- kapillare Steighöhe und VI 100.
- Keimpflanzenmethode und VIII 500.
- Kohlensäureproduktion des Bodens und VI 296; VIII 615, 617.
- Landschaftsbild in Abhängigkeit von V 234, 235.
- Mikroorganismen und VII 246, 247, 259; VIII 611, 615—617, 627, 635, 636, 641, 647.
- Moordammkultur und IX 67.
- Nitratbildung und VIII 634, 635.
- Pflanzen als Indikator für VIII 75—77, 88, 95, 96, 100, 101.
- Pflanzenwachstum in seiner Beziehung zur VIII 542—544.
- Radium-Emanationsgehalt der Böden und VI 395.
- relative, vgl. relative Bodenfeuchtigkeit.
- relative moistness als Verhältnis von Hygroskopizität zur VI 141.
- Saugkraft und VI 103.
- Stickstoffbindung und VIII 647.
- Taubildung und VI 218.
- Tiefenlockerung und IX 187.
- Bodenfeuchtigkeit, Wärmeausstrahlung und VI 209.
- Wasserkapazität und VI 131, 132.
- Wurzelentwicklung und VI 133f.; VIII 76.
- Bodenfeuchtigkeitswert VI 133.
- Bodenfluß vgl. Solifluktion, Fließerden.
- Kulturentwicklung in Polarsteppen und V 431.
- in der Wüste III 478.
- Bodenfraktionen vgl. mechanische Bodenbeschaffenheit, Feinerde.
- Bezeichnungsweise VI 1, 2, 11; VII 55.
- chemische Zusammensetzung der verschiedenen VII 4—7, 56.
- Hygroskopizität der VII 57.
- Nährstoffgehalt der einzelnen VII 40.
- Sesquioxidgehalt in Roterden III 232, 233.
- spezifisches Gewicht der einzelnen VI 43.
- Wassergehalt der VII 56.
- Bodenfräse vgl. Fräse.
- Bodenfrost I 266; IV 258.
- Bodengare IX 540, 541.
- als Ziel der Bodenbearbeitung IX 95, 131, 166, 540.
- Bildung in tropischen und subtropischen Gebieten IX 180.
- Bodenaustrocknung und IX 166.
- Bodenbearbeitung und IX 183f., 192.
- Bodenfeuchtigkeit als Grundlage für die Erhaltung der IX 198.
- Bodenlockerung als Kennzeichen der IX 429, 540.
- Bodenstruktur und IX 540.
- Bodenversauerung und VIII 386, 393.
- Bodenvolumen und IX 132.
- Brache und IX 293.
- Einfluß äußerer Faktoren auf IX 94, 95.
- Erhaltung während der Vegetation IX 196f.
- Ernterückstände und VIII 432.
- Humus und VII 69; IX 132.
- Kalkung und VII 69f.; IX 276.

- Bodengare, Kennzeichnung VIII 15, 16, 386; IX 132.
 — Klima in Deutschland und IX 191, 192.
 — kolloidchemische Vorgänge und VII 69f., 73, 74; IX 132f.
 — Kompostdüngung zur Förderung der IX 222.
 — Krümelstruktur als Voraussetzung für VIII 14; IX 132, 133.
 — Kulturzustand des Bodens und VIII 15, 16.
 — Mikroorganismen und VII 69; IX 293, 540.
 — Niederschläge und IX 197.
 — Pflanzenbestand und IX 95, 96.
 — Schollenbildung und IX 180.
 — Verjüngung der Waldvegetation und IX 440.
 Bodengefüge als Bodenbeurteilungsmoment V 195.
 — Charakteristik V 8.
 — Koagulation als Ursache günstiger Veränderung des VII 65—71.
 — Peptisation als Ursache ungünstiger Veränderung des VII 71—74.
 bodenholde Pflanzen VIII 50; X 12, 51.
 — Kennzeichnung VIII 50.
 — Abhängigkeit von der geographischen Lage VIII 51, 52.
 Bodenhorizont vgl. Bodenprofil.
 — als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 192, 195, 200, 201.
 — als Grundlage für Bodentypen III 3, 4, 120; IV 50; V 4f.; VIII 29.
 — Bildungsfaktoren des V 10—18.
 — Bleicherdewaldböden III 124f.
 — Bodeneinteilung nach Ausbildung der V 18f.
 — Braunerden III 163f.; V 27, 28.
 — Charakteristik der einzelnen III 4, 124; V 6, 33—47.
 — Dauer der Bodenbildung in Einfluß auf V 288, 289.
 — Einzelbeschreibung lateritischer III 401—419.
 — Ferretto III 251.
 — Gelblehme III 187f.; V 27, 28.
 — Gleiboden V 24, 25.
 Bodenhorizont, Grundwasserboden III 131—134; V 29.
 — kastanienbraune Böden III 297f.
 — Kreblehm V 26, 28.
 — Krustenböden V 29.
 — Laterit V 33.
 — Marschboden V 29—31.
 — Molkenboden V 26.
 — Podsolboden III 121 bis 123, 134f.; V 22—25.
 — Prärieböden III 289, 292, 293.
 — Rendzina V 19, 20, 22.
 — Roterde III 251f.; V 29.
 — Rotlehm III 187f.
 — Sodaböden III 328; V 32.
 — Solonetz V 31, 32.
 — Solontschak V 32.
 — Steppenbleicherden III 310.
 — Steppenschwarzerde III 263—265; V 21.
 — Szikboden V 32.
 — Tierwelt des Tschernosems und Ausbildung der III 274.
 — Tschernosem V 20, 21.
 Bodenhumus vgl. Humus, organische Substanz.
 — besonderer Charakter des VII 161.
 — Kennzeichnung VII 119, 133, 134.
 Bodenirrigation, Prüfung der Wirksamkeit durch Gefäßversuch VIII 551.
 — Wert beim Leguminosenanbau IX 299.
 — Wirkung auf Pflanzenproduktion VIII 434.
 — zur Beeinflussung der Mikroorganismenaktivität IX 299.
 Bodenkapillaren vgl. Kapillarität.
 — Bodenverdichtung und IX 177.
 — Grundwasser und IX 102.
 — Herabsetzung der Verdunstung durch Unterbrechung der IX 200.
 — Walzen und IX 163.
 Bodenkapital I 62; vgl. Nährstoffkapital.
 — Ergänzung durch Blatt- und Laubfall II 263.
 — im regenfeuchten Urwald V 270.
 Bodenkartierung vgl. Karten X 259—428.
 — agronomisch-geologische IV 37, 39; V 275—279; X 20.
 Bodenkartierung, agrophysiologische X 262.
 — allgemeines über X 259, 260.
 — Anzahl der Bohrungen zwecks X 286.
 — auf dynamisch geographischer Grundlage X 261.
 — auf Grund der Agrarstatistik X 298, 299.
 — auf Grund der Bodentypen III 119; V 281 bis 290; X 259, 266, 267, 301 bis 306.
 — auf Grund geologisch-petrographischer Bodenbeschaffenheit IV 4; X 259, 263, 264.
 — auf Grund historischer Siedlungsforschungen X 261.
 — Bedeutung für Siedlung X 425.
 — Bodenbeurteilungsmomente zur Herstellung der I 69; V 190, 271f.; X 265 bis 267, 291, 307, 317, 334, 342, 356f., 369f., 377, 394f., 421.
 — bodenmorphologische Aufnahmen zur X 264, 265.
 — Bodenreaktion und, vgl. Bodenreaktionskarten.
 — Bodenskelett als Grundlage zur X 384.
 — Bodentextur als Grundlage zur X 394.
 — Bodenzonen der Ukraine III 282; X 374f.
 — chemische Bodenbeschaffenheit und X 263, 281f., 331f., 356, 363.
 — der Bodenarten vgl. Bodenartenkartierung.
 — der Bodentypen vgl. Bodentypenkartierung.
 — der Erde III Tafel III; X 269—271.
 — der Gebirgsböden III 113, 114; X 383.
 — der quartären Ablagerungen der Ukraine III 283.
 — der ukrainischen Böden nach ihren Eigenschaften III 284.
 — Frage nach dem gegenwärtigen Stand und der Zukunft der X 419—428.
 — geognostisch-agronomische X 281.
 — Geschichtliches I 42, 45, 46, 68, 69, 75, 79; V 271 bis 290.

- Bodenkartierung, Humusgehalt als Grundlage für X 376.
- hydrologische Grundlagen der X 263.
- Kaligehalt des Bodens und X 288.
- Kalkgehalt des Bodens und X 263, 288, 335.
- Klimafaktoren als Grundlage der X 263.
- limnische V 104.
- Luftkapazität als Objekt der VI 282; vgl. X 356.
- mechanische Bodenbeschaffenheit und X 262, 263, 282f., 307, 311f., 357, 363, 387.
- Methoden der Kartenaufnahme bei der X 260 bis 265.
- Methoden der Kartendarstellung der X 265—269, 421f.
- Methodik der russischen X 369—372.
- nach Bodenbildungsfaktoren V 281—290.
- Nährstoffgehalt des Bodens und X 263, 296f., 312, 356.
- Notwendigkeit der Herstellung der X 419, 420.
- pflanzenbauliche Feststellungen als Grundlage der X 262, 288, 300, 330f., 347, 410—416.
- pflanzengeographische Feststellungen als Grundlage der X 262.
- physikalische Bodenbeschaffenheit und X 262, 263, 287, 297, 298, 307, 331f., 356, 363.
- praktische X 268, 269.
- Profiluntersuchungen zur I 69; V 282; X 265, 267, 282f., 301f., 377f.
- Salzgehalt der Böden als Grundlage zur X 366.
- theoretische X 268, 269.
- Tierlöcher als Grundlage zur X 376.
- Unterschied gegenüber geologischer Kartierung X 259.
- von Feldversuchen X 265, 267, 285, 301f.
- wirtschaftlich statistische X 261.
- zweckmäßige Maßstäbe der X 265, 267, 285, 358.
- bodenkennzeichnende Pflanzen VIII 49—79.
- Bodenklassifikation, Alkaliböden III 323—325, 338 bis 339.
- Anforderungen an IV 8, 9; V 2—4, 281, 282.
- äolische Böden I 303.
- auf geologisch petrographischer Grundlage IV 5 bis 51; VIII 31; X 12, 13.
- Benetzungswärme als Grundlage der X 31.
- Bodenbestandteile als Grundlage der IV 15f.; VIII 20—23.
- Bodenbonitierung und V 271f.; X 4f.
- botanische VIII 33; X 10, 11.
- chemisches System IV 10.
- chemisch-physikalisches System IV 9, 14; VIII 31; X 262, 263.
- Geologie und I 9f.; IV 8f., 35, 41.
- Geschichtliches I 33—35, 43, 45—49, 54, 56, 59, 60, 63, 78—80; III 12—26; IV 5—8, 10—51; X 1—64.
- Gesichtspunkte bei der Aufstellung der X 20, 21.
- Grundsteuerreinertrag als Grundlage der VIII 31, 32, 39f.
- kastanienfarbene Böden in ihrer Stellung zur klimatischen III 296, 297.
- Kleefähigkeit als Grundlage der VIII 38.
- Klimaverhältnisse als Grundlage der III 1—26; IV 36, 41, 44f.
- lateritische Verwitterungsprodukte III 399—401.
- Lehme tropischer Gebiete III 385—387.
- Mängel der geologischen I 10.
- mineralogisch-geologisches System IV 23f.; X 12, 13.
- Muttergestein und III 18f.; IV 10f., 44; V 1 bis 4; X 12, 13.
- nach chemischen Prinzipien I 72.
- nach Degradationsmerkmalen III 510, 511.
- nach der Horizontausbildung V 18.
- nach landwirtschaftlichen Gesichtspunkten VIII 18 bis 48.
- nach Pflanzenbestand VIII 33, 34.
- wildwachsende Pflanzen zur VIII 33, 34; X 10, 11.
- Bodenklassifikation, ökonomisches System I 56, 72; IV 9; VIII 31, 32, 35f.; X 5.
- Podsolboden III 121.
- Regenfaktor zur, vgl. Regenfaktor.
- Steppenschwarzerde III 260.
- Szikböden III 338, 339.
- tropische Bodentypen III 368, 369.
- Vegetation und III 15, 16.
- Wasserbedarf der Kulturpflanzen als Grundlage der X 28.
- Bodenklassifikationssysteme nach AARNIO III 15, 16.
- nach BIRNBAUM I 72; VIII 38; X 14—16.
- nach BLOCK X 9.
- nach DOKUTSCHAJEFF III 12, 13; V 3.
- nach FALLOU I 65; IV 20 bis 29; V 1; X 12, 13.
- nach FESCA I 79, 80; IV 35, 36; X 20.
- nach GIRARD I 65, 66; IV 27—29; X 13.
- nach GLINKA III 20f.; IV 1, 2, 45; V 3.
- nach GREBE IV 31, 32.
- nach HABERLANDT X 20.
- nach HAUSMANN IV 10 bis 15; X 13.
- nach HAZARD IV 38, 39; VIII 22, 23; X 28.
- nach HILGARD I 78; IV 36; V 1, 2.
- nach HUNDESHAGEN IV 10, 11, 13—15; X 13.
- nach KNOP X 16, 17.
- nach KOPPE VIII 35; X 8.
- nach KOSSOWITSCH III 22, 23.
- nach KRAFFT VIII 38; X 19.
- nach LAMPADIUS I 49.
- nach LANG III 8; V 2, 7—9; vgl. Regenfaktor.
- nach MARBUT III 25.
- nach MAYER IV 30; X 13.
- nach MEITZEN V 271 bis 273; X 13, 14.
- nach MEYER III 9, 10; vgl. N-S-Quotient.
- nach PABST VIII 35; X 11.
- nach PFANNSTIEL X 21.
- nach PUCHNER IV 46, 47.
- nach RAMANN III 17, 18; IV 43, 44; V 23, 280, 281; X 146.
- nach SCHMALZ X 1, 8, 9.
- nach SCHÖNLEUTNER VIII 38; X 7.

- Bodenklassifikationssysteme
 — nach SCHÜBLER IV 15; X 10.
 — nach SENFT IV 17—19; X 10, 11.
 — nach SETTEGAST VIII 35 bis 38; X 20.
 — nach SIBIRCEFF III 14, 15.
 — nach SPRENGEL I 59; IV 16, 17; X 10.
 — nach STREMMER III 15, 16.
 — nach THAER I 57; IV 7, 14, 40; VIII 19f., 35; X 5, 25, 146.
 — nach TROMMER I 63; IV 20; X 11, 12.
 — nach VILENSKY III 23, 24, 25.
 — nach v. D. GOLTZ X 22 bis 24.
 — nach v. FLOTOW X 67.
 — nach v. HONSTEDT X 9, 10.
 — nach v. LIBURNAU I 80; IV 36, 37, 39, 40.
 — nach v. RICHTHOFEN III 13, 14.
- Bodenklima als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 194.
 — Bodenbildung und V 280.
 — Bodenbonitierung und X 51.
 — Verdunstung und VI 236f.
- Bodenkohärenz vgl. Kohäsion, Adhäsion.
 — Ermittlung der VI 35f.
 — Trennungswiderstand als Maßstab der VI 35.
 — zur Bestimmung der Bodendispersitätsänderungen VII 104.
- Bodenkolloide VII 45—112; vgl. Kolloide, absorbierender Bodenkomplex.
 — Altern der I 221.
 — Ammoniakadsorption und VI 330f.
 — Angreifbarkeit durch verschieden starke Salzsäure VIII 153.
 — Arten der VII 47f.; VIII 205, 274.
 — Bodenstruktur und VI 31.
 — Elektroultrafiltration zur Trennung der Elektrolyte von VIII 123, 124.
 — Feinerdegehalt der Boden und I 189, 218; III 232.
 — Gewinnungsmethoden der VII 95—98.
 — Hygroskopizität und VI 340, 341; VII 83, 84.
 — Krümelstruktur und VIII 14, 31; IX 126, 127.
- Bodenkolloide, Methoden zum Studium der Eigenschaften der VII 98—112.
 — Saugkraft als Ausdruck für Gehalt an VIII 281.
 — Teilchengröße der VII 55.
 — Untersuchungsmethoden VII 80—112.
- Bodenkonstituenten vgl. Bodenbestandteile.
 — als Grundlage der landwirtschaftlichen Bodenklassifikation VIII 20—22.
 — Ammoniakadsorption der verschiedenen VI 326 bis 330; VIII 303.
 — Bestimmungsmethoden vgl. mechanische Bodenanalyse.
 — Bodenbonitierung auf Grund der X 4, 5, 7—10, 17, 25, 30.
 — Definition VII 1.
 — Ermittlung nach SCHLOESING-GRANDEAU VII 2, 3.
 — Kohlensäureadsorption der verschiedenen VI 323, 324; VIII 203.
 — Natur der VII 1—23.
 — physikalische Bodenbeschaffenheit und VIII 8 bis 10.
- Bodenkunde vgl. Bodenlehre.
 bodenkundliche Wachstumsfaktoren IX 498, 499.
- Bodenlagerung VI 28—31; vgl. Bodenstruktur.
 — Bodenbearbeitung und IX 193.
 — Hohlraumvolumen und VI 28, 29, 269.
 — Kahlschlag und IX 424.
 — natürliche vgl. gewachsener Boden.
 — Stockrodung und IX 424.
 — Streunutzung und IX 435.
 — Verdunstung und I 73; VI 224; IX 199.
- Bodenlehre, Abgrenzung zur Geologie I 2, 6f.; II 152, 211.
 — allgemeine I 3—5.
 — als angewandte Naturwissenschaft I 1, 2.
 — als Geologie der Gegenwart I 2, 15; IV 48.
 — als naturwissenschaftliche Disziplin I 18; III 3.
 — als reine Wissenschaft I 3; III 3.
 — als selbständige Wissenschaft I 2, 6, 17, 18, 79, 82, 83; III 3.
 — als technologische Wissenschaft I 3.
- Bodenlehre als Wissenschaft I 1—28, 36, 56, 63, 65, 69; IV 3.
 — Anfänge der I 31, 32.
 — angewandte I 5; VIII 1 bis 671; IX 1—541; X 1 bis 258.
 — bautechnische X 138 bis 207.
 — Begriff und Inhalt I 1—6.
 — Beziehungen zur Forstwirtschaft I 17; vgl. IX 348—496.
 — Beziehungen zur Geologie und Agrikulturchemie I 3, 6—18, 58, 59.
 — Beziehungen zur Landwirtschaft I 3, 5, 17; vgl. IX 1—299, 497—541.
 — Beziehungen zur Mineralogie I 1, 60, 64, 75; vgl. I 87—145.
 — Beziehungen zur Petrographie I 8f., 60, 67; IV 1, 42.
 — Beziehungen zur Verwitterungslehre I 7; II 148f.; vgl. III 1—521; IV 51 bis 305.
 — Bodenbegriff und I 2; vgl. a. Bodenbegriff.
 — Definition I 2; vgl. a. Bodenbegriff.
 — Einfluß der Petrographie auf I 13—16, 59.
 — Entwicklung in Abhängigkeit von Mutterdisziplinen I 1, 2.
 — Fischerei in ihrer Beziehung zu V 101f.; vgl. IX 299—348; X 129f.
 — geographische III 27 bis 521.
 — Geschichtliches über I 28 bis 86; III 1—26.
 — Klimatologie und I 1, 15, 76, 78, 79; III 1—26; vgl. II 1—147; VI 342—375.
 — Landschaftskunde und V 228—270.
 — Limnologie in ihrer Beziehung zur V 98f., 189.
 — PETTENKOFERS lokalistische X 208—210.
 — pflanzenphysiologische I 5, 82, 83; vgl. VIII 2, 505—514; IX 497—541.
 — regionale III 27—521.
 — spezielle I 3, 5; VIII 1 bis 671; IX 1—541; X 1 bis 258.
 — Teilgebiete der I 3—5.
 — wissenschaftliche I 3—5.
 — Zusammenhänge mit der Geologie I 6—16, 52, 60, 63, 67, 75; IV 1, 30, 42.

- Bodenlockerkeit, Bodengare und VIII 16.
- Bodenlockerung IX 170.
- als Ziel der Bodenbearbeitung IX 113, 117.
- Anbaukulturen der Naturvölker und X 94.
- Bodenarten und IX 112, 113.
- Bodenbearbeitung und IX 136, 137, 142 f., 174, 183, 184.
- Bodendurchlüftung und VI 312.
- Bodenfeuchtigkeit und IX 169.
- Bodengare und IX 429, 540.
- Bodenkrümelung und IX 137.
- Bodentemperatur und IX 115, 116.
- Bodenvolumen und VI 274.
- Bodenwähler und III 259, 269.
- der Waldböden durch Düngung IX 443.
- forstliche Bodenbearbeitung und IX 439.
- forstlicher Unterbau und IX 427.
- Haftwassergehalt und VI 141, 142.
- Kalkung und IX 278, 279.
- Luftadsorption und VI 318.
- Regenwürmer und VII 40 f.
- Schädigungen im Gebirge durch IX 494.
- Stickstoffbindung und IX 119.
- Verdunstung und VI 224, 248 f.; IX 170.
- Wasserkapazität der Sandböden und IX 178, 179.
- Wind und V 198.
- zur Behebung der Müdigkeit der Teichböden IX 317.
- Bodenlösung, Bestimmung der wasserlöslichen Nährstoffe durch Gewinnung der VIII 124—130.
- Gefrierpunktserniedrigung als Maßstab für die Konzentration der VIII 116, 117.
- Jahreszeiten und Konzentration der VII 371.
- Kalkpflanzen in ihrem Anspruch an VIII 59.
- Kieselpflanzen in ihrem Anspruch an VIII 59.
- Bodenlösung, Konzentration der IX 225.
- Ladung des Eisenoxyds in VII 50.
- Menge der den Pflanzen zur Verfügung stehenden IX 225.
- Methoden zur Gewinnung der VIII 124—128.
- osmotischer Druck zur Bestimmung der Konzentration der VIII 115—117.
- Pflanzen als Indikator für den Nährstoffgehalt der VIII 71.
- Pflanzenwachstum und VIII 295, 298.
- Regelung der Konzentration durch Bodenabsorption VIII 305.
- Streuabfall und Konzentration der IX 432, 433.
- Wanderung im Savannenklima III 423.
- Bodenluft VI 268—302; vgl. Gasaustausch, Durchlüftung.
- Berechnung des Gehalts an VI 127.
- „bewegliche“ VI 282.
- Beziehungen zwischen Bodenbearbeitung und Kohlensäuregehalt der I 62; VIII 325.
- Beziehungen zwischen Humuszersetzung und Kohlensäuregehalt der I 62, 148; VIII 325; vgl. VI 282 f.
- Beziehungen zwischen Waldboden und IX 385, 386.
- Bodenazidität und Kohlensäuregehalt der VIII 327, 328.
- Bodenbearbeitung und I 62; VI 273; IX 108 f.
- Bodenstruktur und Gehalt an IX 111.
- Erneuerung durch Bewässerung IX 44.
- Kalziumkarbonatlösung durch Kohlensäure der VIII 324.
- Kohlensäuregehalt der VI 283—300; VII 378 bis 381; VIII 327, 608; IX 109, 369, 370.
- Kulturpflanzen in ihrer Abhängigkeit von VI 127, 278; VII 379.
- Löslichkeit VI 341.
- Luftdruck und I 148; VI 282, 283, 286, 287.
- Menge der VI 268—282.
- Bodenluft, Porenvolumen und Gehalt an IX 111.
- Radioaktivität VI 383, 393, 396.
- Regenwürmer und VI 275.
- Schaumbildung durch ausströmende VI 179.
- Sickerwasser und VI 178 f.
- spezifische Oberfläche der VI 206.
- Strömungen der VI 203; vgl. VI 282, 283, 286, 287.
- Ursachen der Entstehung schädlicher Stoffe bei Mangel an VI 278, 279; VII 379.
- Veränderung der Bodenflora bei abnehmender VIII 88.
- Verhältnis der einzelnen Gase zueinander in der VI 299, 300.
- Walzen und Durchlässigkeit der IX 164.
- Wasserdampf in der VI 202, 302.
- Wechselbeziehungen zwischen Vegetation, Mikroorganismen und IX 2 f.
- Zusammensetzung der VI 282—302; IX 109 f.
- Bodenmeißel IX 207.
- Bodenmelioration I 56; IX 1 bis 92; vgl. Bodenbearbeitung, Düngung, Bodenbewässerung, Bodenentwässerung.
- Beeinflussung der Mikroorganismen-tätigkeit im Boden als IX 283—299.
- Beeinflussung des Landschaftsbildes durch V 254.
- Bekleien als IX 74.
- Beurteilung der Notwendigkeit nach Luftkapazität VI 280.
- Bewässerung zur, vgl. Bodenbewässerung.
- Blausand zur IX 91.
- Bodenbildung und V 287.
- Braunerden III 162.
- Definition IX 1.
- direkte Düngung als IX 208—267.
- Entwässerung zur, vgl. Bodenentwässerung.
- forstwirtschaftliche Bearbeitung und Düngung als IX 348—496.
- Gefäßversuch und Ermittlung der Wirkung der VIII 546.
- indirekte Düngung als IX 267—283.

- Bodenmelioration, KrümelstrukturalsZiel der III 120.
 — Kuhlerte zur IV 174.
 — künstliche Umwandlung der Böden in Steppenböden durch III 120.
 — landwirtschaftliche Bodenbearbeitung als IX 92 bis 208.
 — Mergeln zur, vgl. Mergel.
 — Moorboden vgl. Moormelioration.
 — Muddeböden IV 148.
 — Nilschlamm zur I 34.
 — ortsteinführender Böden IX 467, 468.
 — Podsolböden III 129.
 — Schlammdüngung zur I 40.
 — Seemergel zur X 130.
 — Ssebacherde zur I 34.
 — Steppenböden III 309, 310.
 — Szikböden III 337—340.
 — Torfböden IV 157f.
 — Ufersand zur X 130.
 Bodenmeliorationskarten X 267, 302, 303, 362, 371, 427, 428.
 Bodenminerale vgl. Mineralbestandteile des Bodens.
 Bodenmonolithe, Entnahme V 215—217.
 — Transport V 219.
 Bodenmüdigkeit IX 287; vgl. Bodenentartung.
 — bei Holzarten IX 375.
 — Bodenprotozoen und IX 287.
 — der Teichböden IX 317.
 — Kennzeichen VII 373.
 — pektinvergärende Bakterien und IX 375.
 Bodenoberfläche VI 50—63.
 — als Maß der Bodendispersität VII 82—84.
 — Benetzungswärme des Bodens als Maßstab für VI 51, 59; VII 82, 83.
 — Bestimmung I 83; VI 50 bis 63; 338.
 — Bewertung der Hygroskopizität als Maßstab für VI 53, 56—59, 340; VII 83, 84.
 — Ermittlung der äußeren VI 54—57, 61, 62; VII 84.
 — Farbstoffabsorption zur Ermittlung der VI 63.
 — Hygroskopizität als Maßstab für VI 51 f.; VII 83, 84.
 — Korngröße und VI 50.
 — spezifische, vgl. spezifische Oberfläche.
 — Temperaturverhältnisse II 66—68.
 Bodenoberfläche, Vergrößerung durch Pflugarbeit IX 137, 138.
 — Wärmekapazität und IX 114.
 — Wasserverdunstung und VI 232.
 Bodenplattenmethode zur mikrobiologischen Bodenuntersuchung VII 255.
 Bodenprobe, Entnahme V 204—217.
 — Häufigkeit der Entnahmestellen V 204, 205; VIII 532.
 — Veränderung der Farbe beim Lagern V 195, 196; VI 64.
 — Verpackung und Transport V 217—219.
 — Vorbereitung zur Bauschanalyse VII 205, 206.
 — Vorbereitung zur mechanischen Bodenanalyse VI 2—7; VII 81.
 — Vorbereitung zur mineralogischen Untersuchung VII 39, 40.
 Bodenprofil V 1—47; vgl. Bodenhorizont.
 — Abhängigkeit von orographischen Verhältnissen V 40, 41.
 — Alkaliböden III 329, 330, 335, 336.
 — allgemeine Angaben V 4 bis 6.
 — alpine Humusböden VII 375 (Abb.), 377.
 — alpine Böden VII 377 (Abb.).
 — als Bodenbeurteilungsmoment V 195, 282.
 — als Grundlage der Bodenkartierung I 69; V 282; X 265, 267, 282 f., 301 f., 377; vgl. Bodentypenkartierung.
 — begrabener Podsolboden IV 229.
 — Beispiele V 19—33.
 — Bleicherde V 404, 412; VII 361 (Abb.).
 — Bodenerforschung und I 10; III 120; V 4 f., 192 f.
 — Braunerden III 163—170, 173—182; V 27, 28, 42, 327.
 — braune Waldböden V 364, 395.
 — Braunlehme III 372 f.
 — Buntsandsteinböden IV 77.
 — degradierte Böden III 508 f., 513—515, 519 bis 521; V 21 f.
 Bodenprofil, degradierte Schwarzerden V 362, 363.
 — Eigenschaften der Einzel- V 33—47.
 — entrophe Seeböden V 136.
 — Exposition in ihrem Einfluß auf V 13—18.
 — Ferretto III 251.
 — fossiler Laterit IV 278 bis 280, 283, 284.
 — Gelberden III 187—193; V 27, 28, 41, 403.
 — Gleiböden V 24, 25, 47.
 — Granitverwitterung IV 51, 52.
 — graphische Darstellung des Boden-, Wasser- und Luftgehalts im VI 128.
 — Grundwasserböden III 131—134; V 47.
 — Heideboden V 306.
 — hellbraune Steppenböden III 307.
 — horizontbildende Faktoren des V 10—18.
 — Inklination in ihrem Einfluß auf V 13—18.
 — interglaziales IV 230.
 — kastanienbraune Böden III 297 f.
 — Kreflehm V 26, 27, 403.
 — Krustenboden V 29; 44, 45.
 — Laterit III 389, 411—413; IV 277; V 33, 43, 45.
 — Löß IV 262—264; V 360 bis 364, 402.
 — Marschboden V 30, 31, 42, 47, 303, 304.
 — Melaphyrboden IV 60, 61.
 — Molkenboden V 26, 40, 378, 402, 403.
 — Podsolböden III 121, 125 f., 146—151; V 22 f., 38—40, 46; VII 361 (Abb.), 377.
 — podsolierte Waldböden III 134—138; V 319, 364.
 — Prärieböden III 289, 292, 293.
 — Probeentnahme zwecks Untersuchung ganzer V 214—217.
 — Rendzina III 519—521; V 19, 20, 35, 36, 379, 413, 414; VII 377.
 — Roterden III 251 f.; V 29, 42.
 — Rotlehme III 187 f.
 — Salzböden V 31, 32, 42, 43, 45; vgl. III 322, 335 f.
 — Schwarzerde III 263 bis 265; V 20, 21, 320, 321, 361 f., 393, 394; VII 367 (Abb.).

- Bodenprofil, Seeuntergrund IX 312.
- Solonetzboden V 31, 32, 42, 43.
 - Solontschak V 32, 42, 43.
 - Staubboden III 467.
 - Steppenbleicherden III 310f.
 - Steppenschwarzerde III 263—265; V 20, 21, 320, 321, 361f., 393, 394; VII 367 (Abb.).
 - Stoffwanderungen in V 10 bis 13.
 - Szikboden III 335, 336; V 32, 43, 46.
 - Terminologie des V 6—10.
 - Tschernosem V 20—22, 36—39, 46.
 - unreife tropische Böden III 375, 376.
 - unter Hochmooren V 344.
 - Veränderung durch Entwaldung III 128; V 284.
 - Veränderung durch Tiefkulturgeräte IX 191.
 - Veränderung im Moor-teich IX 305.
 - Verlagerung tropischer III 365.
 - Wellenkalkboden IV 100.
 - Wielenbacher Teiche IX 303.
- Bodenprotozoen vgl. Protozoen.
- Bodenreaktion vgl. Bodenazidität.
- Algen und VII 335.
 - Alpenhumus und IX 389.
 - alpine Böden III 101; VII 377.
 - als Grundlage der Bodenkartierung VIII 400; X 263.
 - Ammoniakbildung und VIII 628—630.
 - Änderung bei Bodenaustrocknung V 218.
 - aride Böden VII 376; VIII 329, 330.
 - Azotobacter und VII 305; VIII 389, 647, 648, 663f.
 - Bacillus amylobacter und VII 296; VIII 647, 648.
 - Basengehalt der Verwitterungssilikate und VIII 318f.
 - Bestimmung im Felde V 202, 203; VIII 352.
 - Bestimmungsmethoden VIII 330—352.
 - Beziehungen zu Bleicherdebildungen unter Urwald IV 188f., 224.
 - Bodenarten und IX 408.
- Bodenreaktion, Bodenatmung und VIII 618—620.
- Bodentiefe und III 294; VIII 67, 402; IX 409.
 - Denitrifikation und VII 282; VIII 389, 642.
 - Dünenprofil VII 377, 378.
 - Düngung in ihrem Einfluß auf VIII 349, 404 bis 406; IX 227, 239—241.
 - Einfluß der Bodenmenge in Suspensionen auf VIII 349.
 - Entstehung VIII 318 bis 324; IX 238.
 - Fäulnisbakterien und VIII 389.
 - Flottsande IV 182.
 - GANSENSche Molekulartheorie und VIII 156, 157, 165, 215.
 - Gesteine in ihrer Bedeutung für VIII 400, 401.
 - Harnstoffzersetzung und VIII 392.
 - Heidebodenprofil VIII 401.
 - im Lateritgebiet III 433, 434.
 - Kahlschlag und IX 407, 408.
 - Kalkstickstoffumwandlung und VIII 392.
 - Kalkung und I 50, 243, 373, 410f.; IX 272, 273.
 - Knöllchenbakterien und VII 287; VIII 389f.; IX 281.
 - Kohlensäure in ihrem Einfluß auf VIII 327, 328.
 - Kohlensäureproduktion des Bodens und VI 297; VIII 392, 393, 618—620.
 - Kulturpflanzen und VIII 396—399; IX 540.
 - LEMMERMANN-Methode und VIII 178.
 - Luftkapazität und VIII 309, 310; IX 385.
 - Mikroorganismen und VII 248, 259, 260; VIII 386—394f., 599f., 620.
 - Moorpflanzen und VIII 85—87.
 - Mycorrhizen und IX 367, 368.
 - NEUBAUER-Methode und VIII 497.
 - Nitratbakterien und VII 279; VIII 387f., 405, 628, 637—640.
 - Nitrifikation und VIII 387f., 405, 637f.; IX 217, 251.
 - Nitritbakterien und VII 279.
- Bodenreaktion, Pflanzen als Indikator für V 197; VIII 65—77, 101, 394; IX 405f.
- Pflanzenwachstum in Abhängigkeit von VIII 64f., 394—399; IX 405.
 - Phosphorsäureabsorption und VIII 263f.
 - Phosphorsäureaufnahmebarkeit und II 262, IX 263.
 - Phosphorsäurelöslichkeit und VIII 398; IX 274, 275.
 - physiologische Bedeutung der VIII 348.
 - Pilze und VII 248, 259, 260; VIII 387.
 - Podsolprofil VII 375.
 - Präriebodenprofil III 294.
 - Prüfung durch Vegetationsversuch VIII 545; IX 539.
 - Regenwürmer und VII 366, 404; VIII 394.
 - Roterdeprofil VII 376.
 - Sauerstoffmangel, stauende Nässe und IX 3.
 - Steppenbodenprofil III 303, 304.
 - Stickstoffdünger in ihrer Einwirkung auf VIII 404 bis 406.
 - Streuzersetzung und IX 391.
 - Teichböden IX 321, 322.
 - tropische Böden III 380.
 - Typhusbakterien und X 212.
 - Unkräuter und VIII 91, 92.
 - Vegetationseinfluß auf VII 374—378.
 - Vegetationsentwicklung im Hochgebirge und III 102.
 - Waldböden IX 405—411.
 - Waldbodenprofil III 152.
 - Waldtypen und VIII 105; IX 413, 414.
 - Wasserdurchlässigkeit der Böden und VI 192, 193.
- Bodenreaktionskarten VIII 400; X 263.
- Dänemark X 278.
 - in Verbindung mit Gutskartierung X 300.
 - Österreich X 335f.
 - Rußland X 385.
 - Schweden X 352.
- Bodenreinigung durch Bewässerung IX 44.
- Bodenrisse vgl. Rißbildung.
- Bodenrückgang IX 410.
- Bodenrutschungen als Bodenbeurteilungsmoment V 195.

- Bodenrutschungen der Seeböden nach Bebauung X 136.
 — Erforschung der Ursachen in technischer Hinsicht X 139, 140, 144 f.
 — Gegenmaßnahmen im Bauwesen gegen X 136.
 — in Tropengebieten V 266.
 — Kulturentwicklung und V 437, 438, 450.
 — Landschaftsbild und V 255, 268 f.
 — morphologische Wirkungen V 240.
 — Standfestigkeit der Böden beim Erdbau und X 144 bis 158.
 Bodensackung bei Moorböden IX 65.
 — Dräntiefe und IX 20.
 — Entwässerung und IX 10.
 — Marschböden nach Eindrückung IV 172.
 Bodenschrumpfung als Bodenbeurteilungsmoment V 195.
 — Bedeutung für Erdbau X 148.
 — Einfluß auf Haltbarkeit der Böschungen X 151.
 Bodenschub vgl. Gekriech.
 — als Massenbewegung I 314 bis 316.
 — Verkehr und V 431.
 Bodenskelett als Grundlage zur Bodenkartierung X 384.
 — Begriffsbegrenzung V 9; VI 1, 2.
 — Ermittlung VI 2.
 — Pflanzen als Indikator für das Verhältnis Feinerde zu VIII 77.
 Bodensohlen, Charakteristik V 6, 7.
 Bodensonde IX 99 (Abb.).
 — zur Ermittlung der Verdichtung durch Walzen IX 161.
 — zur Ermittlung des Einflusses der Holzarten auf die Bodenstruktur IX 429.
 — zur Ermittlung des Trennungswiderstandes der Böden VI 35.
 Bodenspaten V 205.
 Bodensterilisation, Mikroorganismen und VII 248.
 bodenstete Pflanzen VIII 50; X 12, 51.
 — Abhängigkeit von der geographischen Lage VIII 51, 52.
 — Kennzeichnung VIII 50.
 bodenstete Pflanzen, Unstimmigkeiten über Vorkommen der VIII 51 bis 56.
 Bodenstetigkeit der Pflanzen IX 354.
 — Abhängigkeitsfaktoren der VIII 56 f.
 — Abhängigkeit von der geographischen Lage VIII 51, 52.
 — auf Grund physikalischer Bodeneigenschaften I 70.
 — Beeinflussung durch klimatische Faktoren VIII 51 f., 78.
 — Kennzeichnung VIII 50.
 — Oekotypen in ihrer Bedeutung für VIII 54 f.
 Bodenstruktur VI 28—31; vgl. Krümelstruktur, Einzelkornstruktur, Bodenlagerung.
 — als Bodenbeurteilungsmoment V 195.
 — Bodenaustrocknung und VI 31; IX 168, 197.
 — Bodenbearbeitung und IX 123—135, 143, 146, 147, 174, 175, 195.
 — Bodendurchlüftung und VI 311, 314; IX 111, 164
 — Bodenfeuchtigkeit und I 60; IX 198.
 — Bodenreaktion und VIII 307 f.
 — Bodenvegetation des Waldbodens als Indikator für VIII 100.
 — Brache und IX 119.
 — Charakteristik V 7—9.
 — Diffusion und IX 110.
 — Düngung in ihrem Einfluß auf VII 69—71, 76, 78—80; VIII 306—317; IX 266.
 — Einfluß der Hydroxylionen auf I 228.
 — Energiebedarf der Pflanzen und IX 125, 126.
 — Ermittlung der V 224; IX 98, 99.
 — forstlicher Unterbau und IX 427.
 — Frost und VI 31.
 — Hohlraumvolumen und VI 275.
 — Holzarten in ihrem Einfluß auf IX 429.
 — Kahlschlag und IX 424.
 — Kalkung und VIII 270, 379; IX 276 f.
 — Koagulation und VII 65 bis 71.
 Bodenstruktur, Kulturzustand der Böden in Abhängigkeit von VIII 14 bis 16.
 — Luftdurchlässigkeit des Bodens und IX 164.
 — Niederschläge und VI 31; IX 197.
 — Peptisation und VII 45, 46, 71—74.
 — Pflanzenertrag in Abhängigkeit von IX 126, 180 f.
 — Quellung und VII 74.
 — Salze und VI 31.
 — Schollenanalyse zur Bestimmung der V 224.
 — Schwierigkeiten der Prüfung durch Vegetationsversuch VIII 541.
 — Verdunstung und VI 232.
 — Wasserdurchlässigkeit und VI 165, 166.
 — Wasserführung und IX 180 f.
 — Wasserkapazität und VI 312; IX 100, 124.
 Bodentemperatur II 66—68; VI 342—363; vgl. Bodentwärme.
 — Bakterienzahl bei hoher IX 422.
 — bei der Moordammkultur IX 68.
 — Beziehung zwischen Lufttemperatur und III 29 bis 31, 46, 47, 443; VI 212, 237.
 — Boden als Vegetationsfaktor in seinen Beziehungen zur IX 521—524.
 — Bodenbearbeitung und IX 164, 203, 204.
 — Bodenbedeckung und VI 345 f.
 — Bodendurchlüftung und VI 309; IX 3.
 — Bodenfarbe und VI 64, 65.
 — Bodenlockerung und IX 115, 116.
 — Bodentiefe und I 45; II 7; V 34; VI 214, 342 f.; IX 113.
 — Denitrifikation und VIII 642.
 — Dränung und IX 3, 114.
 — Durchlüftung, Wassergehalt und IX 3, 114, 115.
 — Exposition und V 14 f.; VI 349.
 — Faktoren zur Beeinflussung der VI 344 f., 351 bis 363; IX 114.
 — Geschichtliches I 45, 63.
 — Herabsetzen der Wärmekapazität zur Beeinflussung der IX 114.

- Bodentemperatur, in arktischen Böden III 29, 46f.
 — in Hochgebirgsböden III 97.
 — Inklination und V 15f.; VI 349.
 — in Moorböden VI 349.
 — in Sandböden VI 349.
 — in Seeböden V 129.
 — in Wüstengebieten III 443.
 — jährlicher Gang der VI 350, 363.
 — Kaliabsorption und VIII 257.
 — Kalkung und IX 279.
 — Knöllchenbakterien und VII 287.
 — Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 287; VIII 617.
 — Mikroorganismen und VII 247, 248; VIII 618, 628, 634, 635, 642, 648.
 — Nitratbildung und VIII 632, 634, 635.
 — Nitrifikation und IX 251.
 — Pflanzenwachstum und IX 4, 521—524.
 — Phosphorsäureabsorption und VIII 257.
 — Schädlinge im Boden und IX 4.
 — Stallmistdüngung und IX 215.
 — Streunutzung und IX 435.
 — täglicher Gang der VI 342 bis 349.
 — Verdunstung und VI 236f.
 — Waldbestand und VI 345f., 352, 357, 363.
 — Waldboden und IX 386.
 Bodentextur als Bodenbeurteilungsmoment V 195.
 — als Grundlage der Bodenkartierung X 394.
 — Bedeutung für Verwendung des Bodens zum Grundbau X 165.
 — Charakteristik V 7—9.
 Bodentiefe, Abnahme des Gehalts an Humus und Stickstoff im humiden Klima mit der VIII 426.
 — Ameisen und VII 421.
 — Ammoniak- und Nitratgehalt bei verschiedener VIII 621.
 — als Wachstumsfaktor IX 520.
 — Bewurzelung der Holzarten und IX 387, 388.
 — Beziehung zwischen Pflanzenertrag, Wasser und IX 525.
 Bodentiefe, biologische Reinigung der Abwässer und X 247.
 — Bodenatmung und VII 122.
 — Bodenbearbeitung und IX 202.
 — Bodenbonitierung und X 4, 5, 31.
 — Bodenprotozoen und VII 383, 384.
 — Bodentemperatur und I 45; II 7; V 34; VI 214, 342f.; IX 113.
 — Bodenwärme und I 32; V 34.
 — Dampfspannung in verschiedener V 72f.
 — Frostgare und IX 180, 181.
 — Hohlraumvolumen und VI 29, 270f.
 — Kohlensäurebildung und VII 378, 379; VIII 609, 616.
 — Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 285, 291; VII 379, 380.
 — Luftkapazität und VI 281.
 — Maulwurfsgänge und III 276; VII 429.
 — Mikroorganismenzahl und VII 257; IX 118.
 — Nitratbildung und VIII 633, 634.
 — Pflanzenertrag und IX 519f.
 — Radium-Emanationsgehalt der Böden und VI 395.
 — Regenwürmer und VII 391.
 — Sauerstoffgehalt und VI 290, 291.
 — Schneebedeckung, Bodentemperatur und V 34, 35.
 — Veränderung der Bodenreaktion mit III 294; VIII 67, 402; IX 409.
 — Verdunstung und VI 238.
 — Verteilung der Mikroorganismen und VII 258.
 Bodentypen, Bodenhorizonte und III 3, 4, 120; IV 50; V 4; VIII 29.
 — Bodenkartierung auf Grund der III 119, Tafel III; X 270.
 — Entstehung unter dem Einfluß des Klimas I 28; III 3; V 425.
 — Gelgehalt verschiedener III 166, 167, 367, 380, 381.
 — Grundwasser in seiner Bedeutung für Ausbildung der VII 362.
 Bodentypen in Deutschland V 290—424; X 301—306.
 — Klassifizierung der V 18f.
 — Klimawerte der III 25, 26.
 — Leitpflanzen und V 197.
 — Löß V 360f.
 — Pflanzenerträge in ihrer Abhängigkeit von V 299, 300.
 — Protozoenverbreitung und VII 382.
 — Regenwürmer und VII 392.
 — schematische Übersichtskarte deutscher V 427.
 — Skizze der Verbreitung in Deutschland V 274.
 — System der III 16.
 — Tiere und Ausbildung der V 286.
 — tropische III 368, 369, 435, 436; IV 278.
 — Übersicht über die in Deutschland festgestellten V 425, 426.
 — Unterscheidung von Bodenarten III 3; IV 41, 42, 50; V 18.
 — Vegetation und Ausbildung der V 285, 286; VII 336—381.
 — Verbreitung der Waldarten und III 144, 145.
 — verschiedener Jodgehalt der VIII 457.
 Verteilung der Mikroorganismen in verschiedenen V 286.
 — Wasserlöslichkeit des Humus verschiedener III 169.
 Bodentypenkarte der Erde III (Tafel III).
 — der Pfalz und von Baden III 176.
 — Klimakarte im Vergleich mit III 159, 160, 278.
 — Vegetationskarte im Vergleich mit III 160.
 Bodentypenkartierung vgl. Bodenartenkartierung
 — Afrika X 410f. [V 281f.
 — Anatolien X 386.
 — Asien X 385—390.
 — Australien X 418.
 — Baden V 282; vgl. V 404 bis 417.
 — Bayern V 282; vgl. V 404 bis 417.
 — Böhmen X 359.
 — Bulgarien X 276.
 — Chile X 409.
 — China X 388.
 — Dänemark X 278.
 — Danzig V 291—301, 298 (Karte); X 422f.

- Bodentypenkartierung
 Deutschland V 427 (Karte); vgl. V 290—429; X 301—306.
 — Erde III (Tafel III, Karte); X 269—271.
 — Estland X 306, 307.
 — Europa V 282; X 27, 273.
 — Finnland X 307—309.
 — Frankreich X 314. [319.
 — Großbritannien X 314 bis
 — Hessen V 282, 380, 381 (Karte); vgl. V 365—383.
 — Irland X 320.
 — Italien X 323, 324.
 — Jugoslawien X 325.
 — Kanada X 407, 408.
 — Kleinasien X 386.
 — Krim X 383f.
 — Litauen X 327.
 — Mandschurei X 388.
 — Niedersachsen V 340, 341 (Karte).
 — Mongolei X 380, 381.
 — Norwegen X 329.
 — Österreich X 334f.
 — Philippinen X 389.
 — Polen X 339f.
 — Preußen V 328, 329 (Karte), 340, 341 (Karte), 380, 381 (Karte); X 304, 305.
 — Rumänien X 347f.
 — Rußland X 372f.
 — Sachsen V 282; vgl. V 346 bis 365; X 288, 306.
 — Schweiz X 354.
 — Spanien X 355.
 — Sudan X 417.
 — Thüringen V 380, 381 (Karte); X 304, 305.
 — Transbaikalien X 379, 380.
 — Tschechoslowakei X 360f.
 — Ungarn X 365f.
 — Unterscheidung von Bodenartenkartierung X 420, 421.
 — Vereinigte Staaten von Amerika X 391f.
- Bodenüberzüge, Entstehung durch Koagulationsvorgänge VII 66.
 — Schwerbenetzbarkeit und I 225; VI 58, 93, 94, 240, 316, 319—322.
 — Störung der Gewinnung des Kolloidtons durch VII 97.
 — Zusammensetzung VII 66.
- Bodenuntersuchung, Bedeutung für Bonitierung X 40, 41.
 — Bodenfarbe bei der I 35.
 — chemische vgl. chemische Bodenanalyse, Bausch-analyse.
- Bodenuntersuchung, Gefühlsprobe als I 35; V 196.
 — Geruchspröbe als I 35; V 196.
 — Geschichtliches I 32—36, 42, 47, 49.
 — Geschmacksprobe als I 33, 35, 42.
 — Grubenprobe als I 35, 36.
 — im Erdbau X 158—164.
 — mechanische vgl. mechanische Bodenanalyse.
 bodenvage Pflanzen VIII 50; X 12, 51.
 — Abhängigkeit von der geographischen Lage VIII 51, 52.
 — Kennzeichnung VIII 50.
 Bodenverbesserung vgl. Bodenmelioration.
 Bodenverödung IX 401.
 Bodenverseuchung X 233 bis 235.
 Bodenverwüstung IX 401.
 Bodenvolumen vgl. Volumgewicht, Porenvolumen.
 — als Wachstumsfaktor IX 520, 521.
 — Bestimmung im gewachsenen Boden V 221f.; VI 45f.
 — Bodenlagerung und VI 28 bis 30, 268f.
 — Bodentiefe und VI 29, 272.
 — Faktoren zur Beeinflussung des VI 268f.
 — graphische Darstellung des VI 128, 277, 281.
 — Niederschläge und IX 196, 197.
 — Pflanzenertrag in Abhängigkeit von VIII 547, 548.
 — Regenwürmer in ihrer Wirkung auf VII 399, 401.
 Bodenwärme I 73; VI 342 bis 375; vgl. Wärmeleitung, Wärmeleitfähigkeit.
 — als Grundlage der Bodenklassifikation X 28.
 — Beziehungen zum Boden als Vegetationsfaktor IX 521—524.
 — Beziehungen zur Bodenfeuchtigkeit I 32; vgl. VI 221f., 347f.
 — biologische Tätigkeit in ihrem Einfluß auf VIII 610, 611; IX 113.
 — Bodenbearbeitung und IX 113f.
 — Bodenschichten und I 32.
 — Düngemittel in ihrem Einfluß auf VIII 309.
 — Einfluß auf Kulturpflanzen I 71; IX 521—524.
- Bodenwärme, Einfluß auf Wasserdampfkondensation V 73, 74.
 — Erhöhung durch Bewässerung IX 43, 44.
 — Kalkung und I 45, 50.
 — Kohlensäureproduktion des Bodens und VI 296; VIII. 610.
 — Moorpflanzen und VIII 78.
 — Pflanzen und VIII 57, 77, 78; IX 521—524.
 — Radium-Emanationsgehalt der Böden und VI 395.
 — Schneedecke in Beziehung zur V 34, 35; vgl. Schnee.
 — Wasserkapazität und I 71.
 Bodenwasser vgl. VI 66—220; vgl. Bodenfeuchtigkeit.
 — Absorption der Bodenluft in VI 341, 342.
 — biologische Bildung des VIII 610.
 — Charakteristik V 78, 79.
 — Gefäßversuche und Pflanzengift enthaltendes VIII 464.
 — Pflanzennährstoffgehalt in Abhängigkeit von VIII 481, 482.
 Bodenwühler vgl. Tiere.
 — Bodenlockerung durch III 259, 269; VII 401, 412.
 — Einfluß auf Bodentypen-ausbildung V 286.
 — Hohlraumvolumen des Bodens und VI 30, 275, 276; VII 401.
 — Steppenschwarzerdebildung und III 258, 259, 274—277.
 bodenzeigende Pflanzen vgl. bodenanzeigende Pflanzen.
 Bodenzonen, flächenhafte Verbreitung in Rußland X 373.
 — Klima und I 76; III 1—26.
 — ukrainische Karten der III 282.
 — vertikale III 114—118.
 Bodenzonenlehre, Einfluß auf Roterdekenntnis III 205.
 — Entwicklung der Bodenkunde und IV 41.
 — Geschichtliches III 1—26.
 Böhmen, Bodenkartierung Bohnerz IV 268. [X 359f.
 — als Grundwasserabsatz III 133.
 — Bildung unter Urwald III 390.
 — Entstehung bei der Lateritisierung III 390, 394.

- Bohnerz, Fossilität der IV 268.
 — Huppererden und IV 270.
 — in mineralogischer Hinsicht I 104.
 — lateritisches III 396, 404.
 — Terra rossa in genetischer Beziehung mit III 208, 244, 254.
 — Zusammensetzung IV 270.
 Bohnerztone, chemische Zusammensetzung IV 269, 270.
 — in ihrer Ähnlichkeit mit Terra rossa-Bildungen III 254.
 Bohreräte zur Entnahme von Moorböden V 211 bis 213.
 — zur Probenahme von Mineralböden V 205—210.
 Bohrlöffel V 207 (Abb.), 211 (Abb.).
 Bohrstöcke V 206 (Abb.), 211.
 Bohrungen, Anzahl zwecks Bodenkartenanfertigung X 286, 357.
 — zur Probeentnahme bei bautechnischen Untersuchungen X 159, 160.
 Bolus, roter X 206.
 — Verwendung als Farbe bei Naturvölkern X 69.
 Bonitierung vgl. Bodenbonitierung.
 — der Teichböden IX 343 bis 345; vgl. X 129.
 — der Waldböden IX 372.
 — der Wälder nach Waldtypen III 143, 144; VIII 105, 106; IX 416.
 — der Weiden X 6, 8, 9, 24, 29, 30, 38, 42, 43, 45, 52, 59.
 — der Wiesen VIII 34, 45, 46; X 7, 11, 23, 24, 28, 42, 43, 48, 52, 55, 59.
 Bonitierungspflanzen für Waldböden VIII 99f.
 — zur Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit VIII 79.
 Bor im Boden VIII 464, 465.
 — in Pflanzen VIII 464.
 — Pflanzenschädigungen durch VIII 465.
 Borsäuremethode zum Silikat-aufschluß VII 209.
 Bora II 20, 50.
 — austrocknende Wirkung der III 232.
 — landwirtschaftliche Dolinennutzung als Schutz vor III 254.
 — Schädigungen der Pflanzen durch IX 489.
 Borowinaböden V 36.
 Böschungsbefestigung bei Entwässerungsgräben IX 14.
 Böschungsneigung der Entwässerungsgräben IX 13.
 Böschungsrutschung X 149f.; vgl. Bodenrutschung.
 — Ursachen der VI 87; X 149f.
 — Verhinderung der VI 87.
 Böschungen, Berechnung der Handfestigkeit der X 149f.
 — Einschnitts- vgl. Einschnittsböschungen.
 — Vorgang der Rutschung von X 151, 152.
 Botanik, Beziehungen zur Bodenkunde I 1.
 — Geschichtliches I 44; VIII 519 f.
 Botulismus in seinen Beziehungen zum Boden X 216.
 Brache IX 287f. [217].
 — als Raubbau in bezug auf Humus und Stickstoff IX 291.
 — Bodengare und IX 293.
 — Bodenstruktur und IX 119.
 — Durchlüftung und IX 293.
 — Geschichtliches I 34.
 — Humuszersetzung und IX 291.
 — Kohlensäureproduktion im Boden und VI 292f.; IX 119.
 — Mikroorganismen-tätigkeit in Beeinflussung durch IX 287—295.
 — Salpeterbildung und IX 119.
 — Schälarbeit als teilweiser Ersatz für IX 171, 172.
 — Stickstoffbindung und IX 119, 288.
 — Stickstoffhaushalt des Bodens und VIII 434; IX 291, 295.
 — Stickstoffverluste des Bodens bei VII 373; IX 294.
 — Verdunstung und VI 251.
 — Wirkungs-dauer der IX 288.
 — Zweck der IX 287.
 Bracheboden, Bakterien und IX 119.
 — Kohlensäurebildung in VI 292; IX 119, 293.
 — Nitrifikation auf IX 119, 294.
 Branderde V 46.
 Brandfruchtbau auf Hochmoor IX 483.
 Brandkultur vgl. Moorbrennen.
 — als forstliche Maßnahme IX 436.
 — Anbaukulturen der Naturvölker und X 92.
 — bei Tonböden IX 117.
 — Einfluß auf Boden V 270.
 — Einfluß auf Mikroorganismen-tätigkeit IX 285.
 — Förderung der Humusumwandlung durch IX 422.
 — Löslichmachung der Nährstoffe durch V 270; IX 71.
 — Urwaldboden und V 270, 445; IX 82.
 — zur Melioration der Heideböden IX 79, 464.
 — zur Moormelioration V 302, 303; IX 61, 65, 66, 117, 483.
 Brandung in ihrer geologischen Bedeutung I 248, 249.
 Brandungskarren I 245.
 Branntkalk vgl. Ätzkalk.
 Brasilien, Bodenkartierung X 409.
 — Laterit in III 422.
 — Urwaldboden in III 375.
 Brauneisenstein vgl. Limonit, Raseneisenerz, Ocker.
 — Bildung in Seeböden V 113f.
 — Bohnerze als Konkretionen von IV 268.
 — in mineralogischer Beziehung I 104.
 — Konkretionen des IV 239.
 — Lößlehm mit Konkretionen von V 356.
 Braunerden III 160—182, 521.
 — auf Löß III 178, 179.
 — auf Löß unter Wald V 347.
 — Auswaschung III 161; V 327.
 — Beschaffenheit in Abhängigkeit von Muttergestein V 433.
 — chemische Profiluntersuchungen III 163f., 168 bis 170, 246.
 — Definition III 160—163, 182; V 327.
 — Degeneration der Roterde zu IX 489, 490.
 — degenerierte III 108, 165f.
 — Eisenkonkretionen in III 244.
 — Farbe in Abhängigkeit vom Muttergestein V 252.
 — Gelgehalt III 166, 167.

- Braunerden, Holzarten und Podsolierung der IX 403.
 — Humuslöslichkeit im Wasser III 169.
 — in Ostdeutschland V 319, 326f.
 — Klebeplattenprofil III 180, 181.
 — Kulturentwicklung im Gebiete der V 431, 433, 434, 436, 437.
 — Landschaftsbild und V 252f.
 — landwirtschaftliche Nutzung III 162.
 — mechanische Zusammensetzung III 171, 172.
 — N S-Quotient und III 10.
 — Profil III 163—170, 173 bis 182; V 27, 28, 42, 327.
 — Regenfaktor und klimatische Einordnung der III 8.
 — Roterden in ihrer Beziehung zu III 215.
 — Sesquioxidwanderung in V 327.
 — Steppen- vgl. kastanienbraune Böden.
 — tropische III 369, 386.
 — Verbreitung III 160, 161; V 319f., 326f.
 — Vergleich mit Podsol III 165; V 327.
 — Zusammensetzung der aus Kalksteinen hervorgegangenen III 245, 248, 249.
 Braunkohle I 141.
 — Huminsäuren als wirksamer Düngebestandteil der X 122.
 — Humus und VII 190f.
 — Kaolinisierung unter II 292, 294; IV 292.
 — lateritischer Siallit unter IV 280, 281.
 Braunlehme III 371—387.
 — Ausbildung der Profile III 372f.
 Breccien als mechanisches Sediment I 136.
 — Böden der IV 84—88.
 — Unterscheidung von Konglomeraten IV 84.
 Brennfarbe der Tone X 36.
 — Einteilung der Tone auf Grund der X 188, 201.
 — keramische Produkte in ihrer Abhängigkeit von X 200, 201.
 Brenntorf X 125, 126.
 — älterer Moostorf als IV 132; X 102.
 — Dauer der Gewinnung des X 116.
 Brenntorf, Gewinnungsarten des X 109.
 — Heizwert X 126.
 — praktisch wichtige Eigenschaften des X 126.
 Brodelböden I 319; III 83, 90.
 — Bedeutung für Paläoklimatologie II 96.
 — fossile IV 259 (Abb.).
 — im Eiszeitalter II 111.
 — Seltenheit des Vorkommens im bewachsenen Gelände V 247.
 — Verbreitung in Deutschland IV 260.
 Brodeltopftheorie I 284.
 Brownsche Bewegung I 206, 207.
 — feinsten Sande VII 55.
 — Feststellung der Teilchengröße aus VII 92.
 — perikinetische Koagulation und VII 66.
 Bruchschill in Kalkseeböden V 111.
 Bruchtorf IV 131, 132.
 Bruchwaldtorf IV 130, 135, 152; VIII 25.
 Brunnen, Entlüftung zur Erhöhung der Ergiebigkeit VI 146.
 — Gasabsonderung und VI 146.
 — mangelnde Entlüftung der Grundluft und VI 150.
 — Wasserdurchlässigkeit und Absenkungskurven der VI 149, 150.
 Bulgarien, Bodenkartierung X 275, 276.
 — Klima II 49.
 Blütenbildung, Beseitigung bei der Moormelioration IX 62.
 — im subtropischen Flachmoor IV 213 (Abb.).
 — im subtropischen Hochmoor IV 209.
 — in heimischen und tropischen Mooren IV 209, 210, 213, 215.
 Bunkerde IX 74.
 Buntsandstein, Barytkonkretionen im IV 300.
 — Böden des IV 78—80; V 277, 371, 372, 375, 376, 399, 400, 402, 407, 420.
 — Flußwasser in seiner Zusammensetzung im Gebiete des II 216, 220, 221.
 — Kaliumaufnahme durch Pflanzen aus IX 230.
 — karrenähnliche Gebilde im II 272.
 Buntsandstein, Natur der Verwitterungslösungen im II 275f.
 — Profilstudien an Böden des IV 77.
 — Quellwässer in ihrer Zusammensetzung im Gebiete des II 216, 217.
 — Salzlösungen in ihrem Einfluß auf II 212.
 — Sickerwasser in seinem Einfluß auf II 214, 215.
 — Zusammensetzung I 137; IV 77.
 Buran II 20.
 Burgsandstein vgl. Keupersandstein.
 „buried“-Wasser V 62.
 Buttersäurebakterien vgl. Bacillus amylobacter.
 — Kohlenstoffquellen VII 297.
 — Trikalziumphosphatlösung durch VIII 655.
 Butyrit im Torf IV 160.
 B-Wert, Berechnungsweise IV 253.
 — Gelblehmprofile III 191 bis 193.
 — Grenzwerte für verschiedene Bodentypen IV 254.
 — Lateritprofil III 412, 413, 417.
 Calciumcyanamid vgl. Kalkstickstoff.
 Caliche vgl. Natronsalpeter.
 Cambridge-Walze IX 160.
 Chabasit, Absorptionsfähigkeit VIII 197, 198.
 — chemische Zusammensetzung VIII 160, 208.
 — in mineralogischer Beziehung I 95.
 Chalcedon als Lateritelement III 398, 418.
 — in mineralogischer Hinsicht I 103.
 Charakalk V 111; IX 305.
 — Verwendung zu Düngezwecken X 130.
 Chemie, Beziehungen zur Bodenkunde I 1.
 — Beziehungen zur Landwirtschaft I 49.
 chemische Bodenanalyse I 59, 62, 63, 69, 71, 80; VII 205—238.
 — Bewertung betreffs Ermittlung der Fruchtbarkeit V 359; VIII 8.
 — Bewertung betreffend die Ermittlung des Düngedürfnisses VIII 446, 480, 535.

- chemische Bodenanalyse, Gesamtanalyse vgl. Bauschanalyse.
- mikrochemische VII 34 bis 36.
 - Salzsäureauszug vgl. Salzsäureauszug.
 - Wasserauszüge vgl. Wasserauszüge.
 - zur Bestimmung der im Boden vorhandenen schädlichen Stoffe VIII 457f.
 - zur Bodenbonitierung X 27.
 - zur Ermittlung des Stickstoffdüngungsbedürfnisses VIII 440—445.
 - zur Untersuchung der relativen Phosphorsäurelöslichkeit VIII 174—183.
- chemische Bodenbeschaffenheit VII 1—204.
- als Grundlage der Bodenbonitierung X 4f., 16, 17, 25, 27, 57.
 - als Unterscheidungsmerkmal arider und humider Böden III 6; VIII 160 bis 162.
 - Bodenbearbeitung und IX 117f.
 - Bodenkartierung auf Grund der X 263, 281f., 331, 356.
 - des organischen Anteils VII 158—202.
 - Ermittlung durch Gefäßversuch VIII 540—549.
 - Pflanzen als Indikator für VIII 52, 53.
 - Wielenbacher Teichböden IX 310.
 - Zusammensetzung der Pflanzendecke in Abhängigkeit von VIII 58f.
- chemische Verwitterung I 76; II 191—224.
- arktische Böden und III 54—72; V 245, 246.
 - chemische Lösungsverwitterung als II 193—198.
 - durch Oxydation II 198, 199.
 - einfache II 193.
 - Einwirkung auf Landschaftsbild V 231—236.
 - Faktoren der II 192f.
 - Hydrolyse und II 200f.; VII 360.
 - in den Tropen III 362, 365; V 264.
 - in der Wüste III 446—455.
 - in Savannen III 365.
 - Kennzeichnung II 191; V 280.
- chemische Verwitterung, klimatische Bodenbildung und III 17.
- Klima und Intensität der IV 252.
 - komplizierte I 76; II 193.
 - Rückschlüsse aus Quellwasseruntersuchungen II 215f.
 - Staubböden und III 469f.
 - Unterstützung durch Flechten VII 337.
 - Umgrenzung II 192, 193.
 - Unterscheidung von physikalischer Verwitterung II 191.
 - Wasser als Grundagens der II 191f.
 - Zeit und Intensität der II 223, 224.
- chemische Wachstumsfaktoren IX 498.
- Chemosorption I 222, 223.
- chemosynthetisch arbeitende Mikroorganismen VII 246.
- Chile, Bodenkartierung X 409.
- Chilesalpeter vgl. Natronsalpeter.
- China, Bodenkartierung X 388, 389.
- kreißgefärbte Tone in IV 269.
- Chitin als bodenbildende Tiersubstanz I 168.
- als Charakteristikum der Dyböden V 115.
 - mikrobieller Abbau des VII 274.
- Chitingyttja V 119.
- Chlamydobakterien VII 242, 333.
- clay als Bezeichnung für tropische Lehme III 371.
- Chlor, Absorption VIII 191, 229, 258.
- chemische Bestimmung VII 231, 232; VIII 129, 130, 457.
 - Einwirkung auf Pflanzenproduktion VII 347; VIII 455, 456.
- Chloratwirkung auf Pflanzen VIII 457.
- Chloride als chemische Sedimente I 138, 139.
- als gesteinsbildende Minerale I 109, 110.
 - Ausflockungsvermögen der VIII 283.
 - Auswaschung als Voraussetzung für Fruchtbarkeit der Marschwiesen VII 352.
 - Druckfestigkeit des Bodens und VIII 282.
- Chloride im Meerwasser I 244.
- im Trinkwasser X 231.
 - in Ausblühungen II 287.
 - in der atmosphärischen Luft I 149; III 483; VI 266.
 - in Niederschlägen I 150, 151.
 - in Süßwasserseen V 126, 127.
 - Mikroorganismen und VII 265.
 - Pflanzenproduktion und VIII 455, 456.
 - Schädlichkeitsgrenze der VIII 456.
 - verschiedenes physiologisches Verhalten gegenüber Sulfaten VIII 407.
- Chlorit als gesteinsbildendes Mineral I 101, 102.
- Entfernung bei mineralogischer Bodenuntersuchung VII 40.
 - mineralogische Unterscheidungsmerkmale von Glimmer VII 44.
 - spezifisches Gewicht VI 43; VII 41.
 - Umbildung der Pyroxene in I 97.
- Chloritschiefer als bodenbildende Gesteine I 144, 145.
- Böden der IV 68.
- Chlorophyceengyttja V 118.
- Chlorose, Behebung durch Eisenzufuhr VIII 63, 468; IX 354, 356.
- der Kieselpflanzen auf Kalkboden VIII 63; IX 354.
 - Kalk- VIII 63.
- Chlorwasserstoff vgl. Salzsäure.
- Cholera in ihrer Beziehung zum Boden X 211, 212.
- C-Horizont, Begriffsbestimmung V 6.
- Chromverbindungen als Pflanzengifte VIII 461.
- Ciliaten VII 383, 385.
- COEHNsche Regel I 209, 215.
- COMBER-Reaktion VIII 331, 332.
- connate water V 62.
- cotton soil III 341, 348; V 448; vgl. Regur, subtropische Schwarzerde.
- Croskill-Cambridge-Walze IX 160.
- Cyanamid als Pflanzengift VIII 465; IX 257.
- als Umwandlungsprodukt des Kalkstickstoffs IX 256.

- Cyanamid als Zwischenprodukt der mikrobiellen Harnstoffzersetzung VII 273.
 — chemische Umwandlung des IX 258.
 — mikrobieller Abbau des VII 274.
 — Polymerisation zu Dicyandiamid IX 256.
 — Umwandlung in Harnstoff durch Metallhydroxyde IX 258.
- Cyanophyceengyttja V 118.
- Cystein als Zersetzungsprodukt der Eiweißstoffe II 243.
 — im Schwefelkreislauf VII 168.
- Cystin als Ausgangsmaterial der Schwefelsäurebildung im Boden II 272; VII 168.
 — als Eiweißbaustein I 167.
 — als Umwandlungsprodukt des Eiweißschwefels II 274; VII 168.
 — mikrobielle Bildung der Schwefelsäure aus VII 328.
- DAIKUHARASche Methode,** Bestimmung der Austauschazidität nach VIII 416f.
 — Bewertung zur Kalkbedarfsermittlung VIII 418.
 — Kalkbedarfsermittlung durch VIII 417, 418.
- Dalmatien, Aufforstung des Karstes in IX 491, 492.
 — Bewaldung in IX 488.
 — Roterdeanalysen von III 235.
- Dammerde IV 124.
- Dammgyttja V 199; vgl. Teichschlamm.
 — Übergang in Teichschlamm IX 311.
- Dammerschüttungen auf Gyttjaablagerungen X 156.
 — Bodenrutschungen und X 144f., 152f.
 — in Mooren X 156.
 — Untergrund in Einfluß auf Standfestigkeit der X 156.
- Dampfdruck vgl. Druck.
 — Abnahme mit der Höhe II 21.
 — einer Flüssigkeit mit gekrümmter Oberfläche VI 121.
 — Kennzeichnung II 21, 86.
 — Temperatur und maximaler II 21, 22, 87.
- Dämpfe, Adsorption I 224, 225; vgl. Hygroskopizität.
 — Torfstreu und Adsorption der X 103.
- Dämpfen des Bodens, Einwendungen gegen die Methode des VIII 119.
 — Ermittlung der adsorptiv gebundenen Nährstoffe durch VIII 119, 120.
 — Humuszersetzung durch VIII 120.
 — Vergleich mit Vegetationsversuchen VIII 120.
- Dampfströmungen an der Erdoberfläche VI 207; vgl. II 26.
 — Gesetz der VI 205.
 — im Boden VI 203; vgl. V 72, 73.
 — im Pflanzenbestande VI 213.
 — verschiedener Bodenarten VI 206.
- Dänemark, Bodenkartierung X 276—278.
 — Waldtypenkartierung IX 417; X 278.
- Danzig, Bodenkartierung V 298; X 422—425.
 — Zusammenhang zwischen Kulturpflanzen und Bodentypen in X 423, 424.
- DARCYSches Filtergesetz VI 147.
- Darg IV 129; V 47.
 — Senkung der Marschböden durch IV 172.
 — Zusammensetzung IV 149.
- Darmbakterien in ihrer Beziehung zum Boden X 211, 212.
- Daubfrost V 239.
- Dauerfrostboden vgl. Frostboden.
 — als Erscheinung des periglazialen Klimas III 94.
 — Kennzeichnung III 34, 35.
 — Tiefe III 38, 39.
 — Verbreitung III 37.
- Dauerwald IX 426.
- Dauerweide VIII 11; IX 70.
- Deckkultur vgl. Moordammkultur, Sandbedeckung.
- Deckwalze I 231, 232.
- Degradation, Ackerböden III 513, 514.
 — Alkaliböden III 324, 335.
 — Braunerden III 165f.
 — durch Klimaverschiebung IV 232.
 — Fossilität der Böden und IV 231, 232.
- Degradation, Humuskarbonatböden III 518—521.
 — Kennzeichnung III 20, 505; IV 2; V 37.
 — Merkmale der III 508f.
 — Rendzina III 173, 518 bis 521; V 22, 379.
 — Solonetz V 32.
 — Steppenschwarzerde III 134, 271, 506, 507f.; V 21, 362.
 — Tschernosem III 271; V 21.
 — Waldböden III 514, 515.
 — Wiesenböden III 291.
- degradierte Alkaliböden III 324, 332, 333.
- degradierte Böden III 505 bis 521.
 — allgemeine Vorgänge III 505, 507.
 — Chemismus III 516—521.
 — Fossilität und IV 231, 232.
 — Morphologisches III 507 bis 515.
 — Profile V 19f.
- degradierte deutsche Schwarzerde V 21 (Profil).
- degradierte Rendzina V 22 (Profil).
- degradiertes Solonetz V 32 (Profil).
- degradiertes Tschernosem V 21, 25 (Profil).
- Deiche vgl. Eindeichung.
 — Anlage X 156, 157.
 — Böschungsrutschungen bei X 157.
- Delta I 242.
 — Bildung in Seen in Abhängigkeit von Flußtrübe V 122—124.
- Denitrifikation I 54; VII 280 bis 282; VIII 640—642.
 — Bodendurchlüftung und IX 281.
 — Bodenfeuchtigkeit und VIII 641.
 — Bodenreaktion und VII 282; VIII 389, 641.
 — Bodentemperatur und VIII 642.
 — Desulfurikation und VII 329; VIII 649.
 — Durchlüftung der Böden und VI 314.
 — Frage der anaeroben Zellulosezerersetzung bei gleichzeitiger II 229, 230; VII 315, 320.
 — im Teichboden IX 300, 324, 334, 335.
 — Kalkgehalt und IX 281.
 — Kennzeichnung VII 280; VIII 640.

- Denitrifikation, Mikroorganismen der VII 280—282.
 — Nährlösungen für das Studium der VII 282.
 — organische Substanz und VIII 641.
 — Stallmist und IX 218.
 — Stickstoffverluste durch IX 209.
 denitrifizierende Bakterien VII 280 f.
 — als fakultativ anaerob VII 282.
 — im Regenwurmdarm VII 405.
 — im Stalldünger IX 214.
 — Nährlösung zum Studium der VII 282.
 — Reichtum des Teichschlammes an IX 324.
 — Symbiose mit aeroben Zellulosezersetzern VII 315.
 — Wachstumsanregung durch Wurzelausscheidungen VII 373.
 Denudation I 310, 311.
 — Ähnlichkeit der Verwitterungsformen der Sandsteinverwitterung mit der Wüsten- II 275, 285 f.
 — Begriffsbestimmung I 310, 311; II 149 f.
 — Bodenbildung und II 152.
 — in der Wüste II 285.
 — subaquatische I 246.
 — Verwitterung und II 149 f.
 Derivatböden I 80; IV 36, 37, 40.
 desalinierte Alkaliböden III 324, 332.
 Desinfektionsmittel, Mikroorganismen-tätigkeit und IX 285—287.
 — Stimulationswirkungen auf Mikroorganismen und Pflanzen IX 286.
 Desquamationserscheinungen II 168; vgl. Insolation.
 desulfurierende Bakterien IX 337.
 — im Boden VII 329.
 — in der Tiefe stehender Gewässer VII 329; vgl. VIII 649.
 — in marinen Sedimenten I 254; vgl. VIII 650.
 Desulfurikation VII 328, 329; VIII 649.
 Detersion I 278, 280, 281, 288; vgl. schleifende Erosion.
 Detraktion I 273—278, 281, 285, 288.
 Detritation vgl. Verwitterung.
 Detritationszone I 25; V 12.
 Deutschland, agronomisch-geologische Kartierung von V 275 f.; X 280 f.
 — Bodenartenkartierung X 278 f.
 — Bodenbildung der altdiluvialen Landschaft V 333 f.
 — Bodenbildung der jungdiluvialen Landschaft V 309 f.
 — Bodenbildung des mitteldeutschen Berglandes V 365 f.
 — Bodenbildung der mittleren Lößzone V 346 f.
 — Bodenbildung der nördlichen Küstenzone der Ost- und Nordsee V 291 f.
 — Bodenbildung des oberen Rheintales V 383 f.
 — Bodenbildung der Randgebirge des oberen Rheintales V 396 f.
 — Bodenbildung des süddeutschen Zentralgebietes V 404 f.
 — Bodenbildung der südlichen und südöstlichen Randgebirgszone V 417 f.
 — Bodenkartierung V 271 bis 290; X 278—306.
 — Bodentypenkartierung V 281 f.; X 300—306.
 — Bodenübersichtskarte von A. MEITZEN V 271—275; X 279, 280, 299.
 — Böden von V 271—429; vgl. IV 51—123.
 — Brodelbodenverbreitung in IV 260.
 — Charakteristik der Kulturböden in VIII 17, 18.
 — Entwicklung der regionalen Bodenlehre in V 271 bis 290.
 — fossile Böden in V 289, 290, 426; vgl. IV 225 bis 305.
 — geschichtliche Entwicklung der Bodenkartierung V 271—290; X 278 f.
 — Klima der Gebirgslagen in II 51.
 — Niederschlagsverteilung in II 88.
 — schematische Übersichtskarte der Bodentypen von V 427 (Abb.).
 — Stickstoffverbrauch in IX 246.
 — Übersichtskarte der Bodengebiete V 291; X 306.
 — Übersicht über die Bodenbildung in V 290—429.
 Deutschland, Vergleich zwischen Karstroterden und Rendzinaböden von III 227, 253.
 — Vorkommen und Verbreitung der Bodenversauerung VIII 399.
 — Waldtypenklassifikation in ihrer Bedeutung für IX 415, 416.
 Diabas als bodenbildendes Gestein I 128, 129.
 — als paläovulkanisches Gestein IV 93.
 — Böden des IV 58, 59, 109; V 276, 379.
 — Lateritprofil auf III 411.
 — physikalische Verwitterung des III 52.
 — Verwitterung im arktischen Gebiet III 61, 62.
 — Zusammensetzung I 128.
 Diabastuff, Böden des IV 93.
 — in mineralogischer Hinsicht I 134.
 Diagenese, Charakteristik I 136.
 — halmyrolytische V 65.
 — Kleinformen der Verwitterung und II 282.
 — Ortsteinbildung und II 282.
 — subaquatische V 65.
 — subterrane V 66.
 — thermische V 65, 67.
 — von Meeressedimenten I 252.
 Dialyse I 203, 206.
 — Elektro- vgl. Elektrodialyse.
 — zur Bestimmung der aufnehmbaren Pflanzennährstoffe VIII 118.
 — zur Gewinnung kolloider Lösungen I 206; VII 88, 89.
 — zur Reinigung der Sole und Gele VII 88.
 Diaspor als Lateritelement III 395.
 — in chemischer Hinsicht VII 50.
 — in mineralogischer Hinsicht I 104.
 Diatomeen bei der Bildung der Seemarschböden IV 167.
 — Mitwirkung bei Lateritverwitterung III 427.
 — Verwitterung durch II 251, 252.
 — Verbreitung in Böden VII 335.
 Diatomeenäfla V 134 (Abb.).
 Diatomeenerde vgl. Kieselgur.

- Diatomeengyttja V 118.
— als Bergmehl X 133.
Diatomeenocker V 114.
Diatomeenpelite IV 146;
V 114.
— Brennen der X 134.
Dicyandiamid als Pflanzengift IX 257, 258.
— als Umwandlungsprodukt des Kalkstickstoffes IX 256.
— Unangreifbarkeit durch Mikroorganismen VII 274.
Dielektrizitätskonstante I 209.
Differenzmethode bei der Ermittlung des Düngebedürfnisses VIII 530.
— Feldversuch und VIII 585.
— Gefäßversuch und VIII 531.
Diffusion, Basenaustausch als VII 59.
— Bodenbearbeitung und IX 110.
— Bodenstruktur und IX 110.
— der Kohlensäure aus dem Boden VI 304, 305.
— des Ammoniaks aus dem Boden VI 306.
— des Wasserdampfes aus dem Boden VI 203—205.
— Durchlüftung und VI 305.
— Gasaustausch durch VI 304—306; VII 379.
— Luftgehalt des Bodens und IX 111.
— von Eisenlösungen im Kalkgestein III 224.
Diffusionskoeffizient für Kohlensäure VI 305.
— für Wasserdampf VI 203.
Diffusionskonstante I 207.
Diffusionszahl als Maßstab für Durchlüftung VI 315; VII 380; IX 110.
Digoerde IX 92.
Dihydrostearinsäure VI 278.
Dikalziumphosphat IX 266.
Diluvialböden IV 256f.
— Grauwackenschiefer und seine Überdeckung durch IV 90.
— in der Bodenklassifikation IV 17, 19.
— Molassesandsteine und ihre Überdeckung durch IV 83.
diluviale Grauerden IV 267, 302.
diluviale Moore IV 141.
diluviale Sande IV 620 (Abb.).
— Bleicherdebildung in IV 71.
- diluviale Sande, Böden der IV 71, 72.
diluviale Schwarzerden IV 267, 302.
diluviale Schotter, Böden der IV 73.
— interglaziale Verlehmungszonen in IV 265, 267.
diluviale Verwitterungsdecken IV 256—267.
diluviale Zeitabschnitte, chronologische Vergleichstabelle II 119.
Diluvium, Bodenbildung im IV 302.
— chronologische Vergleichstabelle der Zeitabschnitte des II 119.
— Darstellung der paläoklimatischen Verhältnisse des II 93.
— Karstroterden als Bildungen des III 194.
— Klima im II 107f.
— Moore im IV 141.
— Schotterböden und IV 72, 73.
— Sonnenstrahlungsver-schiebung im II 105 (Abb.)
Diorit als bodenbildendes Mineral I 127, 128.
— Böden des IV 54.
— Zusammensetzung I 127; IV 55.
direkte Düngung IX 208 bis 267.
disperse Phase als Träger elektrischer Ladungen I 208f.
— Begriffsbestimmung I 204, 205.
— Wasser im Boden als I 205.
disperse Systeme I 204.
— Boden als I 222; VII 45 bis 58, 65.
— Einteilung I 205.
— Grenzflächenerscheinungen bei I 222—229.
Dispersionsmittel, Begriffsbestimmung I 204, 205.
— Boden als I 205.
Dispersität, Basen in ihrer Wirkung auf VII 47.
— Bodeneigenschaften und VII 46.
— Bodenoberfläche als Maß für VII 82f.
— Feststellung der Veränderungen der VII 98f.
— Hygroskopizität zur Bestimmung der Veränderung der VII 80.
— Schlämmanalyse und VII 80f.
- Dispersität, Viskosimetrie zur Bestimmung der Veränderung der VII 80.
Dispersitätsgrad, adsorbierte Stoffe und VII 71.
— chemische Zusammensetzung der Humusfraktion und VII 177.
— der kolloiden Humusstoffe VII 53.
— Flockungsverlauf und VII 102.
— Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Veränderungen des VII 80f.
— Veränderungen durch Düngung VII 104.
Dissoziation I 191—203.
— Begriffsbestimmung I 191.
— des Wassers II 201.
— elektrolytische vgl. elektrolytische Dissoziation.
Dissoziationskonstante I 198.
Dissoziationsgrad und I 198.
— scheinbarer I 200.
— verschiedener Säuren und Basen I 199.
— Wasser I 201.
Dolerit vgl. Basalt.
— Böden des IV 62.
— in mineralogischer Hinsicht IV 61.
— Verwitterung unter verschiedenen Klimabedingungen III 11.
Dolinen, Entstehung V 92.
— landwirtschaftliche Nutzung III 254, 255; V 439; IX 485 (Abb.).
— Roterde als Boden der V 439.
Dolomit als Kalkdüngemittel IX 268, 449.
— Böden des IV 106, 107; V 419.
— in mineralogischer Hinsicht I 106, 139.
— Löslichkeit II 194, 196 bis 198.
— Löslichkeitsversuche mit kohlenstoffhaltigem Wasser II 197.
— spezifisches Gewicht VI 43; VIII 41.
— Terra rossa und III 205, 210.
— Verwendung zur Forstdüngung IX 449.
dolomitische Kalke als Düngemittel IX 268, 449.
— Kennzeichnung I 140.
— schlechte Löslichkeit der gebrannten X 191.
— Verwendung in der Forstwirtschaft IX 351.

- Dolomitisierung der Korallenkalke, Kohlensäure in ihrer Mitwirkung bei II 196, 197.
— Untersuchungen über die I 256.
- Dolomitmergel I 140; vgl. Mergel.
- Dolomitpflanzen VIII 50.
- Doppelkeilmethode nach BJERRUM VIII 340.
- Doppelschicht, elektrische I 209, 225, 227.
- Doppheide IX 78.
- Dopplerit, Charakteristik IV 139; V 115.
— Zusammensetzung IV 140.
- Dörrfleckenkrankheit IX 80, 81.
- Dränbewässerung IX 49.
- Dränrohre IX 31—33.
- Dräns, Abhängigkeit der Wirkung vom Material IX 27.
— Anlage in ortsteinführenden Böden IX 79.
— Arten der IX 6, 27—37.
— Einstellungen des Grundwasserstandes zwischen zwei IX 15.
— Strangentfernung der, vgl. Strangentfernung.
— Wirkungsweise der IX 19f.
- Dräntiefe, Bodensackung und IX 20, 21.
— in Moorböden IX 20, 21.
— Kulturarten und IX 19.
— Niederschläge und IX 20.
— Pflanzennährstoffe und IX 21.
— Strangentfernung der Dräns und IX 20f.
- Dränung IX 17—40; vgl. Bodenentwässerung.
— Arten der IX 18, 25—28, 38—40, 49.
— auftretende Schäden bei IX 34—37.
— Bestimmung der Durchlässigkeitsziffer des Bodens aus den Absenkungskurven bei VI 177.
— Beurteilung der Notwendigkeit nach Luftkapazität VI 280.
— Bewässerung zur Verbesserung der Szikböden bei gleichzeitigiger III 337.
— Bodentemperatur und IX 3, 114.
— Definition IX 17.
— Durchlüftung bei Grabenentwässerung und IX 12; vgl. VI 313.
— Ertragserrhöhung durch IX 37.
- Dränung, Förderung der Entlüftung durch VI 180.
— Geschichtliches I 36, 59; IX 17f.
— in Heideböden IX 79.
— in Moorböden IX 79.
— mit Luftzufuhr IX 18.
— Vorteile gegenüber Grabenentwässerung IX 12.
— Wirkung des Anstauens von IX 36, 37.
- Dränwasser, Ermittlung der Sickerwassermengen aus Abfluß der VI 195, 196.
— Luftdruck in Wirkung auf Abfluß der VI 146.
— Pflanzennährstoffe und IX 126.
— Zusammensetzung verschiedener IX 45.
- Druck vgl. Dampfdruck.
— Ammoniakadsorption durch Boden bei verschiedenem VI 333.
— auf Seeböden V 128.
— des bewegten Eises I 264.
— Einfluß auf Gele IV 244, 245.
— Erdtiefe und IV 242.
— Minerallöslichkeit in kohlenstoffhaltigem Wasser unter II 206, 207.
— osmotischer, vgl. osmotischer Druck.
— Schmelzpunkt des Eises und I 260.
— Wärmeleitfähigkeit und I 182.
— Wurzel- II 186, 187; VII 337, 338, 354.
- Druckfestigkeit der Böden und ihre Ermittlung VI 32—40.
— des Eises I 261.
— Düngesalze in ihrem Einfluß auf VIII 280.
— Kolloide und VIII 282.
— Sättigungsgrad des Bodens und VIII 380.
- Druck- und Stichfestigkeitssonde VI 39.
- Drumlinlandschaft, Böden der V 406, 407.
- Dryfarming auf Prärieböden V 443.
— Steppenbodennutzung und III 309.
— Unterstützung der Windwirkung durch I 297.
- Dünen vgl. Flugsande I 299; IV 70.
— Anreicherung an organischer Substanz zwecks Aufforstung der IX 468.
- Dünen, Aufforstung der IX 468—473.
— Bedeutung für Paläoklimatologie II 96.
— Befestigung der VII 339f.; IX 469, 470.
— Beziehungen zwischen Bodentyp, Waldtyp und Alter der V 295, 296.
— Einfluß auf Kulturentwicklung in Wüsten V 440.
— Einteilung V 292.
— Grundwasser in V 76, 96 (Abb.).
— Holzarten der IX 472, 473.
— Humusanreicherung und Versauerung der VII 377, 378.
— Inland-, vgl. Inlanddünen.
— Karbonatauswaschung und Bodenreaktion der VII 378.
— Nährstoffgehalt IX 468.
— Vegetation der VII 340f.
— Wald zur endgültigen Befestigung der IX 470 bis 473.
— Wander-, vgl. Wanderdünen.
- Dünenbildung V 239.
— durch Flugsand I 299.
— durch vulkanische Aschen I 299.
— in der Wüste III 465, 477; V 259, 261.
— Vegetation in ihrer Rolle für VII 340f.
- Dünenpflanzen in ihrer Einwirkung auf Bodenbildung VII 339f.
— Windschutzeinrichtungen der VII 344.
- Dünenande, aride IV 227.
— Böden der IV 71.
— Podsolprofil unter IV 229.
- Dünenwald IX 472, 473.
- Dünenwüste V 259.
- Düngebedürfnis I 79.
— Aspergillsmethode zur Bestimmung des VIII 518.
— Aussehen der Pflanzen zur qualitativen Feststellung des VIII 466—468, 533.
— Eisengehalt der Knotengewebe zur Ermittlung des VIII 518.
— Ermittlung des I 50, 75; IX 532f.
— Feldversuch und IX 532f.
— Gefäßversuch und IX 532f.
— Heuanalyse zur Ermittlung des VIII 483.

- Düngebedürfnis, Kennzeichnung VIII 523, 530.
- Mangelversuche zur Ermittlung des VIII 529 bis 531.
- MITSCHERLICH-Verfahren zur Bestimmung des VIII 505—515, 571f.
- NEUBAUER-Methode zur Ermittlung des VIII 487 bis 505.
- Pflanzenanalyse zur Bestimmung des I 50, 71, 75; VIII 468—487, 533 bis 536.
- Pflanzendecke der Mooreböden als Maßstab des VIII 84.
- relative Phosphorsäurelöslichkeit und VIII 174 bis 183.
- Unkrautanalyse zur Bestimmung des I 75; VIII 466.
- WIESSMANN-Verfahren zur Bestimmung des VIII 515—517.
- Wurzelanalyse zur Bestimmung des I 75; VIII 471, 534.
- Düngemittel, Auswahl für Feldversuch VIII 585.
- Auswaschung und Absorption der VIII 294.
- Bodenoberfläche und VI 57.
- Bodenreaktion und VIII 403, 421.
- Bodenstruktur und VII 79, 80.
- Charakalk als X 130.
- Dispersitätsänderungen durch VII 104.
- Entbasung des Bodens durch IX 237, 242, 448.
- Humus- IX 22, 223, 451, 452.
- Kaliendlaugen als IX 242, 243.
- katalytische VIII 454.
- künstliche, vgl. künstliche Düngemittel.
- natürliche, vgl. organische Düngemittel.
- Nebenbestandteile in ihrer Giftwirkung VIII 465, 466.
- organische, vgl. organische Düngemittel.
- physikalische Bodeneigenschaften und VIII 308f.
- physiologische Reaktion als Einteilungsprinzip der VIII 403, 404; IX 239, 252, 266.
- Düngemittel, Reiz- VIII 454.
- Tierbestandteile als I 166.
- Torfstreu als IX 223.
- Waldhumus als IX 451.
- düngende Bewässerung IX 42, 418.
- Düngerrottung IX 212.
- Dungkultur auf Mooren IX 73, 74.
- Düngung vgl. Bodenmelioration, Mergel.
- als Ersatz für beseitigten Trockentorf IX 399.
- als Klimafaktor VII 356.
- Anbaukulturen der Naturvölker und X 92f.
- Asche- I 36; X 92.
- Bodenreaktion und VIII 349, 404—406; vgl. physiologische Reaktion.
- Bodenstruktur und VII 69—71, 76, 78—80; VIII 277f., 306—317.
- direkte IX 208—267.
- Durchlässigkeit des Bodens und VIII 277f., 308f.
- Einfluß auf Seebodenausbildung V 175.
- Einmischen in den Boden mittels Eggen IX 156.
- Feldversuche und Höhe der VIII 575.
- forstliche, vgl. forstliche Düngung.
- Gefäßversuche und Höhe der VIII 531, 532.
- Geschichtliches I 34, 48.
- Grün-, vgl. Gründüngung.
- Heideböden und IX 79f.
- Hochmoor und IX 75.
- indirekte IX 267—283.
- Jauche-, vgl. Jauche.
- Kohlensäureproduktion des Bodens und VI 297; VIII 614, 615.
- Mikroorganismen und VII 265.
- Mobilisierung der organischen Substanz durch organische VIII 429, 430.
- Moormelioration und V 303.
- Niedermoor und IX 75.
- Nitrifikation und VIII 436.
- organische, vgl. organische Düngemittel.
- Plaggen-, vgl. Plaggenwirtschaft.
- Phosphorsäurelöslichkeit und VIII 260, 261.
- Stallmist-, vgl. Stallmist.
- Düngung, Teich-, vgl. Teichdüngung.
- Unterbringung beim Feldversuch VIII 585.
- Verdunstung aus dem Boden und VI 233, 234, 248, 249.
- Vermischen mit Boden beim Gefäßversuch VIII 558, 559.
- Vivianitgehalt der Mooreböden und IV 161.
- Wirkungsfaktor in Abhängigkeit von Neben- VIII 508.
- Zelluloseersetzung und VIII 614, 615.
- zur Beeinflussung der Mikroorganismenaktivität IV 295—298.
- Düngungsversuch VIII 528, 529.
- Anlage VIII 531.
- mit Feldspat II 259.
- mit Phonolith II 258.
- Vegetationsversuch und VIII 524.
- zur Ermittlung von „b“ VIII 574f.
- Durchforstung, Bedeutung für Waldboden IX 426, 427.
- Begrünung als Maßstab der IX 398.
- Unterbau und IX 426.
- Wasserhaushalt des Bodens und IX 379.
- zur Rohhumusbekämpfung IX 398.
- Durchlässigkeit, Alkalisalze in ihrer Wirkung auf VII 71; VIII 277.
- des Bodens für Wasserdampf VI 204f.
- Düngung und VIII 277.
- Erdalkalisalze in ihrer Wirkung auf VII 71.
- Hydrosole und VIII 273.
- Kapillarität und VI 172.
- Luft- vgl. Luftdurchlässigkeit.
- Magnesiumchlorid in seiner Wirkung auf VIII 278.
- Regenwürmer und VII 401f.
- relative VI 166.
- Wasser-, vgl. Wasserdurchlässigkeit.
- Durchlässigkeitsziffer, Abhängigkeit von spezifischer Oberfläche VI 173.
- Bestimmung aus der Luftdurchlässigkeit VI 168f.
- Ermittlung der VI 147f., 166f.

- Durchlässigkeitsziffer, kapillare Geschwindigkeit zur Bestimmung der VI 172.
 — Verfahren zur Bestimmung im natürlich gelagerten Boden VI 173—178.
 — verschiedener Bodenarten VI 173.
 Durchlüftbarkeit VI 306 bis 315.
 — Bestimmung im gewachsenen Boden I 75; VI 306, 315.
 — Bodenbewertung nach der VI 306.
 — Diffusionszahl als Maßstab der VI 315.
 — mikrobielle Stickstoffumsetzungen als Maßstab für VI 314.
 Durchlüftungsdrainagen VI 180; IX 18.
 Durchlüftung VI 306f.
 — Ammoniakbildung und VIII 626, 627.
 — auf Heideböden und Pflanzenenertrag IX 79.
 — Azotobacter in Abhängigkeit von VII 306; VIII 664; IX 119.
 — Bekuhlen und IX 92.
 — Bestandesdichte der Holzarten und IX 385, 392.
 — Beziehungen zwischen Porenvolumen, Wasserführung und VI 312.
 — Bodenbearbeitung und VI 273, 311, 312; IX 108 bis 112, 148, 161, 184.
 — Bodenbedeckung und VI 294; IX 385.
 — Bodenfeuchtigkeit und VI 306, 307.
 — Bodenwärme, Bakterienwachstum und IX 118.
 — Brache und IX 293.
 — Denitrifikation und IX 281.
 — des Waldbodens unter Streubedeckung IX 385.
 — Diffusionszahl als Maßstab für VI 315; VII 380; IX 110.
 — Dräntiefe, Pflanzenenertrag und IX 18.
 — Dränung in ihrem Einfluß auf VI 313; IX 12, 18.
 — Förderung durch Windwirkung im Moorwalde IX 478.
 — forstliche Bodenbearbeitung und IX 439.
 — Gefäßversuch und VIII 561.
 Durchlüftung, Herausbringen des Untergrundes und IX 121.
 — Kahlschlag und IX 424.
 — Kohlensäurebildung als Maßstab für VI 312, 315; VII 380; VIII 615, 616.
 — Kolloidgehalt der Böden und VI 307.
 — Luftdruckschwankungen in ihrem Einfluß auf VI 283.
 — Luftkapazität als Maß der IX 111; vgl. VI 279.
 — Mikroorganismengehalt der Böden und VII 258, 259.
 — Moorvegetation in Abhängigkeit von VIII 88.
 — Nitratbildung und VIII 633.
 — Nitrifikation und VI 314; VII 279; VIII 633; IX 119.
 — Notwendigkeit in ortsteinführenden Böden IX 466.
 — Pflanzen als Indikator für V 197; VI 313; VIII 77.
 — Porenvolumen und VI 273, 312; IX 102, 104.
 — Regenwürmer und VI 311; VII 401, 404.
 — Sauerstoffgehalt des Grundwassers und VII 362; IX 382.
 — Schädlichkeit mangelnder VI 278, 279, 313, 314; VIII 453.
 — Ursachen mangelnder VI 313.
 — Vegetationseinfluß auf VII 378—381.
 — Wechselbeziehungen zwischen Vegetation, Mikroorganismen und IX 2—4.
 — Wiesenpflanzen und VIII 88.
 — Wurzelsystem der Pflanzen und VI 313.
 Düsenflügelregner IX 51.
 Dwog V 47; vgl. Darg, Knick.
 Dy I 77; IV 145; IX 327.
 — Kennzeichnung V 115, 116.
 — Laub- V 115.
 — Litoral- V 119.
 — Sauerstoffadsorption in V 129.
 — Verbreitung V 180f.
 Dyboden V 180f.
 Dygyttja IX 327.
 — Kennzeichnung V 115.
 — Sauerstoffadsorption in V 129.
 — Verbreitung V 178f.
 Dynamit X 197.
 Dyseeböden als Unterwasserbodentyp V 106.
 — Aufbau der V 115, 116.
 — Verbreitung V 180f.
 dystrophe Seeböden, Charakteristik V 157—159.
 — Profilschema V 150.
 — Verbreitung V 180f.
 „echte“ Humusstoffe, Abbau der VII 124.
 — Charakteristik VII 117, 118.
 — chemische Beschaffenheit der VII 161—188.
 — Extraktionsmethoden zur Gewinnung der VII 119, 149.
 — Gewinnung VII 149f.
 — Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis in VII 183.
 — Stickstoffgehalt als Kennzeichen der VII 134.
 edaphische Böden IV 4.
 Edelmist IX 214.
 Efflataböden, Ortsveränderung der V 3.
 Egge IX 153, 156.
 — Anwendung IX 153—157, 172, 173, 182, 194.
 — Arten IX 65, 79, 80, 156, 160, 165, 436, 463.
 Eggenarbeit IX 153—157.
 — auf Heideböden IX 79, 80, 463.
 — Bodenfeuchtigkeit und IX 154—156.
 — Hackkultur und IX 208.
 — in der forstlichen Bodenbearbeitung IX 442, 463.
 — Luftadsorption durch Boden und VI 316.
 — Verdunstung und VI 251.
 Eichenkrattbüsche als Reste vernichteter Wälder IX 428, 461.
 — Erhaltung der Krümelstruktur unter IX 428.
 Eindeichung, Bodensackung der Marschböden nach IV 172.
 — der Szikwiesen III 338.
 — Einfluß auf Marschbodenbildung IV 163.
 — Verwitterung der Marschböden nach IV 167.
 — zur Erhaltung der Marschen IX 86.
 — zur Sicherung der Landgewinnung an Flüssen IX 87.
 Eingeweidewürmer der Menschen in ihren Beziehungen zum Boden X 216.

- Einschlußwasser im Boden V 77.
 — in Eruptivgesteinen VI 66.
 Einschnittsböschungen, Berechnung der Standfestigkeit der X 149f.
 — Bodenrutschungen und X 144f.
 — Neigung in Abhängigkeit von Einschnittstiefe X 149.
 Einstreu vgl. Streu, Waldstreu, Torfstreu.
 — Aufsaugvermögen verschiedener IX 211.
 — Bakteriengehalt IX 212.
 — Heidekraut als IX 211.
 — Pflanzennährstoffgehalt verschiedener IX 212.
 — Plaggen als IX 211.
 Einzeldrängung IX 26.
 Einzelkornstruktur I 312.
 — Beziehungen zwischen Bodenvolumen und VI 270, 271.
 — Bodeneigenschaften bei VII 45; IX 124.
 — Charakteristik V 7; VI 28; VII 72; VIII 14.
 — Kalkung und Übergang zur Krümelstruktur IX 277.
 — Kulturzustand des Bodens und VIII 14.
 — Luftdurchlässigkeit des Bodens bei VI 311.
 — Mikroorganismen und VII 45, 72.
 — Peptisationsvorgänge im Boden und VII 71—74.
 — Wasserverdunstung bei IX 199.
 Einzelregner IX 52.
 Eis vgl. Gletschereis, Spalteneis.
 — als Mineral I 103.
 — als Sedimentationsfaktor bei Seebodenbildung V 144, 145.
 — Beteiligung an der Sedimentgesteinsbildung I 136, 138.
 — „Boden“- I 266; III 34.
 — fossiles III 42.
 — Gesteinsaufbereitung durch I 257—288; vgl. III 27 f.
 — physikalische Verhältnisse des I 260, 261.
 — Schmelzen des I 188, 189.
 — „Stein“- I 266; III 42.
 — Zustandsdiagramm Wasser und I 188.
 Eisboden vgl. Gefrorenis.
- Eisen, Anregung der Stickstoffbindung des Azotobacters durch VII 304.
 — Antagonismus zwischen Kalium und VIII 461, 518.
 — Basenaustausch der Neutralsalze gegen VIII 232.
 — Bedarf verschiedener Holzarten an IX 358.
 — Bestimmung des Phosphorsäurebedürfnisses und VIII 112.
 — Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 170.
 — Beziehungen zwischen Hygroskopizität und Gehalt der Böden an VI 340.
 — Bodenfarbe und VII 50.
 — chemische Bestimmung in der Bauschanalyse VII 213 bis 217.
 — chemische Trennung von Aluminium VII 213 f.
 — Chlorose und VIII 63, 468.
 — Drängung und Gehalt des Bodens an IX 24, 34, 36.
 — im Kreislauf der Stoffe VIII 601.
 — mikrochemische Bestimmung VII 35.
 — praktische Bedeutung der ausflockenden Wirkung des VIII 307.
 — Trinkwasser und X 231.
 — zur Behebung der Chlorose der Kieselpflanzen auf Kalk VIII 63, 468; IX 354, 356.
 Eisenbakterien VII 331 bis 333.
 — Arten der VII 332, 333.
 — Dränstörungen durch IX 34.
 — Geschichtliches I 85.
 — Mitwirkung bei Bildung der Eisenschwarten II 282.
 — See-Erzbildung und V 124, 125.
 Eiserosion vgl. Glazialerosion.
 Eisenglanz als bodenbildendes Mineral I 104.
 — als Lateritmineral III 396.
 — Entstehung durch Altern des ausgeflockten Eisenoxydgel VII 51.
 — im Savanneneisenstein III 409.
 Eisenhydrosol, Kieselsäureschutzwirkung auf III 226, 227, 429; VIII 288.
 — Roterdebildung unter Mitwirkung von III 225.
 — Verhalten gegen Humus III 223, 224, 226.
- Eisenhydroxydgel, Adsorptionsfähigkeit des VIII 205.
 — Adsorptionswasser im VII 51.
 — Altern des VII 51.
 — in Terra rossa III 195.
 — in verschiedenen Bodentypen III 167.
 — Lateritbildung und III 395—397.
 — Schwierigkeit der Gewinnung aus Boden VII 98.
 — Temperatureinfluß auf IV 244.
 Eisenkonkretionen in Braunerden III 244.
 — in tropischen Bleicherden III 369.
 — in tropischen Grauerden III 244, 369.
 — in Roterden III 195, 243, 404.
 — in Rotlehmen III 368, 389, 404.
 — in Urwaldböden III 374.
 Eisenkruste III 353.
 — chemische Beschaffenheit III 405, 406.
 — Kulturentwicklung und V 445.
 — Lateritbildung und III 388; V 43.
 — Tonerdekruste unter III 418.
 — Vegetation und Bildung der III 390, 435.
 — Zellenlaterit als III 389.
 Eisenortstein vgl. Ortstein.
 Eisenoxyd vgl. Raseneisenerz, Ocker.
 — Anreicherung im Laterit III 404—410.
 — Anreicherung in Roterden III 210, 222, 223, 225.
 — Beteiligung an Rindenbildung III 491 f.
 — Eisenschwarten und II 282.
 — Gehalt im Laterit III 392, 415. [198.
 — Glasfärbung durch X 196.
 — Kalk zur Behebung der Wanderungsfähigkeit IX 272, 447.
 — kolloides, vgl. Eisenhydroxydgel, Eisenhydrosol VII 47, 50, 51.
 — salzsäurelöslicher Anteil zur Charakteristik der Roterden III 242.
 — Schutzkolloidwirkung von Humuslösungen auf I 213; II 264, 265; III 156; IV 177; VII 51, 360, 361.

- Eisenoxyd, Schwefelsäure in ihrer lösenden Wirkung auf II 273.
- Verhältnis zu Tonerde in Ziegelerden X 188.
- Wanderungsfähigkeit III 408, 409, 423, 431 bis 435; V 42; IX 272, 447.
- Eisenoxydhydrat I 228.
- Ammoniakadsorption der Böden und Gehalt an VI 331.
- Ammoniakadsorption durch VI 328f.
- Hygroskopizität VI 336.
- in mineralogischer Hinsicht I 140.
- Kaliabsorption und VIII 196.
- Kohlensäureadsorption durch VI 323, 324.
- Methanadsorption durch VI 334.
- Phosphorsäureabsorption und VIII 196.
- Schwefelwasserstoffadsorption durch VI 334.
- Schutzkolloidwirkung des Mangandioxydsols auf III 225.
- Stickstoffadsorption durch VI 325.
- Eisenphosphat vgl. Vivianit.
- als Verkittungsmasse II 288.
- in mineralogischer Hinsicht I 106.
- Unterwasserböden und V 115.
- Eisenpodsol III 107, 125.
- Eisenrinde V 44.
- biologische Verwitterung und II 277.
- in ariden Klimagebieten III 353.
- unter Wüstenschutt V 260.
- Eisenschwarten II 281.
- Entstehung II 283.
- Schwefelsäure und Bildung der II 282.
- Eisenspat als bodenbildendes Mineral I 106.
- chemische Verwitterung des II 199.
- Unterwasserböden und V 115.
- Eisenstein, Krusten- III 409.
- Laterit- vgl. Lateriteisenstein.
- Savannen- vgl. Savanneneisenstein.
- unter tropischem Braunlehm III 374.
- Vergleich mit Laterit III 374.
- Eisensulfat im Maibolt IV 175, 176.
- im Moor IV 160, 161.
- im Schlick IV 170.
- Pflanzenschädlichkeit VIII 458, 461; X 131.
- Rolle bei der Mineralisation des pflanzlichen Schwefels II 273.
- Szikbodenverbesserung durch III 337.
- Eisstaub vgl. Kryokonit.
- Eiweiß, Abbau II 240—246; VII 166; vgl. VIII 622f.
- als bodenbildender Pflanzenbestandteil I 152; VII 117.
- als bodenbildender Tierbestandteil I 167—169.
- Ammoniak als Endprodukt der Zersetzung des VII 267.
- Gang der mikrobiellen Zersetzung des VII 267.
- Gehalt des Azotobacters an VII 303.
- mikrobielle Zersetzung des VII 266—274; vgl. VIII 622f.
- Schwefelsäurebildung aus II 265, 272f., 284; III 427, 506; VII 168; vgl. VIII 651.
- Schwefelwasserstoff bei der Zersetzung des VII 328.
- Zersetzung bei der Humusbildung VII 126, 130, 138, 166.
- Eiweißzersetzer, Actinomyceten als VII 270.
- aerobe VII 268, 269.
- anaerobe VII 267, 268.
- Intensität der Ammoniakbildung verschiedener VII 270.
- Milchsäurebakterien als VII 269.
- Pilze als VII 270.
- Schwefelwasserstoffbildung durch VII 328.
- thermophile Bakterien als VII 270.
- Eiszeit, Auswirkung auf arktische Bodenverhältnisse III 71.
- Frage nach der Zugehörigkeit der Gefrornis zu III 44.
- Klimatologie II 104—127.
- Seenverbreitung und V 164f.
- ektodynamomorphe Böden I 26; III 18, 20f.; IV 1, 2, 45; V 3, 98.
- elektrischer Gleichstrom zur Untersuchung des Bodens VIII 121, 122.
- elektrische Leitfähigkeit, Art der austauschbaren Kationen und VIII 381.
- Bestimmung im gewachsenen Boden V 227; VI 377, 378.
- Fehlerquellen bei der Bestimmung der VIII 113f.
- Flußwasser VI 379.
- Korngröße in ihrem Einfluß auf VIII 113, 114.
- verschiedener Bodenarten VI 379.
- verschiedener Gesteine VI 379.
- Wassergehaltsbestimmung mittels V 202; VI 128; VIII 115.
- Wasserstoffionenaustausch und VIII 322, 323.
- zur Bestimmung des Salzgehaltes der Böden VIII 112—115.
- zur Erkennung der Wasserbindung in Zeolithen und Permutiten VII 21.
- zur Ermittlung des Durchlässigkeitswertes der Böden VI 174f.
- elektrische Methoden zur Bestimmung der Bodenreaktion VIII 342—352.
- elektrische Sorption I 223.
- Elektrodialyse zur Bestimmung der austauschbaren Basen VIII 123.
- zur Ermittlung der Nitrate und Nitrite im Boden VIII 441.
- Elektroendosmose, Herabminderung der Wasserbindung im Torf durch X 120.
- Elektrolyte, Aufbau der I 191.
- Begriffsbestimmung I 190.
- Elektroultrafiltration zur Trennung der Bodenkolloide von VIII 123, 124.
- Flockung der Bodenkolloide unter Einfluß von VII 98f.; VIII 282f.
- Herabminderung der Wasserbindung des Torfes durch X 119.
- Ionen als I 191.
- Kapillarität der Böden und VI 116f.
- Koagulationsgeschwindigkeit und Konzentration der VII 101; VIII 290.
- Koagulationsversuche und natürlicher Gehalt an VII 99.

- Elektrolyte, mechanischer Transport und Umlagerung der Böden in Abhängigkeit von V 11, 12.
 — Schlämmanalyse und VI 4, 5, 26; VII 81.
 — Sickerwasserbewegung und VI 192, 193.
 — Veränderungen des Dispersitätsgrades kolloider Lösungen durch I 207; VIII 282f.
 — Verbreitung der See-Erde und Gehalt der Seen an V 184.
 — Wasserdurchlässigkeit und VI 192, 193.
 Elektrolytfällung, Gesetzmäßigkeit bei der I 210f.
 elektrometrische Dissoziation, Theorie der I 190f.
 elektrolytische Leitfähigkeit — äquivalente I 192.
 — Begriffsbestimmung I 192.
 — Dissoziationsgrad und I 198.
 — Ionen und I 193.
 — molare I 192.
 Elektrolytkoagulation I 209f.
 elektrometrische Neutralisation VIII 356, 413, 414.
 Elektroltrafiltration zur Trennung der Bodenkolloide von Elektrolyten VIII 123, 124.
 Eluvialböden IV 15, 43, 44, 47; V 1, 2, 7.
 — Begriffskennzeichnung III 366; IV 15.
 — in den Tropen V 265.
 — Sande als III 466.
 — Typen III 13.
 Email, Kennzeichnung X 204.
 — Rohstoffe zur Herstellung des X 204.
 Emanation vgl. Radioaktivität.
 Emulsion I 205.
 Emulsionskolloide VII 72.
 — Frost und I 218.
 — Kleinlebewesen als VII 47.
 — Kolloidton als VII 58.
 Emulsoide I 205; VII 52f., 72f.
 Enchytraeiden, Einwirkung auf Boden VII 411, 412.
 — Verbreitung VII 412.
 Endkohle II 239.
 — Humusstoffe als ein Bindeglied zwischen Zellulose und VII 190.
 Endlaugenkalk IX 242, 243.
 — als Kalkdüngemittel IX 269.
 Endlaugenkalk, Entbasung durch IX 242, 243.
 — Pflanzenschädigungen durch zu große Gaben von VIII 456.
 — Zusammensetzung IX 270.
 endodynamomorphe Böden I 26; III 18, 20f.; IV 1, 2, 45; V 3, 98. [83.
 endogenes Wasser V 49—61, Engerling VII 416, 417.
 Entbasung als Grundursache der Bodenazidität VIII 320.
 — als Kennzeichen der lateritischen Zersatzzone III 411—414, 428.
 — ba-Wert zur Kennzeichnung der III 400.
 — der Permutite VII 19; VIII 218, 221, 321.
 — durch Düngemittel IX 448.
 — durch Endlaugenkalk IX 242, 243.
 — durch Kalirohsalze IX 237, 242.
 — Ionenaustausch als Ursache der VIII 321.
 — tropischer tiefgründiger Böden III 365, 378, 379.
 — unreifer tropischer Böden III 377.
 Entkalkung, Alter der Eindeichung und IV 168, 169.
 — Basenaustausch und IX 448.
 — bei der Verwitterung des Löß zu Lößlehm IV 261.
 — des Humus als maßgebend für Bodenreaktion VII 375.
 — der Marschböden durch Schwefelsäure V 304, 305.
 — Knickbildung und IV 172, 173; V 47; IX 235, 272.
 — nach Kaliendlaugendüngung IX 242.
 — nach Kalirohsalzdüngung IX 237, 242.
 — Ortsteinbildung und IX 235, 272.
 — Verwitterung eingedeichter Marschböden und IV 167f.
 Entkieselung als Kennzeichen der Lateritbildung III 184, 398.
 — als Kennzeichen der lateritischen Zersatzzone III 411—414, 428.
 — im tropischen Urwald IV 292.
 — *ki*-Wert zur Kennzeichnung der III 400.
 Entkieselung unreifer tropischer Böden III 377.
 Entwaldung, Bodenprofilveränderung durch III 128; V 284.
 — der Podsolböden und ihre Ursachen VII 369, 370.
 — der Prärieböden und ihre Ursachen VII 369.
 — der Steppenböden und ihre Ursachen VII 369.
 — Heidebodenentstehung und V 545; VII 363.
 — Kulturentwicklung und V 432.
 — Regeneration der Grauerde zu Löß durch V 349, 368.
 — Umwandlung des Laterits in Krustenlaterit durch V 445.
 — Urwaldboden und V 270.
 — Veränderung der Böden durch V 444.
 Entwässerung vgl. Bodenentwässerung.
 — Absacken des Moores und Wasserverlust bei X 107.
 — bei der deutschen Hochmoorkultur IX 75.
 — bei schwimmenden Mooren IX 10.
 — der Moore X 103—108.
 — des Torfes unter Druck X 116f.
 — Moordammkultur und IX 67.
 — Moornutzung nach V 303.
 — zur forstlichen Nutzung der Moore IX 77, 417, 482, 483.
 Entwässerungsgräben IX 12f., 418.
 Erbsensteine, Bindemittel der IX 96.
 — Entstehung bei der Lateritisierung III 394.
 — im Rotlehm III 389.
 Erdalkalien, chemische Trennung der Sesquioxyde von VII 210—212.
 Erdmöben VII 383.
 Erdbau X 141—164.
 — Bodenuntersuchung im X 158—164.
 — Einteilung der Bodenarten im X 142, 143, 146.
 Erdräns IX 27, 28.
 Erde III Tafeln I—III, vgl. Karte.
 — Abflußmenge der Ströme auf II 89.
 — Aufbau I 112.
 — Befeuchtung der Hochgebirge der III 98.

- Erde, Böden in ihrer Ausbildung und Verbreitung auf III 27—521.
 — Bodenkartierung X 269 bis 271.
 — Flächenverteilung I 242.
 — Klimate der II 28—34.
 — Klimaverhältnisse und Böden der, vgl. III 1—521.
 — Klimazonen der II 30, 31 (Abb.).
 — Mitteltemperaturen, geordnet nach Breitengraden II 11, 82.
 — Schema der Produktion und des Verbrauchs an Kohlensäure der VI 255.
 — Strahlungsbilanz II 6, 7.
 — Verbreitung und Höhenlage alpiner Humusböden auf der III 109.
 — Verdunstungshöhe II 20; VI 222.
 — zonale Verbreitung der Podsolböden auf III 159, 160.
 — zonale Verteilung von Niederschlag und Verdunstung II 26.
 Erdessen X 73—79.
 Erdfarben X 206.
 — in der Kunst der Naturvölker X 88f.
 — Schutz vor klimatischen Einwirkungen durch Bemalung mit X 73.
 — Verwendung bei Naturvölkern X 69f., 88f.
 Erdöl V 64f.
 — Entstehung II 247.
 — Salzwasser als steter Begleiter des V 64, 65.
 Erdrinde, Aufbau der I 112.
 — fossile Verwitterungsdecken und Bewegung der IV 237.
 — mittlere Zusammensetzung I 88, 112.
 — Radioaktivität der VI 390, 391.
 Erdschutt als Produkt der physikalischen Verwitterung II 153, 165.
 Erdströme VI 375—377.
 — Messung der VI 377, 378.
 Erdteile, Bodenkartierung X 271—428.
 — Klima der einzelnen II 35 bis 53.
 Ergußgesteine I 114f.
 — Böden der IV 55—63.
 — Zusammensetzung IV 55.
 Eriophorumtorf IV 130, 135, 153, 154; VIII 26.
 Erosion I 235—239, 286 bis 288; V 11.
 — Begriffsbestimmung I 235.
 — Gezeitenströmungen und I 251.
 — Geschichtliches I 40.
 — Glazial- vgl. Glazialerosion.
 — Meeres- I 245—252.
 — Phyto- II 272.
 — schleifende, vgl. schleifende Erosion.
 — See- V 140f.
 — „splitternde“ I 272, 273.
 — Wind- vgl. Wind.
 erratische Blöcke als Maßstab für die Detraktionsintensität I 277.
 — Frostverwitterung der III 53, 54.
 Erubasböden V 379—382.
 Eruptivgesteine I 114—134.
 — Alter der V 193.
 — arktische Verwitterung der III 52, 53.
 — Böden der V 51—63.
 — Charakteristik I 113.
 — Chemismus I 116, 117; IV 55—57, 60, 62, 63.
 — Einschlußwasser in VI 66.
 — Gasgehalt der V 53f.
 — klimatische Verwitterung und IV 252.
 — Laterit auf III 411, 415, 421; IV 284.
 — Mineralbestand I 116 bis 119.
 — mineralogische Zusammensetzung I 88.
 — Radioaktivität der VI 389, 390.
 — spezifischer Widerstand VI 379.
 — Verlust der kennzeichnenden Mineralien bei der Lateritbildung III 393.
 — Verwitterung in der Wüste III 458f.
 — Zeolithe in VII 20.
 Erzseeboden als Unterwasserbodentyp V 106.
 — Aufbau des V 113—115.
 — See-Erzformen in V 113.
 Eschboden IV 182—184.
 — Aufbau V 336, 337.
 — landwirtschaftliche Nutzung und IV 183.
 — Plaggenwirtschaft und V 336.
 Essigsäure beim Abbau der Pektinstoffe I 164f.
 — Dissoziationskonstante I 199.
 — Entbasungsversuche mit VIII 319.
 Essigsäure, Entstehung durch Tätigkeit des *Bacillus amylobacter* VII 297.
 — Vergleich mit anderen organischen Säuren bezüglich Nährstofflöslichkeit VIII 135.
 — Wasserstoffionenkonzentration VIII 350.
 — zur Bestimmung der Düngedürftigkeit VIII 144, 145.
 eßbare Erden X 73—79.
 — Bergmehl als X 74, 79.
 — Steinbutter als X 74, 76.
 — Zusammensetzung X 78.
 Estland, Bedeutung der Waldtypen in IX 417.
 — Bodenkartierung X 306 307, 370.
 Etesienklima, Kennzeichnung II 49.
 — Landschaftsbild und V 252f., 257.
 — Vegetation im V 257.
 Eubakterien VII 240.
 eupelagische Ablagerungen I 252.
 Europa, Bodenkartierung V 275, 280, 281; X 271 bis 273.
 — Bohnerzformation in IV 268.
 — Klimakunde von II 49; V 275.
 — Klimawerte der Bodentypen in III 25.
 — Übersicht über die Bodenklimabeziehungen von USA. und III 26.
 — Vermoorung der Wälder im Norden von X 396, 397.
 eutrophe Seeböden V 175f.
 — Charakteristik V 157 bis 159.
 — Profilschema V 136, 150.
 — Sauerstoffadsorption durch V 129.
 eutrophe Torfarten IV 129, 130, 134, 139, 143—152; VIII 25.
 Evorsion I 232; V 11.
 Exaration I 257, 270, 278, 288.
 Exesion I 246.
 Exkreme, menschliche IX 219.
 — Beseitigung mit Hilfe des Bodens X 244f.
 exogenes Wasser V 61—97.
 Exposition als Bodenbeurteilungsmoment V 194.
 — Bedeutung für Bodenbonitierung X 31, 50.

- Exposition, Bestrahlung und IV 142.
 — Bodenfeuchtigkeit und V 16, 17.
 — Bodentemperatur und V 14, 15.
 — Einfluß auf Profilausbildung V 13—18.
 — Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 289.
 — Mikroklima und V 14.
 — Ortsboden in Abhängigkeit von V 2, 142.
 — Quellschüttung in Abhängigkeit von VI 198.
 — Sickerwassermengen in Abhängigkeit von VI 198.
 — Verdunstung und VI 241.
- Fabrikabwässer vgl. Abfluswasser.
 Facettenboden III 82; vgl. Polygonboden.
 Fadenalgen VII 335.
 Fadenpilze, Verfilzung der Humusdecke durch VII 363.
 — Zelluloseabbau durch II 227; VII 318.
 Fadenwürmer VII 388f.
 Fäkalguano IX 222.
 Fäkalien IX 219—221.
 — Anbaukulturen der Naturvölker und Düngung mit X 93.
 — Beseitigung mit Hilfe des Bodens X 244f.
 — Bodenverseuchung durch X 234.
 — Düngewirkung der VIII 432.
 — Einwirkung auf Boden IX 220.
 — Pflanzennährstoffgehalt IX 220.
 — Schädigungen durch salzreiche VIII 311.
 — ungünstige Wirkung des Natriumchlorids der IX 220.
 — Zuleitung zu Abwasserteichen IX 347.
 — zur Teichdüngung IX 327, 329.
 Fäkalkompost IX 79, 222.
 Fallgeschwindigkeit und ihre Bedeutung bei der mechanischen Bodenanalyse VI 14—16.
 Fangdräns IX 6.
 Fanglomerate als Kennzeichen ariden Klimas IV 293.
 — als Produkte der Massenbewegung I 317; III 477.
 Fanglomerate, im Oberrotliegenden IV 298, 299.
 — Schwemmschutt als deutscher Ausdruck für III 477.
 Fangschlamm als Heilmittel X 79, 137.
 FARADAYSches Gesetz I 191.
 Farbe vgl. Bodenfarbe, Brennfarbe.
 — als Kriterium für Bodenbezeichnung III 120, 160, 183—186, 296, 297, 307, 365, 371, 387; IV 275.
 — der Bleichhorizonte V 343.
 — der Braunerden in Abhängigkeit vom Muttergestein V 252.
 — der Gesteine in ihrer Bedeutung für Verwitterung II 167.
 — der Gesteine und Böden zur Bodenbeurteilung V 193, 195, 196.
 — der Gewässer in Beeinflussung des Landschaftsbildes V 232, 233.
 — der Horizonte als Erkennungsmittel V 195.
 — der Mineralien als Beobachtungsmoment VII 24.
 — des Ortsteins in Abhängigkeit von Feuchtigkeit V 343.
 — der Schutzrinden in Abhängigkeit von Gestein III 494, 497.
 — der Seeböden V 169, 170.
 — der Seetypen V 157.
 — der Steine in ihrer Wirkung auf Wärmehaushalt des Bodens V 35.
 — der Wüsten V 260.
 — Rückschlüsse auf Herkunft der Wüstenstaubböden aus der III 470, 471.
 Farbstoffabsorption als Maßstab für Bodenoberfläche VI 63.
 — durch Kolloide VII 33.
 — durch Mineralaggregate VII 29, 33, 85.
 — durch organische Stoffe VII 40.
 — zur Bestimmung des Kolloidgehalts der Böden VII 84—86.
 farbstoffbildende Bakterien vgl. Purpurbakterien.
 — als aerobe Eiweißzersetzer VII 268.
 — beim Umsatz des Schwefels VII 329, 330.
 — Ernährungsbedingungen VII 246.
 farbstoffbildende Bakterien Melaninbildung durch VII 200, 201, 300; VIII 657—659.
 Farbstoffe, Bildung durch Mikroorganismen VIII 658f.
 — Bildung durch Mikroorganismen unter dem Einfluß von Kupfer VIII 660.
 — Mikroorganismen und VIII 659—661.
 — physiologische Bedeutung bei Schwefelbakterien VII 330.
 — Verwendung des Bodens bei Naturvölkern zur Herstellung der X 69f.
 — zur qualitativen Bestimmung der Bodenreaktion VIII 330—333.
 — zur quantitativen Bestimmung der Bodenreaktion VIII 333—342.
 Faschinendräng IX 27, 28, 36, 37.
 Fäulnis II 240.
 — als Folge mangelnder Bodenluftmenge VI 278.
 — Kohlensäurebildung bei der VI 297.
 — Schwefelwasserstoffbildung bei der VI 301.
 — Sumpfgasbildung bei der VI 301.
 — Wasserstoffbildung bei der VI 302.
 Fäulnisbakterien II 240f.; VII 267f.
 — beim Stoffkreislauf der Faulschlammgewässer V 120.
 — Bodenreaktion und VIII 389.
 — im Teichboden IX 333.
 — Schädlichkeit für Fischproduktion IX 333.
 Fäulnisgase als Auftriebsmittel in Mooren V 146.
 Fäulniskraft nach REMY VIII 623.
 — Vergleich mit Stickstoffwirkung VIII 623.
 — zur Kontrolle des Stickstoffhaushaltes im Boden VIII 450.
 Faulschlamm I 141; IX 327; vgl. Sapropel.
 — als Unterwasserboden IV 143.
 — chemische Untersuchung tropischer IV 217.
 — in tropischen Mooren IV 205, 206.
 — Kennzeichnung V 117.

- Faulschlamm, Landschaftsbild und V 252.
 — Mudden und IV 141.
 — Schwarzwässer und IV 185.
 — Schwefelverbindungen im V 115.
 Faulschlammseeböden als Unterwasserbodentyp V 106.
 — Aufbau der V 119, 120.
 — Stoffkreislauf in V 120 (Abb.).
 Fehler beim Gefäßversuch VIII 536.
 — systematische VIII 588.
 — zufällige VIII 588.
 Fehlerfortpflanzungsgesetz VIII 537.
 Fehnkultur V 303; IX 72, 73; X 98.
 Feindetritusgyttja V 117 (Abb.), 118.
 Feinerde, Bodenklassifikation nach Gehalt an IV 25.
 — Begriffsbegrenzung V 9; VI 1, 2.
 — Bodenkolloide und I 189, 218.
 — Entfernung durch Windwirkung I 295, 297, 299.
 — Ermittlung der Korngröße der VI 7—28.
 — Permutoide und I 229; VII 58.
 — Pflanzen als Indikator für das Verhältnis Bodenskelett zu VIII 77.
 — Vorbereitung zur mechanischen Analyse VI 3—7.
 Feldberechnung, Erneuerung der Bodenluft durch IX 44.
 — Systeme und Anlage der IX 50f.
 Feldmäuse in ihrer Wirkung auf den Boden VII 433, 434 (Abb.).
 Feldspat, Absorptionsfähigkeit VIII 197.
 — als Flußmittel beim Brennen der Tone X 189.
 — als gesteinsbildendes Mineral I 90—93.
 — Angreifbarkeit durch Flechten II 253.
 — Aufbau II 201, 202.
 — Bildungsweise I 92.
 — chemische Zusammensetzung VIII 158, 159.
 — Humusstoffe in ihrer Einwirkung auf II 265.
 — Kali im IX 228.
 — Kalilöslichkeit der IX 235.
 — Kaolinisierung des II 157, 293; III 450.
 Feldspat, Löslichkeit und Verwendung als Kalidüngemittel II 208f., 259.
 — mineralogische Unterscheidungsmerkmale von Quarz VII 44.
 — spezifisches Gewicht VI 43.
 — Verhalten bei der Lateritbildung III 393.
 — Verwitterung I 50, 55, 93; III 459.
 — Zersetzbarkeit I 93; II 203f.
 — zur Schleifmittelherstellung X 199.
 Feldspatresttone, Unterscheidung von Allophan-tonen VII 16.
 Feldspatvertreter als gesteinsbildende Mineralien I 93, 94.
 — Verhalten bei der Lateritbildung III 393.
 Feldtorftrocknung X 113 bis 116.
 Feldversuch, Auswahl der Pflanzen zum VIII 576, 578.
 — Auswertung der Versuchsergebnisse beim VIII 587 bis 599.
 — Bestimmung des Nährstoffgehalts der Böden durch IX 536f.
 — Bewertung VIII 552 bis 555, 568, 581, 582.
 — Bodenreaktion und ihre Feststellung durch IX 539.
 — Differenzmethode beim VIII 585.
 — Durchführung der Ernte beim VIII 587, 588.
 — Geeignetheit der Felder zum VIII 583.
 — Geeignetheit zur Ermittlung des Düngebedürfnisses IX 532, 533.
 — Geschichtliches I 45; VIII 569—571.
 — Hilfsmittel zur Abgrenzung der Versuchsstücke beim VIII 584.
 — Kartierung des X 265, 267, 285, 301f.
 — Konstanthaltung der Wachstumsfaktoren bei IX 498, 499.
 — NEUBAUER-Methoden im Vergleich mit VIII 503, 504.
 — Stickstoffdüngedürfnis und VIII 445, 446.
 — Teilstückanordnung beim VIII 585, 586.
 Feldversuch, Unsicherheit des VIII 554.
 — Vegetationsversuch und VIII 523—525.
 — Vergleich mit anderen Vegetationsversuchen VIII 552f., 581—583; IX 532—534.
 — Zitronensäuremethode im Vergleich mit VIII 142.
 Feldwiesen VIII 12.
 Felsboden, Algen als Vegetationspioniere auf VII 336, 337; vgl. II 251.
 — als Pflanzennährsubstrat VII 336.
 — Flechten als Vegetationspioniere auf VII 336 bis 338; vgl. II 249f.
 — Moose als Vegetationspioniere auf VII 336, 339.
 — Vegetation auf VII 336 bis 339.
 Felschutt als Produkt der physikalischen Verwitterung II 153, 165.
 Felswasser V 81.
 Felswüste vgl. Hamada.
 Femelwald vgl. Plenterwald.
 Fernfällung im bodenkundlichen Sinne II 161; V 44.
 Ferretto IV 266.
 — Ähnlichkeit mit Terra rossa III 199.
 — als interglaziale Roterde II 126; III 199.
 — als Klimazeuge II 121.
 — als Vorzeitbildung III 249.
 — Charakteristik III 199.
 — chemische Beschaffenheit III 245.
 — Entstehung III 199, 200, 250.
 — Profil III 251.
 Ferrettisierungs Vorgang als Illuvialhorizontausbildung III 247.
 Ferrozink als Pflanzengift VIII 461.
 Ferrosulfat vgl. Eisensulfat.
 Fette, Abbau der II 246, 247; VII 322, 323.
 — als bodenbildende Tierbestandteile I 167; VII 117.
 — Entfärbung durch Silikate X 204.
 Fettsäuren I 167.
 — Abbau der VII 324.
 — als Humusbegleitstoffe VII 160.
 — bei der Eiweißersetzung VII 267.
 — mikrobielle Aufspaltung der Fette zu II 246, 247.

- Fettviehweide VIII 11.
 Fettweide VIII 11; X 38.
 Feuchtböden vgl. humide Böden.
 Feuchtigkeit vgl. Bodenfeuchtigkeit.
 — absolute I 147; II 21, 86, 87.
 — als klimatisches Element II 2.
 — als maßgebender Verwitterungsfaktor III 7, 14.
 — Bodenausbildung und jahreszeitliche Verteilung der III 9.
 — der Bodenluft VI 237, 238.
 — relative I 147; II 21, 86, 87.
 — spezifische II 21.
 — Verwitterung und Schwankungen der III 47.
 feuchtigkeitsliebende Pflanzen vgl. hygrophile Pflanzen.
 Feuchtigkeitwert des Bodens VI 133.
 Feuchtigkeitssziffer des Bodens VI 139.
 feuerfeste Tone, Brenntemperatur zur Kennzeichnung der X 204.
 — Eigenschaften X 187.
 Fieberkrankheiten in ihren Beziehungen zum Boden X 217—220.
 Filmwasser im Boden V 77.
 Filterapparat vgl. X 182 (Abb.).
 — nach TERZAGHI VI 167 (Abb.).
 — nach ZUNKER VI 154 (Abb.).
 Filterformel nach SLICHTER VI 150f.
 Filtergesetz von DARCY VI 147f.
 Filterversuche vgl. Lysimeterversuche.
 — Gasabsorptionsgesetz in seiner Bedeutung für VI 147.
 — mit verschiedenen Porenvolumen VI 156.
 Finnland, Bodenkartierung X 307—309.
 — Kartierung der See-Erzvorkommen X 309.
 — Vermoorung der Wälder in IX 396, 397.
 — Wanderböden in VI 321.
 — Zahlenwerte für die Güte der Waldtypen in IX 413, 414.
 Firki IV 195; V 451.
- Firn I 258f.
 Firneis I 283.
 Firnflecken I 282.
 Firnmoräne I 282.
 Fischerei, Beziehungen zur Bodenlehre V 101.
 — Seeböden in ihrer Bedeutung für X 132.
 Fischmehl IX 259.
 Fischproduktion in Teichen und Meerwasser IX 306.
 — Kalidüngung und IX 320.
 — Kalkung und IX 321.
 — Klima und IX 300.
 — Magnesiadüngung und IX 322.
 — organische Dünger und IX 326, 329.
 — Phosphorsäuredüngung und IX 307—309, 322 bis 324.
 — Sapropelbildung und IX 327.
 — Stagnation und Durchfluß des Wassers in ihrem Einfluß auf IX 342, 343, 348.
 — Stickstoffdüngung und IX 324, 325.
 — Unwirksamkeit der Salpeterdüngung auf IX 324.
 — Wärme und IX 300, 306.
 Flachmoor, Analogien der Flora mit heimischer Flora IV 209, 213, 215.
 — Arten der VIII 25.
 — Aufforstung IX 477f., 481.
 — Entwässerung als Vorbereitungsmaßnahme zur Aufforstung IX 482, 483.
 — Grabenentwässerung bei IX 418.
 — Hochmoore auf V 302.
 — landwirtschaftliche Nutzung V 344.
 — Nährstoffgehalt VIII 26.
 — tropische III 369; IV 204, 205.
 — Verbreitung in Deutschland V 344, 384, 406.
 — Zusammensetzung der Torfe heimischer und tropischer IV 217—220.
 Flagellaten VII 382.
 — als Hauptkontingent aktiver Bodenprotozoen VII 383.
 — Anzahl im Boden VII 385.
 Flechten als Abtragungsschutz V 250.
 — als Vegetationspioniere auf Feldböden VII 336 bis 338.
- Flechten, biologische Verwitterung durch II 248 bis 257; VII 337.
 — Bodenreaktion und VIII 65.
 — Dünenbildung und VII 341.
 — Gesteinszusammensetzung und Ernährungsansprüche der II 268.
 — Hohlformenbildung und II 267f.
 — kalkfliehende VIII 62.
 — kalkzeigende VIII 61.
 — maritime Zonen der VII 337 (Abb.).
 — nitrophile Vegetation der VII 337; VIII 71.
 — koprophile Vegetation der VII 337.
 Flechtenhumus III 108.
 Flechtenrasen, Löß und IV 261.
 Flechtentundra III 72.
 Flechtenzonen, maritime VII 337.
 Fleckzone im Lateritprofil III 389, 411; V 43.
 Fleinserde V 415; vgl. Rendzina.
 Fleischguano IX 259.
 Fleischmehl IX 259.
 fließendes Wasser, Einfluß der Erdrotation auf I 239, 252.
 — Energiehaushalt I 232, 233.
 — geologische Auswirkungen des I 230, 235—242.
 — Geschwindigkeitsverteilung im I 233, 234.
 — Gesteinsaufbereitung und I 230—242.
 — morphologische Auswirkungen des I 242; V 236f.
 — Theoretisches über die Fließbewegung des I 230—232.
 — Transport durch I 230, 235—242, 280; III 475 bis 477; V 235, 237, 245, 246, 250.
 Fließerden IV 178—180; vgl. Bodenfluß, Solifluktion.
 — arktischer Gebiete III 87f.; IV 179; V 247.
 — Bedeutung für Paläoklimatologie II 96; III 94, 95.
 — im Eiszeitalter II 111.
 — im Urwald III 365; V 266.
 — in der Einteilung der Massenbewegungen I 315.
 — Landschaftsbild und V 252.
 — Ortsveränderung der IV 3.

- Fließgesetz VI 147f.
 Fließgrenze als Maßstab für Kohäsion und Adhäsion VI 37.
 — Kennzeichnung IV 178, 179.
 — zur Bodenbeurteilung in bautechnischer Hinsicht X 164.
 Flockenstruktur I 312.
 Flöblöb V 352.
 Flottlehme IV 72, 180; V 342, 350, 351, 360.
 — als wasserbautechnisch gefährliche Böden X 146.
 Flottsande IV 180—184; V 350, 351.
 — Ähnlichkeit mit Kryokonitenstehung IV 181; V 342.
 — als wasserbautechnisch gefährliche Böden X 146.
 — Bildung aus Löß V 360.
 — Entstehung IV 180.
 — Land- und forstwirtschaftliche Nutzung IV 181; V 339, 342.
 — Ortsveränderung der IV 3.
 — Zusammensetzung IV 182.
 Flügelege IX 65.
 Flugsande I 299f.; IV 70.
 — Aufforstung IX 471, 473 bis 477.
 — Grundwasser und IV 470, 471.
 — Kalkgehalt IX 474, 475.
 — Kulturentwicklung und V 448.
 — landwirtschaftliche Nutzungsfähigkeit I 300.
 — Schäden durch I 308.
 — Schleifwirkung der II 169.
 — Waldfeldbau zur Aufforstung der IX 475.
 — Zusammensetzung I 294, 299.
 Flugstaub, Alpenhumus und IX 389.
 — als Pflanzengift IX 374.
 — Menge des IX 414.
 — Neutralisation saurer Humusstoffe durch I 309.
 — Pflanzendecke und Festhalten des I 303.
 — Schichtdicke des I 303.
 — Waldtypen und IX 413.
 — Zusammensetzung I 308, 309.
 Fluorverbindungen als Pflanzengifte IX 374.
 — in der Luft VI 266.
 Flurbereinigungskarte X 299.
 Flüsse vgl. Schwarzwasser.
- Flüsse, Größe der Gesteinsabnutzung durch I 238, 239.
 — hydrodynamische Unterscheidung von Bächen I 230, 231.
 — innere Reibung und Geschwindigkeit der I 233, 234.
 — Landgewinnung an IX 83—88.
 — Mäanderung der I 234, 239.
 — Menge des beförderten Materials I 240, 241; V 122—124.
 — Vegetation im humiden Gebiet und Nährstoffgehalt der VII 357.
 — Verhalten in abflußlosen Gebieten I 237.
 — Verlagerung der I 234.
 — Versickerung der V 92, 95.
 Flüssigkeitseinschlüsse in Kalisalzen V 67.
 — in Mineralien V 52.
 — magmatisches Wasser und V 58.
 Flußlehm als Nahrungsmittel bei Naturvölkern X 73.
 Flußmarsch vgl. Marsch, Marschboden.
 — Charakteristik IV 162, 163.
 — Eigenschaften der IV 164f.
 Flußmittel bei der Glasherstellung X 196.
 — beim Brennen der Tone X 189.
 Flußsäure als Aufschlußmittel bei der Bauschanalyse VII 207f.
 — als Aufschlußmittel zur Alkalibestimmung VII 227f.
 — mineralogische Bodenuntersuchung und VII 34.
 Flußsinkstoffe, Humusgehalt tropischer I 236; IV 197, 199.
 — Jahreszeiten und I 236.
 — Kalkgehalt IV 167, 168.
 Flußversinkungen V 94, 95.
 Flußwasser, analytischer Vergleich mit Meerwasser I 244.
 — Grundwasser in seinen Beziehungen zum V 87.
 — Infiltrationswasser und V 76.
 — Kieselsäurereichtum in den Tropen III 428.
 — Menge der gelösten Substanzen im I 236.
- Flußwasser, Radioaktivität VI 392.
 — Rücklüsse auf chemische Verwitterung aus II 218f.
 — spezifischer Widerstand VI 379.
 — Versickerung des V 68.
 — zur Nutzung als Trinkwasser X 238f.
 — Zusammensetzung II 216f.
 Flußwiesen VIII 12.
 Flutschuttböden IV 15; V 1, 276.
 Flutschuttgelände IV 22, 24, 29; V 1.
 fluviatile Böden, Eindeckung fossiler Böden durch VII 234.
 — in der Bodengliederung V 3.
 — Landschaftsbild und V 242, 250.
 Flytäja V 146, 152.
 Föhn II 19, 20, 88.
 Föhrenwaldtorf IV 130, 152, 153; VIII 25.
 Fontaktometer zur Messung der Radioaktivität der Quellen VI 393.
 FORCHHAMMERSCHE Kaolinformel VII 6.
 FORELSCHE Streifen I 261.
 Formaldehyd in der atmosphärischen Luft I 149; VI 267.
 — zur Konservierung des Jauchstickstoffs IX 218.
 Formationsböden, tabellarische Übersicht IV 112 bis 123.
 Förna V 135 (Abb.); vgl. Waldstreu.
 — Humusabbau und Puffergehalt der IX 391.
 — Kalkgehalt verschiedener VII 358, 359.
 — Kennzeichnung V 135; VII 119.
 — Rohhumusbildung und Nährstoffgehalt der VII 358.
 — Stickstoffmobilisierung und IX 363.
 Forstgarten, Bodenbearbeitung im IX 445.
 — Bodenerschöpfung im IX 446.
 — Düngungsversuche im IX 444.
 — Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Freiland IX 446.
 Forstkartierung V 293, 294; X 292f., 295, 304, 305, 345, 346, 371.

- forstliche Düngung IX 348f., 443—459.
 — Arten der IX 444.
 — Ausführungen der Versuche der IX 444.
 — Behandlung mit Moorerde als IX 444.
 — Gesteinsmehle zur IX 455.
 — Gründüngung als IX 444, 445, 452, 453.
 — Humusdünger zur IX 451.
 — Kalkung zur IX 447—451.
 — Kompostdüngung zur IX 444.
 — Phosphorsäure zur IX 453.
 — Pflanzenasche zur IX 455.
 — Reisigdüngung zur IX 444.
 — Stickstoff zur IX 453, 454.
 — Unterschied gegenüber landwirtschaftlicher Düngung IX 444.
 — Ziele der IX 443.
- forstliche Nutzung, Dünen-
 sande IX 468—473.
 — Flugsande IX 473—477.
 — Heide IX 461—468.
 — Kippen IX 496.
 — landwirtschaftlich genutzte Böden IX 495, 496.
 — Moore IX 77, 78, 477 bis 484.
 — Ödländereien IX 459 bis 496.
 — ortsteinführender Böden IX 466—468.
 — raseneisensteinführender Böden IX 468.
 — Roterde III 254; IX 485f.
 — trockenes Kalködländ IX 493, 494.
 — verkarsteter Gebiete IX 484—493.
- Forstwirtschaft vgl. IX 348 bis 496.
 — Bedeutung der Binnengewässerablagerungen für IX 131, 132.
 — Standortsbeschreibung und V 190.
 — Vorteile gegenüber der Landwirtschaft in bezug auf den Nährstoffumlauf IX 361.
- forstwirtschaftliche Bodenbearbeitung IX 348f., 439 bis 442.
 — Abbrennen zur Verminderung des mechanischen Widerstandes bei IX 436.
 — als Notbehelf IX 439.
 — Bearbeitungstiefe und IX 441.
 — Geräte zur IX 462, 463.
- forstwirtschaftliche Bodenbearbeitung, Hohlraumvolumen und IX 385.
 — im Forstgartenbetriebe IX 445.
 — Pflugdammkultur als IX 441, 442.
 — Wühlkultur als IX 440, 441.
- fossile Allite IV 271, 275 bis 285.
 — Alter IV 276.
 — chemische Zusammensetzung IV 277.
 — geologisches Vorkommen der IV 277.
- fossile Bauxite vgl. Bauxit.
 fossile Böden IV 225f.; V 289; vgl. Ferretto.
 — als Indikatoren des Vorzeitklimas I 4; II 97, 125 bis 127; IV 230, 258f.
 — als Muttergestein V 426 bis 429.
 — ostdeutsche Schwarzerde als V 326.
 — Profile auf IV 231, 232.
 — spezielle Verwitterungslehre und I 4.
 — Überdeckung durch andere Böden IV 234f.
 — Vorkommen IV 225f.; V 289, 290, 426.
 — Verbreitung in Deutschland IV 256f.; V 289, 290, 426.
- fossile Brodelböden IV 259.
 fossile Harze im Torf IV 160.
 fossiler Laterit III 425; IV 277—285.
 — K- und B-Werte der IV 254.
 — landwirtschaftliche Nutzung in Deutschland V 371.
 — limnische Torfe über IV 234.
 — Tonerdekonkretionen im III 404.
- fossile Roterde IV 258 (Abb.), 267—275.
 — chemische Zusammensetzung IV 269, 270, 297.
 — gemeinsames Auftreten von Korallenkalken und IV 272f.
 — Höhlenlehm als IV 267.
 — Rückschlüsse auf Klima IV 275.
- fossile Schwarzerde IV 262 bis 265.
 fossile Seeböden V 189.
 fossile Siallite IV 287—292.
 fossiles Eis III 42.
 fossiles Meerwasser V 66.
- fossile Verwitterungsdecken IV 225—305.
 — aride IV 292—302.
 — Begriffsbestimmung IV 225f.
 — Bewegung der Erdrinde und IV 237f.
 — Diskordanzen und IV 239f.
 — Untersuchung IV 247 bis 256.
- fossiles Wasser V 62.
 Fossilien als Beobachtungsmoment V 193.
 — Verpackung und Transport der V 218.
- Fracht im bodenkundlichen Sinne II 161.
 — Verwitterungs- II 162.
- Frachttrest bei der Lateritbildung III 393.
 — im bodenkundlichen Sinne II 161.
- Frana I 316; V 258.
 Frankreich, Bodenkartierung X 309—314.
 — Verkarstung gewisser Gebiete von IX 485.
- Fräsarbeit IX 142—149.
 — Bodenarten und IX 144, 145.
 — Eindringtiefe des Frostes nach IX 115.
 — Forstgartenbetrieb und IX 445.
 — Heideaufforstung nach IX 462, 463.
 — zur Moormelioration IX 63, 64.
- freilebende stickstoffbindende Mikroorganismen VII 295—308; VIII 422, 433.
 — Bodenfeuchtigkeit und VIII 647.
 — Bodenreaktion und VIII 647, 648.
 — Bodentemperatur und VIII 648.
 — Größe der Stickstoffbindung durch VIII 643.
 — organische Substanz und VIII 643, 645.
- Freistadter Klappdränung IX 27, 28.
- Fremdtau VI 220.
 friable soils III 367, 386.
- Frost, Bedeutung für Straßenbau X 158.
 — „Boden“- I 266; vgl. Frostboden, Gefornis.
 — Bodendurchlüftung und VI 307, 310, 312.
 — Bodenstruktur und VI 31; XI 122.

- Frost, Bodenvolumen und VI 30, 31, 276, 277.
 — Dispersitätsvergrößerung durch VII 71.
 — Eindringtiefe bei verschiedenen bearbeiteten Böden IX 115, 116; vgl. VI 356, 362.
 — Einfluß auf Struktur der Kolloide I 217, 218.
 — Fräs- und Pflugarbeit und Eindringtiefe des IX 148.
 — Garebildung durch IX 133, 134, 191; vgl. Frostgare.
 — Größe der mechanischen Gesteinszertrümmerung durch II 189.
 — Herabminderung der Wasserbindung im Torf durch X 119.
 — Hygroskopizität und VI 57.
 — Kahlschlag und IX 420.
 — Kainitdüngung als Schutz vor IX 242.
 — Kalkung und Tiefenwirkung des IX 278.
 — Krümelbildung durch IX 192.
 — Mikroorganismen in Abhängigkeit von VII 260, 261.
 — Pflugschollenzerfall durch IX 64.
 — Radium-Emanationsgehalt der Böden und VI 395.
 — Spalten-, vgl. Spaltenfrost.
 — Ton in seinem Verhalten beim X 158.
 — Zeitdauer in arktischen Gebieten III 50, 51.
 Frostboden I 257; III 34 bis 44.
 — Dauer-, vgl. Dauerfrostboden.
 — Grundwasserbildung unter V 74.
 — im Eiszeitalter II 111.
 — klimatische Bedingungen I 318.
 — Kulturentwicklung und V 430.
 — Landschaftsbild und V 246—248.
 — Profil I 318.
 — Vegetation in ihrem Einfluß auf III 41.
 Frosterden III 118.
 — als Gebirgsböden III 103.
 — Kennzeichnung III 99, 100.
- Frostgare IX 133, 134, 191; vgl. Bodengare.
 — Bodenfeuchtigkeit und IX 178.
 — Bodentiefe und IX 180, 181.
 — Furchenart und IX 182.
 — Nachhaltigkeit der IX 178.
 — Sandboden und IX 179.
 Frostsprengung vgl. Frostverwitterung, Spaltenfrost.
 — Bedeutung für Landschaftsformen II 179 (Abb.), 180 (Abb.), 181 (Abb.); vgl. III 27f., 99; V 245—248.
 — Blockströme und III 95.
 — in den Hochwüsten III 446.
 — Mechanik der II 177.
 Frostverwitterung II 163, 174—185.
 — Abfrieren und I 271.
 — Gesteinsart und Sprengwirkung bei der II 175.
 — Landschaftsgestaltung durch II 180.
 — Mechanik der II 177f.
 — Schmelzwasser und I 272.
 — Sprengwirkung des gefrierenden Wassers und II 174f.
- Fruchtbarkeit, Basenaustausch und VIII 183 bis 317.
 — Begriffskennzeichnung VIII 521, 522.
 — Bodenabsorption und VIII 183—317.
 — Bodenreaktion in ihrer Bedeutung für VIII 317f.
 — der einzelnen Bodenkonstituenten VIII 8—10.
 — des Regurbodens III 344, 345.
 — Geschichtliches über die Beziehungen zwischen Pflanzenwachstum und I 41, 47.
 — in der antiken Vorstellung I 32.
 — Klima und I 62.
 — Protozoen in ihrer Wirkung auf VII 386.
 — Regenwürmer in ihrer Wirkung auf VII 390f.
 — sekundäre Wirkungen der Absorptions- und Basenaustauschvorgänge für VIII 255f.
- Fruchtbarkeitsermittlung I 42; VIII 49—671.
- Fruchtbarkeitsermittlung auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes VIII 49—106.
 — bakteriologisch-chemische Methoden zur VIII 445f., 599—671.
 — Bewertung der mechanischen Bodenanalyse zur X 31.
 — Bewertung der Methoden der VIII 580f.
 — biologische Methoden zur VIII 466f.
 — chemische Bodenanalyse und V 359; VIII 106 bis 317.
 — durch Ermittlung der leichtlöslichen Pflanzennährstoffe VIII 106—148.
 — durch katalytische Kraft VIII 670, 671.
 — durch organische Säuren VIII 135—145, 174—183.
 — durch Salzsäureauszüge VIII 148—174.
 — durch verdünnte Mineralsäuren VIII 130—134, 146—174.
 — durch Wasserauszüge VIII 106—124.
 — Feldversuch zur VIII 567 bis 599.
 — Gefäßversuch zur VIII 519—567.
 — Keimpflanzenmethode zur VIII 466f.
 — mikrobielle Umsetzungen zur VIII 450—452, 662 bis 671.
 — mineralogische Bodenanalyse zur VII 37.
 — MITSCHERLICH-Verfahren zur VIII 466f.
 — Pflanzenanalyse zur VIII 466f., 533f.
- Fuchs in seiner Wirkung auf den Boden VII 434, 435.
 Fugenwasser V 82.
 Füllapparat nach C. v. SEELHORST VIII 559.
 Füllwasser im Boden V 77.
 Fulvosäuren II 236, 237.
 — als Sammelname für leichtlösliche Humusstoffe VII 171.
 — als wasserlösliche Huminsäuren VII 150.
 — Eigenschaften VIII 224, 226.
 — Einteilung der II 236; VIII 226.
 — Gewinnung VII 150, 152.
 — in der Einteilung SVEN ODÉNS VII 95; VIII 224.

- Fulvosäuren, Kohlenstoffgehalt VIII 224.
- Fumarolen, Gesteinsersetzung durch V 250.
- Landschaftsbild und V 250.
- Mineralneubildung durch V 61.
- Umwandlung der Thermen in V 58.
- funikuläres Wasser VI 97.
- Fungi VII 243—245.
- Furchenberieselung IX 46.
- Furchenbewässerung IX 46.
- Furchensteine V 112.
- Verbreitung V 167.
- Gabbro** als bodenbildendes Gestein I 128, 129.
- Böden des IV 54, 55; V 276.
- Zusammensetzung I 128; IV 55.
- Galeriewald in Savannen- und Steppengebieten V 266.
- Galmeipflanzen VIII 69, 459.
- Ganggesteine I 114f.
- Verwitterung in der Wüste III 458.
- Gare vgl. Bodengare.
- Gärlehm IV 181.
- Gartenbau, Sanddeck- und Sandmischkultur im IX 69.
- Schwemmtorf und seine Verwendung im X 130.
- Verwendung des jüngeren Moostorfs im X 124.
- Gasausscheidung aus dem Grundwasser VI 146, 176.
- Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre, Bedeutung der Diffusion für VI 304—306; IX 111.
- Beeinflussung durch klimatische Faktoren VI 302 bis 304.
- Bodenbearbeitung und IX 109, 110.
- Hackkultur und IX 203.
- Pflanzen als Indikator für VIII 77.
- Wind in seinem Einfluß auf VI 282, 283, 304.
- Gasadsorption durch Boden I 224, 225; VI 71, 322 bis 335; VIII 202, 203.
- Benetzungswärme und VI 67, 68.
- Gesetzmäßigkeiten VIII 210.
- Ursachen der VI 71.
- Gase, Art und Menge der im Regenwasser gelösten VI 258f.
- Auftrieb der Seeböden durch V 145, 146.
- Elektrizitätsleitung der VI 380.
- Einwirkung auf Boden durch adsorbierte VI 341, 342.
- Gesteine und Adsorption der II 224.
- im Boden VI 282f.
- in der atmosphärischen Luft VI 254—267.
- in Gesteinen V 53f.
- in Moorböden IV 158, 159.
- Torfstreu und Adsorption der X 103.
- Gasödem in seiner Beziehung zum Boden X 212, 213.
- Gebirgsböden vgl. Hochgebirgsböden, alpine Böden.
- in der Bodenklassifikation IV 18, 19, 32.
- Kartierung der III 113, 114; X 383.
- Gebirgsigel IX 463.
- Gebirgstrockentorf III 108.
- Geestboden IV 70, 163; V 301f.
- Behandlung mit Seeschlick IX 74, 75.
- Behandlung mit Marsch-erde IX 74.
- Bekleien als Meliorationsmaßnahme für IX 74.
- Kulturentwicklung im Gebiete des V 435.
- landwirtschaftliche Nutzung V 301.
- Gefäßversuch vgl. Feldversuch.
- als Unterbegriff des Vegetationsversuches VIII 525.
- Art der Gefäße beim VIII 526, 556, 557, 561; IX 499, 500.
- Aufstellung der Gefäße beim VIII 563; IX 501, 503.
- Ausgleich des Wassergehalts der Böden beim VIII 482; IX 502, 503.
- Aussaatiefe beim VIII 561.
- Auswahl der Pflanzen zum VIII 560; IX 501.
- Berücksichtigung der Untergrundverhältnisse beim VIII 553, 554; IX 532 bis 534.
- Beschaffenheit des Gießwassers beim VIII 563.
- Gefäßversuch, Bewertung VIII 507, 552—556; IX 532, 533.
- biologische Eigenschaften des Bodens und ihre Ermittlung durch VIII 549 bis 552.
- Bodenimpfung und die Ermittlung ihrer Wirkung durch VIII 551.
- Bodenreaktion und VIII 545; IX 539.
- Bodenvolumen und Ermittlung seines Einflusses durch VIII 547, 548.
- Differenzmethode beim VIII 531.
- Durchführung VIII 556 bis 567; IX 499f.
- Durchlüftung beim VIII 561.
- Ermittlung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Bodens durch VIII 540—549.
- Ernte beim VIII 565, 566.
- Feldversuch und VIII 552f., 582, 583; IX 532—534.
- Form der zu gebenden Nährstoffe beim VIII 531, 532, 558; IX 500, 501.
- Fruchtbarkeitsermittlung durch VIII 519—567.
- Füllmaterial beim VIII 527; IX 500.
- Geeignetheit zur Ermittlung des Düngedürfnisses der Böden VIII 528 bis 540; IX 532, 533.
- Geschichtliches I 44; VIII 519—523.
- Größe der Töpfe beim VIII 553; IX 500.
- Konstanthaltung der Wachstumsfaktoren und IX 498, 499.
- Mangelversuchsmethode beim VIII 531.
- Meliorationsmaßnahmen und die Ermittlung ihrer Wirkung durch VIII 546.
- Mischen des Bodens mit Dünger beim VIII 558, 559; IX 501.
- Nährstoffgehalt des Bodens und seine Ermittlung durch VIII 528—540; IX 536f.
- Parzellenversuche als VIII 526.
- Pflanzenanzahl beim VIII 560, 561; IX 501.
- Pflanzengifteenthaltendes Wasser und VIII 464, 563.

- Gefäßversuch, Saatgut beim VIII 560, 561; IX 500.
- starke Ausnutzung der Nährstoffe beim VIII 553.
- NEUBAUER-Methode und VIII 504.
- Stickstoffdüngedürfnis und seine Ermittlung durch VIII 445; vgl. a. 531.
- Trocknung des Bodens in ihrem Einfluß auf Ergebnisse des VIII 557.
- Übertragung der Ergebnisse auf das Feld VIII 553f.; IX 533.
- Vegetationshallen und VIII 563—565.
- wahrscheinliche Schwankung der Ergebnisse des VIII 537.
- Wassergabe beim VIII 562; IX 502, 503.
- Wasserkulturversuche als VIII 519, 527.
- Zinkschädigungen in ihrer Bedeutung für VIII 459, 557, 563.
- Gefrierpunktserniedrigung als Maßstab für die Konzentration der Bodenlösung VIII 116.
- der Elektrolyte I 193.
- Kalkbedarfsermittlung durch VIII 117.
- Salzgehaltbestimmung durch VIII 117.
- Gefrorenis I 318; III 34f.; vgl. Frostboden.
- alpine III 38.
- Alter III 44.
- Bedeutung der Schneedecke für III 36.
- Grundwasser und III 41 bis 43.
- ideales Profil III 43.
- kontinentale III 38.
- polare III 38.
- Temperatur und III 36 bis 38.
- Tundravegetation und III 72.
- Vegetation in ihrem Einfluß auf III 41.
- Verbreitung der III 35, 37.
- Gehängelöß V 357.
- Gekriech als Klimazeuge II 96.
- als Massenbewegung I 314—316.
- Landschaftsbild und V 230, 255.
- Ortsveränderung des IV 3.
- Gehängemoor, tropisches IV 205, 206.
- Gehängemoor, Flora IV 209, 215.
- Profil IV 205 (Abb.), 206 (Abb.).
- Torfanalyse aus IV 218.
- Gehängeschutt als mechanisches Sediment I 136.
- Gelberden III 182—199.
- als Laterittypus III 185.
- auf Löß III 193.
- besondere Kennzeichen III 185—187.
- Charakteristik III 182 bis 187.
- Chemismus III 191.
- Einordnung in das Schema der Bodentypen III 184, 185.
- Geschichtliches III 182 bis 184.
- Kulturentwicklung im Gebiete der V 436f., 446.
- Landschaftsbild und V 233, 257.
- Podsolprofil auf IV 231, 232.
- Profile III 187f.; V 27, 28, 41, 403.
- Regenfaktor III 8, 216.
- Rolle des Humus für III 187f.
- Siallit in III 186.
- Unterschied von Podsolbildung V 41, 42.
- Verbreitung III 183, 188 bis 190; V 233.
- gelbes Fieber in seinen Beziehungen zum Boden X 219, 220.
- Gelblehme vgl. Gelberden.
- Gele I 218—221.
- als Merkmal der Bodenbildung I 218, 219; II 150, 157, 158, 161; VII 360.
- als Überzüge auf Quarz III 381.
- Altern der I 210, 221; IV 243.
- Aufnehmbarkeit der Pflanzennährstoffe und VIII 254.
- Benetzungswärme der Böden im Vergleich mit der künstlicher Gele VIII 223.
- Druckwirkung auf IV 244, 245.
- Fossilität der Böden und IV 242f.
- Gehalt verschiedener Bodentypen an III 166, 167, 367, 380, 381.
- im Bleicherdeprofil III 149.
- Kristallisation als Folge des Alterns der IV 243, 245.
- Gele, Quellung der I 219—221.
- Streßwirkung auf IV 245.
- Struktur der I 219; vgl. VII 108—112.
- Strukturuntersuchungen an VII 108—112.
- Temperatureinfluß auf IV 244.
- Veränderung der Zerteilung bei den I 228.
- Verhalten von Sol und I 205, 214.
- Vorkommen im Boden I 218, 219; II 150, 157, 158, 161; VII 360.
- Zusammensetzung in tropischen Böden III 382.
- Gelgesteine IV 228, 270.
- Gelite als Abtragungsprodukt tropischer Verwitterung IV 270.
- als echte Absatzgesteine IV 228.
- geloide Böden VIII 60.
- geognostisch-agronomische Kartierung V 279; X 281 bis 284; vgl. Bodenkartierung, Karten.
- geographischer Wert des Bodens V 429—454.
- Geologie, Abgrenzung der Bodenlehre von I 2, 6f.; II 152, 211.
- als Grundlage der Bodenbonitierung X 30.
- als historische Wissenschaft I 6.
- Anteilnahme an der Bodenforschung I 10; vgl. IV 8f.
- Beziehungen zur Bodenkunde I 1, 3, 6—18, 52, 60, 67.
- Bodenklassifikation und I 9; IV 8f., 35, 41; V 271f.; vgl. X 259f.
- pflanzenphysiologische Bodenkunde und I 12; V 3; X 285.
- geologische Karten als Grundlage der Bodenkartierung V 275; X 263, 278, 408.
- bei Bodenstudien V 201, 202 (Abb.).
- Unterschied gegenüber Bodenkarten X 259.
- Untersuchungen im Baugelände an Hand der X 158, 159.
- geologisch-petrographische Beschaffenheit, Bodenbonitierung und X 42, 43.
- Bodeneinteilung nach IV 5—51; V 275—279; X 12, 13.

- geologisch-petrographische Beschaffenheit, Bodenkartierung nach IV 4; V 276, 277; X 259f.
- Mineralbodenentstehung und IV 51—123.
- geologische Zeitalter, tabellarische Übersicht IV 112 bis 123.
- geologisch wirkende Kräfte bei der Gesteinsaufbereitung I 230—320; vgl. IV 240f.
- Brandungswelle als I 242 bis 257.
- Eis als I 257—288; vgl. a. Bodenfrost, Frostboden.
- fließendes Wasser als I 230 bis 242; V 236, 237.
- Gletscher als I 268f.; V 237, 238; vgl. Glazialerosion.
- Meer als I 242—257; V 238.
- trockene Abtragung als I 309—320.
- Wind als I 288—309; V 238; vgl. äolische Böden.
- Geolite I 75; VII 13.
- Geophagie X 73—79.
- Geosynklinalen und Verwitterungsdecken IV 241.
- Geräte, Bodenbearbeitungs- vgl. Bodenbearbeitungsgeräte.
- zur Beregnung IX 51f.
- zur Bodenbeurteilung an Ort und Stelle V 201—204.
- zur Entnahme von Bodenproben V 204—221; X 159, 160.
- zur Entnahme von Torfproben zwecks Pollenanalyse II 143.
- zur mikroskopischen Mineraluntersuchung VII 35.
- zur Probenahme von Seeböden V 104.
- zur Untersuchung der Böden in natürlicher Lagerung V 221—227; VI 45f., 127—129, 137, 270; X 160.
- Gerbstoffe als Pflanzengifte IX 374, 375.
- als Ursache der Bodenmüdigkeit IX 375.
- Humusbildung und VII 129, 130, 138.
- Humussäure in ihrer analogen Wirkungsweise der X 128.
- mikrobieller Abbau der VII 326; VIII 657.
- Gerbstoffhumus VII 130, 134, 137, 138.
- Geröllboden und seine Nutzungsfähigkeit VIII 23.
- gesättigter Humus, Einfluß auf Boden und Pflanze VII 53, 366f.
- Entstehung VII 366.
- im ariden Boden VII 367.
- Geschichtliches über Ackerbau I 29f.; vgl. IX 1, 2, 60.
- Basenaustausch VII 8f.; VIII 184—203.
- Beziehungen zwischen Boden und Pflanze I 33, 44, 45; VIII 519, 520.
- Bodenabsorption I 33, 45, 61, 63, 76; VII 8f.; VIII 184—203, 256—258.
- Bodenbakteriologie I 83—86.
- Bodenbearbeitung I 34, 40, 42, 44.
- Bodenbewässerung I 34, 40, 56, 59; IX 1, 2.
- Bodenbezeichnung IV 5—8; vgl. III 1—26.
- Bodenentwässerung I 36, 42, 56, 59; IX 1, 60.
- Bodenkartierung I 42, 45, 77, 79; V 271—282; X 274, 277, 278f., 309, 314, 320, 322, 327—330, 339, 346, 350, 355, 363, 367f.
- Bodenklassifikation I 33 bis 35, 43—46, 47, 49, 54—57, 60, 63, 78—80; III 12—26; IV 5—51; vgl. X 1—64.
- Bodenkunde I 28—86; vgl. III 1—26; V 271f.
- Bodenmelioration I 34, 40, 42, 45, 56, 59; vgl. IX 1, 2.
- Bodenuntersuchung I 32 bis 35, 56, 42, 47, 49, 54, 79.
- Bodenzonelehre III 1 bis 26; V 271—290.
- Botanik I 44, 53; vgl. VIII 519, 520.
- Brache I 34.
- Dränung I 36, 42, 56, 59; IX 17.
- Düngung I 34, 36, 37, 40, 41.
- Erosion I 40.
- Feldversuch I 45; VIII 569 bis 571.
- Gefäßversuch VIII 519 bis 523.
- Gelberde VIII 182—184.
- Gründüngung I 34, 37.
- Kompostdüngung I 34.
- Landwirtschaft I 28f.
- Laterit III 387, 388.
- mechanische Bodenanalyse I 32, 42; vgl. mechanische Bodenanalyse.
- Geschichtliches, Mineralogie I 41, 44, 47.
- Pflug I 29f.
- Roterde III 194—230.
- Schlämmapparate I 32; vgl. Schlämmapparate.
- Schwarzerde III 285, 286.
- Vegetationsversuch I 41, 44; vgl. VIII 519, 520, 569—571.
- Geschiebe, Größe der I 277.
- Menge der durch Flüsse transportierten I 240.
- Nomenklatur der transportierten Mengen an I 233.
- Geschiebefracht I 233, 240.
- Geschiebegrundwasser V 81.
- Geschiebelehm als Ackerboden V 238.
- Charakteristik IV 110, 111.
- Gumbotil auf IV 266.
- Oberflächengestaltung und V 284.
- Geschiebemergel vgl. Mergel.
- Bodenprofile über V 307, 308, 317.
- Vegetation in ihrem Einfluß auf Umwandlung des V 279.
- Verwitterung des IV 109, 110, 265, 266.
- Geschiebetrieb I 233.
- Gesetz der ausgleichenden Fazies IX 316.
- Gesetz der physiologischen Beziehungen VIII 505.
- Gesetz vom Minimum VIII 505.
- Gestein vgl. Muttergestein.
- Abgrenzung des Bodenbegriffs und I 2, 7, 8.
- Abhängigkeit der Wasser vom II 213f.
- Ab- und Adsorptionserscheinungen an II 219, 224; VIII 207, 222.
- Abwitterungszeitdauer verschiedener II 224.
- als aklimatisches Agens I 27.
- als Ausgangsmaterial zur Bodenbildung I 111 bis 145; IV 51—123.
- Altersbestimmung der I 11; vgl. V 193.
- Altern der I 252; vgl. IV 228f.
- Angreifbarkeit durch Flechten II 252f.; VII 337.
- arktische Verwitterung in Abhängigkeit vom III 52, 53.

- Gestein, Bedeutung der Farbe für Verwitterung II 167.
- Beeinflussung der Bodenbildung durch I 27; IV 51—123; V 287.
- Bewegung als Hauptmerkmal des Bodens gegenüber I 24.
- Beziehungen zwischen Boden und I 13; II 148f.; IV 51—123.
- Boden als I 21, 28; IV 225f.
- Bodenbeurteilung und V 193.
- Bodenfarbe und Farbe der III 248; vgl. V 193.
- Bodenreaktion in Abhängigkeit vom VIII 400, 401.
- chemische Verwitterung der II 191—224.
- Definition I 111.
- Eindeckung der Verwitterungsgesteine durch andere IV 234f.
- Einfluß von Salzlösungen auf Löslichkeit der II 212; VIII 195, 259.
- Gelbbildung bei Bodenentstehung vgl. Gele.
- geologisch-wirksame Kräfte für die Aufbereitung der I 230—320.
- Gewinnungsfestigkeit X 183, 184.
- Glazialerosion und I 268f.
- graphische Darstellung der Analysenergebnisse von I 119—125.
- Größe der Abnutzung durch fließendes Wasser I 238, 239.
- Größe der Abnutzung durch schleifende Erosion I 280.
- Grundwasser in seiner Abhängigkeit vom V 80f.
- Humusstoffe in ihrer Wirkung auf II 264f.
- Kleinformen der Verwitterung in Abhängigkeit vom II 280.
- Klima, Bodenbildung und III 1f.
- Löslichkeitsversuche mit kohlenensäurehaltigem Wasser an II 210, 211.
- Löslichkeitsversuche mit Wasser an II 213f.
- Massenbewegungen der I 309—320.
- mineralogische Zusammensetzung der, vgl. mineralogische Zusammensetzung.
- Gestein, Nährstoffaufnahme der Pflanzen aus II 208f., 258—262; VII 37; VIII 494.
- Pflanzen in ihrer Wirkung auf II 186—190, 260—262; VII 336—338; VIII 549.
- pflanzliche Besiedlungsformen der II 254f.; VII 337.
- physikalische Verwitterung der II 162—191.
- Probenahme der V 192, 214; vgl. 217, 218.
- Prüfung auf Verwendbarkeit als Baustoff X 185, 186.
- Radioaktivität der VI 389, 390.
- See-Erzverbreitung und Beschaffenheit der V 181f.
- Terra rossa in Abhängigkeit vom III 194, 195, 199f.
- thermische Ausdehnung I 183—188; II 166.
- Tiere in ihrem Einfluß auf II 189; VII 421, 424, 436.
- Übersicht über Zeitalter, Formationen, Stufen usw. der IV 112—123.
- Wärmeleitfähigkeit verschiedener I 179, 180.
- Wärmeleitung in I 170 bis 183; II 166.
- Wasserkapazität in ihrer Bedeutung für die Frostverwitterung der II 175, 176.
- Wasserzirkulation in löslichen V 89f.
- Wechselbeziehungen zwischen geologischer Entstehung und petrographischer Beschaffenheit der I 11, 12.
- Windwirkung auf I 288 bis 309.
- Gesteinsaufbereitung vgl. Verwitterung, Bodenbildung.
- biologische Faktoren bei der II 158, 247—297; vgl. biologische Verwitterung.
- chemische Faktoren bei der II 191—224; vgl. chemische Verwitterung.
- Denudation und Verwitterung bei der II 149f.
- geologisch wirksame Kräfte bei der I 230—320.
- physikalische Faktoren bei der II 162—191; vgl. physikalische Verwitterung.
- gesteinsbildende Mineralien I 87—111.
- Gesteinslockerung als wesentliches Merkmal der Verwitterung II 150f.; VIII 2, 3.
- Bodenbegriff und I 22f.; VIII 2, 3.
- Dauer der II 180—184.
- durch Ameisen VII 421.
- durch physikalische Verwitterung II 162—191; III 46f. [425.
- durch Termiten VII 424.
- Frostverwitterung im arktischen Gebiet und III 52—54.
- Grad der durch Pflanzen und Tiere hervorgerufenen II 187—190, 257; vgl. VII 337, 338.
- Grundwasser und II 153f.
- Vorgang der II 152f.
- Gesteinszersetzung durch Meerwasser II 159; vgl. Halmyrolyse.
- durch vulkanische Gase der Fumarolen V 250.
- durch Wasserdampf der Geysire V 250.
- im Gegensatz zur Oberflächenverwitterung II 154.
- in ihren Beziehungen zur Geologie und Bodenkunde I 7; II 148f.
- submarine chemische I 246; II 159; vgl. Halmyrolyse.
- Verwitterung und II 153.
- gewachsener Boden, Adhäsionsbestimmung im V 227.
- Bestimmung der Einsickerungsgeschwindigkeit im V 222, 225.
- Bestimmung des Wassergehalts im VI 127, 128.
- Bodenatmungsbestimmung im V 227; VI 311, 312, 315; VII 380.
- Bodendruckfestigkeitsbestimmung im V 227; VI 39; IX 99.
- Bodenplattenverfahren zur mikrobiologischen Untersuchung des VII 255.
- Bodenreaktionsbestimmung im V 202, 203; VIII 352.
- Durchlüftbarkeitsbestimmung I 75; vgl. V 223.
- elektrische Leitfähigkeitsbestimmung im V 227; VI 377, 378.

- gewachsener Boden, Ermittlung der kubischen Schwindung im VI 84.
- graphische Darstellung der Volumverhältnisse im VI 277.
- Hilfsmittel zur Untersuchung des V 221—227; VI 45f., 127—129, 137; X 160.
- Kapillaritätsbestimmung und VI 102—104.
- Kohäsionsbestimmung im V 227.
- Kohlensäureproduktionsbestimmung im V 227; VI 311, 312, 315; VII 380.
- Luftkapazitätsbestimmung im V 222f.; VI 281.
- Porenvolumenbestimmung im V 223; VI 45f., 129, 270, 277, 278.
- Radium-Emanationsbestimmung im VI 393, 394.
- Verdunstungsbestimmung im VI 223, 247f.
- Verfahren zur Bestimmung der Durchlässigkeitsziffer im VI 173—178.
- Volumbestimmungen im V 221f.; VI 45f.
- Wasserkapazitätsbestimmungen im I 75; V 222; VI 46, 128, 129.
- Gewerbe, Boden in seiner Bedeutung für X 196—207.
- Wasserbeschaffenheit in ihrer Bedeutung für X 229.
- Geysir V 58.
- Gesteinsersetzung durch Wasserdampf der V 250.
- Landschaftsbild und V 250.
- Gezeiten als Verwitterungsfaktor I 249f.; V 236.
- Bedeutung für Watten und Ästuarien I 251.
- Einfluß auf Grundwasserschwankungen V 88, 96.
- Einfluß der Erdrotation auf I 252.
- Gips als Anzeichen arider Verwitterungsbedingungen IV 295, 303.
- als Erdfarbe X 206.
- als Flußmittel beim Brennen der Tone X 189.
- als Neubildung im Quadersandstein II 276.
- als Wüstensalz III 479, 481.
- Ammoniakadsorption durch VI 328f.
- Anreicherung in geologischer Vorzeit IV 293, 295, 303.
- Gips, Anteilnahme an der Bodenbildung in verschiedenen Klimagebieten II 194.
- Beziehungen zwischen Grundwasser und V 89f.
- Einwirkung auf Beton X 182.
- Inkrustation der Eisen-schwarten und Verbleiben des II 283f.
- in mineralogischer Hinsicht I 108, 139.
- Kohlensäureadsorption durch VI 323.
- Löslichkeit II 194, 198.
- Methanadsorption durch VI 334.
- Schwefelwasserstoffadsorption durch VI 334.
- spezifisches Gewicht VI 43.
- Stickstoffadsorption durch VI 325.
- Widerstandsfähigkeit gegen physikalische Verwitterung im polaren Gebiet III 52.
- zur Herstellung des Luftmörtels X 191, 192.
- zur Körperbemalung bei Naturvölkern X 69.
- Gipsausblühungen bei Sandsteinen II 276f.
- Gipsdüngung IX 267f., 282, 283.
- Bodenstrukturänderung durch VII 70.
- Erhöhung der Wasserlöslichkeit der Alkaliböden durch VI 164.
- in der Forstwirtschaft IX 449.
- physikalische Bodenbeschaffenheit und IX 282, 283.
- Szikbodenverbesserung durch III 337; VII 78.
- Wirkungsweise IX 282.
- Gipskonkretionen in Rendzinaböden V 415.
- in Steppenbleicherden III 313.
- Gipskruste II 277; III 353, 356, 357, 484, 492, 501.
- Gipspflanzen VIII 50, 70.
- Gipsrendzina V 426.
- Gipsrinde als Imprägnierung des Sandsteins II 277, 284; III 361.
- biologische Verwitterung und II 277.
- in ariden Klimagebieten III 353, 356, 479.
- unter Wüstenschutt V 260.
- gitterförmige Verwitterungsformen II 280.
- Gitterstruktur vgl. Wabenstruktur.
- Alaunausblühungen in Verbindung mit II 276.
- Entstehung II 284.
- Gips und III 361.
- Häufigkeit der II 281.
- Glas als Hilfsbaustoff X 195, 196.
- Einwirkung der Flechten auf II 251, 253.
- Färbemittel des X 196, 198.
- Flußmittel bei der Herstellung des X 196.
- Kohlensäure in ihrer Einwirkung auf II 204.
- Läuterungsmittel bei der Herstellung des X 198.
- linearer Ausdehnungskoeffizient des Jenaer I 185, 186.
- Qualität in Abhängigkeit von Sandbeschaffenheit X 196, 198.
- zur Anfertigung der Schleifpapiere X 199.
- zur Herstellung künstlicher Schmucksteine X 199.
- Zusammensetzung verschiedener X 195, 196.
- Glattwalze IX 161.
- glaziale Böden IV 258f.; vgl. Geschiebemergel, Geschiebelehm.
- als unangebrachte Bodenbezeichnung V 3.
- in der Bodeneinteilung IV 15, 43, 47.
- Glazialerosion I 257—288.
- Arten der I 268—284, 287, 288.
- Begriffsbestimmung I 257.
- Gesamtwirkung der I 284 bis 288.
- Größe der Abtragung durch I 287.
- Großformen der I 285.
- Kleinformen der I 285.
- Klüftung der Gesteine und I 267, 268.
- mineralogische Zusammensetzung der Gesteine und I 266, 267.
- Seenbildung und V 165, 166.
- Glazialrelikte, limnische V 165.
- Gleiböden III 130; IV 142, 143, 176—178; V 47.
- Arten IV 172.
- Profile V 24, 25, 42, 47.

- Gletscher, Bewegungsmechanik I 262—265, 277.
 — Bildung in der Arktis III 31—33.
 — Einfluß der Bewegung auf Eiserosion I 261—264.
 — Erosion durch Schmelzwässer unter I 238.
 — subglaziale Verwitterung unter III 100.
 — Vegetation und Bodenbildung am Rande der VII 339.
 — Wirkung I 268—288; V 237, 238.
 Gletscherbewegung, Bedeutung für Eiserosion I 261 bis 264.
 — Geschwindigkeit der I 261, 262.
 — Mächtigkeit der Gletscher und I 265.
 — Mechanik der I 262—264.
 Gletschereis, Beziehungen zwischen Temperatur und Schmelzen des I 260.
 — Erosion durch I 260.
 — Gesteinsaufbereitung durch I 259—265.
 — physikalische Verhältnisse I 260, 261.
 — Struktur I 260.
 Gletscherrinden III 504, 505.
 Gletschersand, Zusammensetzung III 100.
 Gletscherschlamm, Zusammensetzung III 100.
 Gletscherschliffe als Kleinformen der Glazialerosion I 285; vgl. II 95; III 213; IV 258.
 — Kennzeichnung I 279.
 Gletscherschwankungen I 262.
 Gletschertrübe I 281.
 Glimmer als gesteinsbildendes Mineral I 100, 101.
 — Aufbau II 201, 202.
 — Entfernung bei mineralogischer Bodenuntersuchung VII 40.
 — Humusstoffe in ihrer Einwirkung auf VII 265.
 — Kali in IX 228.
 — Löslichkeit und Verwendung als Kalidüngemittel II 208f., 259; IX 235.
 — mineralogische Unterscheidungsmerkmale von Chloriten VII 44.
 — spezifisches Gewicht VI 43; VII 41.
 — Streßwirkung und Bildung der IV 245.
 — Verwitterung I 55.
 — Zersetzbarkeit II 205f.
- Glimmerschiefer als bodenbildende Gesteine I 144, 145.
 — Böden der IV 66—68; V 276, 422.
 — Entstehung IV 245.
 Globigerinenschlammhypothese NEUMAYRS bezüglich Roterdebildung III 209.
 Glühverlust, Bestimmungsmethoden VII 235, 236.
 — Humusgehalt der Böden und VII 143.
 Gneise als bodenbildende Gesteine I 144.
 — Böden der IV 63—66; V 276, 398, 399, 403, 408, 421; vgl. IV 269.
 — Entstehung IV 245.
 — Größe der erosiven Tätigkeit auf I 238.
 — Lateritprofil auf III 413; IV 283.
 — Löslichkeitsversuche mit II 210; IV 248.
 — physikalische Verwitterung der III 51, 52.
 Goethit als Lateritelement III 395.
 — in chemischer Hinsicht VII 51.
 — in mineralogischer Hinsicht I 104.
 — Schwefelkiesumwandlung in I 110.
 Gold, Boden als Lagerstätte des X 207.
 — im Laterit auf Madagaskar III 399.
 Grabenanstau, Oberflächengestaltung und IX 46.
 — Bodenbewässerung durch IX 45, 46.
 — Grundwasserstand und IX 45, 46.
 Grabentwässerung IX 10, 418.
 — Bewertung IX 10—12.
 — Durchlüftung bei Dränung und IX 12.
 — zur Moorentwässerung IX 418.
 Grabeneinstau IX 45, 46.
 Grabenpflug IX 16.
 Grabenreinigungsmaschine IX 16.
 Grabstock X 66, 94.
 Gramineen vgl. Kulturpflanzen.
 — Aufschlußvermögen gegenüber Leguminosen II 261, 262.
 — Gesteinszertrümmerung durch II 187, 188.
- Gramineen, Grundwasser und Wasserbedarf der III 129.
 — Nährstoffentzug gegenüber anderen Kulturpflanzen VII 371, 372.
 — Saftazidität der VIII 136.
 Granat, Absorptionsvermögen VIII 222.
 — als gesteinsbildendes Mineral I 102, 103.
 — Angreifbarkeit durch Flechten II 253.
 — Umwandlung der Pyroxene in I 97.
 Granit, Abschuppung am II 168 (Abb.).
 — Absorptionsvermögen VIII 207.
 — als bodenbildendes Gestein I 125, 126.
 — Böden des IV 51—53; V 276, 376, 399, 420, 421.
 — Größe des Abfrierens an I 271.
 — Höhe der erosiven Tätigkeit auf I 238.
 — Kulturentwicklung im Gebiete des subtropischen V 438.
 — Löslichkeitsversuche mit II 210.
 — spezifischer Widerstand VI 379.
 — Wassergehalt des Magmas von V 53.
 — Zusammensetzung I 125; IV 51, 55.
 Granitverwitterung I 49, 54, 55; vgl. IV 51—53, 290; V 276, 376, 399, 420, 421.
 — Profil IV 51, 52.
 — unter verschiedenen klimatischen Bedingungen III 459.
 Granulit, Böden des IV 66.
 Grasdeckenstümpfe IV 191, 194.
 Grasmoor, tropisches IV 241 (Abb.).
 Grauerde III 120; vgl. Steppebleicherden.
 — auf Löß III 311; V 360.
 — chemische Beschaffenheit III 312.
 — der Steppen III 296.
 — diluviale IV 267, 302.
 — Eisenkonkretionen in tropischen III 244.
 — Kennzeichnung II 293.
 — Kulturentwicklung im Gebiete der V 436, 446.
 — physikalische Beschaffenheit III 312.
 — Podsolierung des Löß unter Wald zu V 347, 368.

- Grauerde, Profil III 311—314.
 — subhydrische III 369;
 IV 198, 224.
 — tropischer Gebiete III 369.
 — Verbreitung III 311.
 graue Steppenböden vgl.
 Steppenbleicherden.
 Graukalk vgl. dolomitische
 Kalke.
 Grauwacke, Böden der IV 86
 bis 88; V 370, 376, 419.
 — Kaliaufnahme der Pflan-
 zen aus IX 230.
 — mechanische Zertrümme-
 rung durch Pflanzen
 II 187, 188.
 — Übergang der Arkosen in
 I 136.
 — Zusammensetzung IV 87.
 Grauwackenkalk, Böden des
 IV 97.
 Grauwackensandstein, Böden
 des IV 83.
 — Unterschied gegenüber
 Grauwacke IV 86, 87.
 Grauwackenschiefer, Böden
 des IV 90, 91.
 — Verwitterung des IV 108.
 Gravitationswasser im Boden
 V 77.
 Grenzhorizont IV 132, 135.
 — als Kriterium der Aus-
 trocknung II 100.
 — als Zeichen für unterbro-
 chenes Wachstum II 134.
 Grenzkarbonate, permotriadi-
 sche IV 299.
 Griechenland, Bodenkartie-
 rung X 314.
 — Karstaufforstung in
 IX 493.
 — Karstrotterden in IV 269.
 — Verkarstung gewisser Ge-
 biete in IX 485.
 Grobdetritusäfa V 135
 (Abb.).
 Grobdetritusgyttja V 118
 (Abb.), 145 (Abb.).
 Grönland, Gneisverwitterung
 auf III 52, 53.
 — Klima II 52.
 — Kryokonit auf III 77—79.
 — Salzausbühlungen und
 Salzseen auf III 67.
 Großbritannien, Bodenkartie-
 rung X 314—319.
 Großschirmschlag IX 426.
 Großtiere vgl. Herdentiere,
 Huftiere.
 — Einwirkung auf Waldbe-
 stand III 294; V 286, 287.
 — Humusbildung und
 VII 136.
 — Lockerung der Verkit-
 tungsrinden durch V 261.
 Großwerte des Klimas III 4.
 — Beeinflussung durch Ver-
 dunstung VI 221.
 Grubber vgl. Krümmer.
 — Bodenstruktur und
 IX 195.
 — Verdunstung durch Ar-
 beit mit IX 195.
 — Verwendung in der Forst-
 wirtschaft IX 442, 445,
 463.
 Grundbau X 164—183.
 — Bodenuntersuchung im
 X 176—183.
 — Definition X 164.
 Grundluft vgl. Bodenluft.
 — Entlüftungsdrainagen
 der VI 180.
 — Spannung der VI 178f.
 Grundmoräne als Kenn-
 zeichen des Massentrans-
 portes I 287.
 — Geschiebemergel als Bö-
 den der IV 109.
 — Gletscherschleife und
 I 279.
 — Gletschertrübe und I 281.
 Grundschuttböden IV 15;
 V 1.
 — Beschreibung einzelner
 V 276, 277.
 Grundsteuerreinertrag vgl.
 X 1—64.
 — Beispiel einer Einschät-
 zung VIII 41, 42.
 — Bodenbewertungsmerk-
 male zur V 271f.
 — Bodenkartierung und
 V 271f.
 — Bodenklassifikation und
 VIII 31, 32, 39f.
 — der Holzungen V 273.
 — Durchführung der Schät-
 zung VIII 39, 40.
 — Schätzungsrahmen zur
 VIII 43, 44.
 — Taxrahmen der VIII 44
 bis 46.
 Gründung, Alter und Zer-
 setzung der IX 297, 298.
 — Anbaukulturen der Na-
 turvölker und X 93.
 — auf Heideböden IX 79, 80.
 — Bewurzelung der Holz-
 arten und IX 452.
 — Bodenarten und Zer-
 setzung der IX 297.
 — forstwirtschaftliche An-
 wendung der IX 444, 445,
 452, 453.
 — Geschichtliches I 34, 37.
 — Kohlensäureproduktion
 als Maßstab der Zer-
 setzung der VIII 611, 612;
 IX 297.
 Gründung, Mikroorganismen
 und VII 263; IX 295
 bis 298, 387f.
 — physiologische Reaktion
 VIII 409.
 — Steppenböden und III 309.
 — Stickstoffhaushalt und
 VIII 434.
 — Teichbodendüngung mit
 IX 329.
 — Unterbringung der
 IX 123, 144.
 — Wirkung des Wiesen-
 bodens bei Teichanlage
 als IX 301.
 — zur Herabsetzung der
 Windschäden I 297.
 — zur Zermürbung des Ort-
 steins IX 467.
 Grundwasser V 77, 80f.;
 VI 142—178.
 — allochthones III 444, 486.
 — als Beobachtungsmoment
 zur Bodenbeurteilung
 V 198.
 — als Ursache zu großen
 Wasservorrats im Boden
 IX 4.
 — Arten VI 142—144; vgl.
 V 76f.
 — Ausnutzung der Nähr-
 stoffe und IX 225.
 — Auswaschung der Nähr-
 stoffe im humiden Gebiet
 und VII 357; VIII 422.
 — autochthones III 444.
 — Baugrund und Wirkung
 des X 172f.
 — Bedeutung für Wasser-
 versorgung des Waldes
 IX 418, 419.
 — Beton und Schwefelsäure-
 gehalt des X 183.
 — Beziehungen zum Fluß-
 wasser V 87.
 — Beziehungen zwischen
 Pflanzenerträgen, Nieder-
 schlägen und IX 9.
 — Beziehungen zur Verwit-
 terung II 153, 154; V 80,
 81.
 — Bildung unter Frostboden
 I 74.
 — Bodenarten, Pflanzen-
 erträge und IX 9.
 — Bodenbonitierung und
 X 36, 37.
 — Bodenkapillaren und
 IX 102.
 — Bodenluftströmungen und
 VI 203.
 — Bodentypen und V 298,
 299; VII 362.
 — Bodenerwärmung und
 Senkung des IX 523.

- Grundwasser, Definition VI 142.
- Eindringtiefe V 84.
- Einfluß auf Podsolböden III 129.
- Erschwerung der Verdunstung durch trockenen Boden V 74.
- Fließgesetz des VI 147 bis 161.
- Gaslöslichkeit in Wirkung auf VI 144—147, 191.
- Gefornis und III 41—43.
- Grabenanstau und IX 45, 46.
- Heuertrag und IX 8, 9.
- Humifizierung und VII 362.
- im Flugsand IX 470, 471.
- in Wüstengebieten III 444, 451.
- Knickbildung und IV 173.
- Lateritbildung und III 432.
- Luftdruckschwankungen in ihrer Wirkung auf VI 144—147.
- Moorbildung und Nährstoffgehalt der IV 130f.
- Nährstoffversorgung der Waldvegetation und IX 372, 376, 381, 382.
- Nitrit im VIII 630.
- Oberflächenpodsolierung der Prärieboden und III 292, 293.
- Pflanzen als Indikator für VIII 76, 77.
- Pflanzenwachstum und V 298, 299; IX 7.
- Rolle des Wasserdampfes bei der Bildung des V 74.
- Salzpflanzen und III 484f.
- Sauerstoffgehalt IX 382.
- Schädigung des Waldes durch Senkung des IX 419.
- schwache Lösungsfähigkeit des II 154.
- Schwarzerdeböden und III 287.
- Schwefelwasserstoffbildung im stagnierenden V 285.
- Schubwiderstand der Böden X 144.
- Senkung im Moorboden als Meliorationsmaßnahme IX 8, 9.
- Stand an der Grenze von Wald und Steppe IX 384.
- Überschwemmung in ihrem Einfluß auf Beschaffenheit des X 241, 242.
- uferfiltriertes X 240f.
- Grundwasser, Verdunstung aus dem Boden und VI 239, 240.
- Waldbestand in seinem Einfluß auf V 296, 297; IX 384, 385.
- Weiden in Abhängigkeit vom VIII 11.
- Wiesenböden und III 290f.
- Wiesen in Abhängigkeit vom VIII 11.
- Wurzeltiefgang und IX 4.
- Zonen des V 85.
- zur Trinkwasserversorgung X 239f.
- Grundwasserböden III 129, 134; IV 142.
- charakteristische Absätze in V 300.
- Klebeplattenprofil III 180.
- Profil V 29, 47.
- Relief in seiner Auswirkung auf V 284.
- Veränderung der Bodenazidität mit Bodentiefe in III 294.
- Grundwassererzeugung, künstliche X 242—244.
- Grundwasseroberfläche, Kennzeichnung VI 142.
- Grundwasserspiegel V 80, 82, 85, 87; VI 142.
- Arten des V 88.
- Bedeutung bei der Aufstellung des Bodenbegriffs I 24; vgl. II 154, 155.
- Bodenbeurteilung und V 198.
- Bodenrutschung als Folge der Senkung des X 144.
- Kennzeichnung VI 142.
- Schwefelsäurebildung bei Schwankungen des V 285.
- Sickerwassermengen und VI 198.
- Zunahme des Luftgehalts mit steigender Höhe über VI 97.
- grundwasserverbundenes Sickerwasser VI 178, 180 bis 184.
- Grundwasserzone VI 142.
- Grünland, Begriffskennzeichnung VIII 11.
- Bodentypen und V 299.
- Einteilung VIII 12.
- Ertragssteigerung durch Beregnung auf IX 57.
- Kalkwirkung auf IX 76.
- Niedermoores in ihrer Geeignetheit als X 96.
- Pflegemaßnahmen des Moorbodens IX 77.
- Grünland, Umbruchtiefe des Moorbodens zur Herstellung von IX 63.
- Waldbodenveränderung unter III 128, 129.
- Wasserbedarf in den einzelnen Monaten IX 58.
- Wirkung auf Mooren IX 70.
- Grünlandmoore VIII 25.
- in den Tropen IV 185.
- Grünstein vgl. Diabas.
- Bildung als Tiefenverwitterungserscheinung II 155.
- Böden des V 276.
- in mineralogischer Hinsicht I 102, 129.
- Grus vgl. II 171.
- als Bodenfraktionsbezeichnung VI 1, 3.
- Bildung in der Wüste III 445, 446.
- Kennzeichnung II 165; III 463; VII 3.
- Guano, Anbaukulturen der Naturvölker und X 92, 93.
- Fäkal- IX 222.
- Fleisch- IX 259.
- Peru- IX 260.
- Phosphoritisierung von Korallenriffen unter Einfluß von I 256.
- Teichdüngung mit IX 327.
- Gumbotil IV 266, 267.
- Gurdynamit X 197.
- Gußasphalt X 195.
- Gutskartierungen X 267, 281, 289f., 295, 296, 301f.; vgl. V 287.
- Beurteilungsmomente bei der X 301.
- Bodenreaktion als Grundlage der X 300.
- in Polen X 339.
- in Rußland X 378f.
- Gyttja IV 116 (Abb.), 145; IX 305.
- als Baugrund X 136.
- Damm- vgl. Teichschlamm.
- Dammschüttungen auf X 156.
- Dy- V 115, 178, 179; IX 327.
- Kennzeichnung V 116f.
- Ölgewinnung aus X 134.
- Sauerstoffadsorption in V 129.
- Verbreitung V 177f.
- Gyttjaboden als Unterwasserbodentyp V 106.
- Aufbau der V 116, 119.
- Schwefel in II 272.

- Hackkultur** IX 201f.
 — Anbaukulturen der Naturvölker und X 66, 94.
 — auf Steppenböden III 310.
 — Bodenatmung und IX 203.
 — Bodenarten und IX 205, 206.
 — Bodentemperatur und IX 203, 204.
 — Erhöhung der Sickerwassermengen durch IX 203.
 — Gasaustausch im Boden und IX 203.
 — Geschichtliches I 44.
 — Kalkung schwerer Böden und IX 205.
 — Klima und IX 204.
 — Verdunstung und VI 233; IX 201.
 — Wärmeleitfähigkeit und IX 203, 204.
 — Wasserführung des Bodens und IX 202f.
Hackwaldbetrieb IX 438.
Haftwasser VI 119—142.
 — Arten des VI 120.
 — Bodenlockerung in ihrem Einfluß auf VI 141, 142.
 — Definition VI 119.
 — Frage nach der Bewegungsform des VI 126.
 — im Boden V 77, 79; VI 119f.
 — in Gesteinen V 66, 67.
 — Wasserkapazität und VI 131.
Hagerböden IX 423.
Hagerhumus IX 423.
Hakenwurmkrankheiten in ihrer Beziehung zum Boden X 214f.
Halloysit als bodenbildendes Mineral I 95.
 — als Gelgemenge VII 16; VIII 209.
 — im Laterit III 398.
Halmyrolyse V 95, 101.
 — Begriffsbestimmung I 246; II 159; V 135.
 — Unterschied zur Verwitterung II 159.
halmyrolytische Diagnose V 66.
halogene Bodentypen III 23 bis 25.
haloide Böden VIII 60.
Halophyten vgl. Salzpflanzen.
Hamada I 299; II 168; III 460, 462f.; V 260 (Abb.).
 — Insolation und II 168.
 — Kulturentwicklung und V 443.
- Hamada, Landschaftsbild** und V 260, 261.
 — Salzlehm unter III 456.
 — Staubböden unter III 467; V 260, 261, 443.
 — Verwitterung unter III 453, 455, 458.
Hämatit vgl. Eisenglanz.
 — als Lateritelement III 396.
 — in der Kunst der Naturvölker X 90.
 — in mineralogischer Hinsicht I 104.
 — Umwandlung des Pyrits in I 110.
Hangneigung vgl. Inklination.
 — Bedeutung für arktische Verwitterung III 45.
 — Beziehungen zur Schwarzerdebildung auf LÖB V 352, 353.
 — Bodenabspülung und V 377.
 — Bodennutzung und V 367.
 — Strahlung und II 60, 61; III 45.
Hangwasser VI 124.
Hannaböden III 352.
Harada-Apparat VI 27.
Hardpan III 314, 357.
 — im Regur III 345.
 — Wurzelformen der Bäume und VIII 77.
HARDYSche Regel I 211; VII 66.
Harn, Abbau der Stickstoffverbindungen im IX 210.
 — Bestandteile IX 210f.
 — Jodgehalt X 226.
 — Zusammensetzung IX 211.
Harnsäure IX 210, 213.
 — Humusbegleitstoffe aus der Gruppe der VII 160.
 — Menge der durch Tiere und Mensch abgeschiedenen I 169.
 — mikrobieller Abbau der II 246; VII 272.
 — Vergärung II 246; VII 272.
Harnstoff IX 253.
 — als Endprodukt der Harnsäurezersetzung VII 272.
 — als künstlicher Stickstoffdünger IX 253.
 — Bodenreaktion und Zersetzung des VIII 392.
 — Bodenstruktur und VII 80.
 — Derivate als Humusbegleitstoffe VII 160.
 — im Harn IX 210, 213.
 — in der Jauche IX 218.
- Harnstoff, Menge des durch Tier und Mensch abgeschiedenen** I 169.
 — mikrobieller Abbau des VII 271, 272.
 — Mikroorganismenzahl und IX 298.
 — physiologische Reaktion VIII 406.
 — Umsetzung in Ammonkarbonat IX 211, 213.
 — Umwandlung des Cyanamids im IX 256, 258.
 — Vergärung II 246; VII 271, 272.
 — Verwendung in der Forstwirtschaft IX 455.
 — Zersetzung der Kondensationsprodukte des, vgl. VII 272.
 — Zersetzung durch Kotbakterien IX 211.
 — Zusammensetzung des künstlichen IX 246.
Härte des Eises I 261.
 — der Mineralien und ihre Angreifbarkeit durch Eis I 266, 267.
 — des Wassers X 228—230.
Hartsalz IX 231, 232.
Harze als bodenbildende Pflanzenbestandteile I 152; VII 117.
 — als Bodenüberzüge und Schwerbenetzbarkeit der Böden I 225; VI 94, 240, 320.
 — als Ursache der Bodenmüdigkeit IX 375.
 — Erniedrigung der Kapillaritätskonstante des Bodenwassers durch VI 119.
 — fossiler Charakter der im Moor befindlichen IV 160.
 — Humusbildung aus VII 130.
 — im Ligninhumus VIII 426.
 — Nitrifikation und VIII 429.
 — zur Erzielung der Feuerfestigkeit von Töpfereiprodukten bei den Naturvölkern X 87.
HASENBÄUMER-Methode VIII 332.
Häutchenwasser als Haftwasser VI 120.
 — Aufsaugen durch Porenwinkelwasser des VI 122, 126.
 — Definition VI 121.
Hefen, Anzahl im Boden VII 256.
 — Frage nach der Stickstoffbindung der VII 307.

- Hefen, zurücktretende Aktivität im Boden der VII 244.
- Heide als Folge der Ortsteinbildung IX 466.
- Aufforstung der Gebiete der IX 461—465.
- Besen- IX 78.
- Binnendünen im Gebiete der IX 473.
- Degeneration der Roterde zu Braunerde unter IX 489, 490.
- Dopp- IX 78.
- Entstehung IX 461.
- Entwaldung als Ursache der Bildung der VII 363.
- Erschließung der Gebiete der IX 78f.
- Karst- IX 487.
- Ortsteinbildungen in IX 428.
- Podsolierung unter III 145; V 306.
- Schädigung des Baumwuchses durch VII 363.
- Urbarmachung der Gebiete der IX 59—81.
- zur Kiefernverjüngung IX 465.
- Heideboden I 71, 76, 81; IV 70.
- als erkrankte Böden IX 401.
- als Hauptbodentypus der altdiluvialen Landschaft V 335, 343.
- als Podsolboden III 121; V 306.
- Auswaschung durch Niederschläge IX 78.
- Baumarten auf IX 81.
- Beurteilung des Fruchtbarkeitszustandes nach dem natürlichen Pflanzenbestand VIII 87, 88.
- Beziehungen zur Vegetation III 142, 143; VII 363.
- Bleicherdebildung bei IX 78.
- Bodenbearbeitung als Vorbereitung zur Aufforstung IX 462, 463.
- Bodenbearbeitungsmaßnahmen bei IX 65, 79, 425.
- Bodenreaktion VIII 401.
- Bodentemperatur im Profil des VI 214.
- Düngungsmaßnahmen auf IX 79f.
- Entbasung als Bildungsursache des IX 402.
- Entwaldung als Bildungsursache des V 345; vgl. VII 363.
- fehlende Krümelstruktur auf IX 127.
- Heideboden, Fehlen der Regenwürmer im VII 392; IX 393.
- Gründung auf IX 79, 80.
- Humussandstein und IX 78, 79.
- Konkretionen im IX 466.
- Kulturentwicklung im Gebiete des V 435.
- Landschaftsbild im Gebiete der V 255.
- Leitpflanzen des VIII 87.
- Müll zur Urbarmachung des X 253.
- Nährstoffarmut des V 344.
- N S-Quotient und III 10.
- Ortsteinumbruch im IX 79.
- Ortstein und IX 78, 79, 428, 462.
- Phosphorsäureabsorption durch VIII 262.
- Plaggenwirtschaft und V 182—184.
- Profil V 306.
- Schwefelsäure als Urheber der Azidität des II 272.
- Wertbemessung IX 464.
- Heidehumus, Aschengehalt IV 137.
- Kennzeichnung IV 130, 131.
- Heidekrankheit IX 388.
- Heidelehm IV 72.
- Heidemoor VIII 25.
- Heidetorf IV 130, 135, 138, 156; VIII 25.
- Heißmist IX 214.
- Helopel V 115; vgl. Dy.
- hemipelagische Ablagerungen I 252.
- Hemizellulose, Agar-Agar als VII 320.
- als bodenbildender Pflanzenbestandteil I 152, 156, 157; II 225; vgl. VII 124, 125.
- Humusbildung und VII 138.
- Mikroorganismenzersetzung der VII 320.
- Zersetzung der VII 125, 126.
- Herdentiere vgl. Großtiere, Huftiere.
- Einwirkung auf Boden VII 435—437.
- Gesteinszerstörung durch II 189.
- Hessen, Analysen der Basalte von IV 63, 290.
- Bodenkartierung V 396, 401; X 300.
- Erubasböden in V 379.
- Hessen, Lößgebiete im linksrheinischen V 390.
- Podsolprofil aus V 363.
- Schwarzerdeprofil aus V 363, 390.
- heterotrophe Lebensweise der Mikroorganismen VII 246.
- der Nitrat- und Nitritbildner VII 278.
- der wasserstoffoxydierenden Bakterien VII 327.
- gewisser Algen VII 334.
- Unentbehrlichkeit der Kohlensäure bei VIII 609.
- Heuanalyse zur Bestimmung des Bodennährstoffgehaltes VIII 483f.
- Heuerträge, Grundwasser und IX 8, 9.
- zur Weidenbonitierung X 9, 24.
- zur Wiesenbonitierung X 7, 23, 55.
- Hilfsbaustoffe X 195, 196.
- Hippursäure im Harn IX 210, 213.
- Menge der durch den Mensch abgeschiedenen I 169.
- mikrobielle Zersetzung der VII 273.
- Hochgebirge, Bodenbildung und Vegetationsentwicklung auf Kalk im VII 377 (Abb.).
- Bodenentwicklung im III 113.
- Brauchbarkeit des LANGSchen Regenfaktors im III 98.
- Faktoren der physikalischen Verwitterung im II 163; III 99f.
- Gelblehm im III 188f.
- Klima im III 96—98; vgl. II 12f.
- Vegetationsentwicklung und Bodenreaktion im III 102.
- Hochgebirgsböden III 96 bis 118; vgl. alpine Böden.
- allgemeine Eigenschaften III 99, 103, [102.
- Bodenreaktion III 101,
- Einfluß der Temperatur auf Bildung der III 99f.
- Kartierung III 113, 114.
- NS-Quotient und III 10, 98.
- Strukturformen in III 95.
- Temperatur in III 97.
- tundraähnliche III 108.
- Hochmoor, Absorptionsefähigkeit VIII 244.
- Ackerfrüchte des IX 77.

- Hochmoor, Analogien zwischen der Flora in verschiedenen Klimagebieten IV 209, 210, 213, 215.
- äolische Beimengungen und I 307.
- Aufforstung des IX 81, 477—484.
- Bildung des I 77; IV 131f.; VIII 24.
- Bildung im Dünenwald IX 472.
- Brandfruchtbau zur forstlichen Nutzung des IX 483.
- Brenntorfgewinnung und Erschließung des IX 61.
- Entwässerung als Vorbereitung zur Aufforstung des IX 482, 483.
- Erschließung des IX 75f.
- Fehlen der Nitrate im VIII 637; IX 251.
- Geeignetheit zum Teichboden IX 302.
- Hygroskopizität IV 127.
- Impfung mit Impferde IX 76, 77, 299.
- Kalkung und mikrobielle Stickstofffestlegung auf IX 280.
- Kultivierung des IX 71f.
- Kulturentwicklung in Polargebieten und V 431.
- Landschaftsbild im Gebiete der V 251.
- Leitpflanzen des VIII 74, 75.
- Mikroorganismengehalt IV 158; VII 259.
- Moorbrennen in seinem Einfluß auf IX 71, 117.
- Nährstoffgehalt V 139; VIII 26, 84.
- Nährstoffzufuhr als notwendige Meliorationsmaßnahme VIII 26.
- Pflanzen als Indikator für Nährstoffgehalt des VIII 97.
- Pflanzenschädigung durch Überkalkung auf IX 280, 411.
- Profil IV 205; V 344; VIII 27.
- Rohphosphatanwendung auf IX 261, 262.
- Schwefelsäure als Urheber der Azidität des II 272.
- Stickstoffgehalt IX 243.
- Torfarten des IV 153f.; X 101—103.
- tropische III 369; IV 187f., 209.
- Vegetation und IV 131f.
- Hochmoor, Vertorfungsvorgang des X 98.
- Zeittafel über die Entstehung des IV 132, 133.
- Hochmoorkultur, deutsche IX 75f.
- Hochmoortorf, Bestimmung des Humifizierungsgrades IV 126.
- chemische Zusammensetzung eines subtropischen IV 218.
- Elementarzusammensetzung IV 134.
- Pflanzennährstoffgehalt IV 139, 153f.
- HOFMEISTERSche Reihe VII 60, 61, 77.
- Höhenlage, Einfluß auf Temperatur II 12, 14, 69, 70.
- Niederschlagsmenge und II 24, 88.
- Regenwürmerverbreitung und VII 292, 293.
- Höhenlöß IV 110.
- Hohldräns IX 27.
- Höhlenflußwasser V 92.
- Höhlengrundwasser V 82.
- Höhlenlehm, Entstehung III 203.
- Fossilität des IV 234, 267, 269.
- Zusammensetzung IV 270.
- Höhlenwasser V 81.
- Höhlenverwitterung vgl. Kleinformen.
- Alaunausblühungen und II 276f.
- Hohlformen, Entstehung II 266f.
- im marinen Gebiet IV 235.
- Hohlraumvolumen vgl. Luftkapazität, Porenvolumen VI 40f., 268f.
- Bedeutung für Bodenbeurteilung VI 40.
- Bestimmung I 83; VI 40, 269, 270, 277, 278.
- Bodenbearbeitung und VI 273.
- Bodenlagerung und VI 28f., 268, 269.
- Bodenstruktur und VI 275.
- Bodentiefe und VI 29, 272.
- Durchlüftung und VI 273.
- Frost und VI 276.
- Korngröße und VI 272, 273.
- Oberfläche des VI 50.
- Salze in ihrer Einwirkung auf VI 277.
- Tiere in ihrem Einfluß auf VI 30, 275, 276; VII 399, 401.
- Hohlraumvolumen, verschiedener Bodenarten VI 29, 270.
- zur Bestimmung der Bodendispersitätsänderungen VII 104.
- Hohlziegeldräns IX 30.
- Holzarten vgl. Waldbäume, Nadelhölzer, Laubbölzer, Waldstreu.
- Ackersterbe der IX 429, 495, 496.
- als Bodenbefestiger VII 348; IX 494, 495.
- als Humusmehrer IX 393f.
- als Humuszehrer IX 393f.
- Aschengehalt der Blätter als Einteilungsprinzip der IX 357, 358.
- Bedeutung des Nährstoffgehalts für Wachstum und Gesundheitszustand der IX 373.
- Bestandesdichte der, vgl. Bestandesdichte.
- Beziehungen zwischen Bodengüte des Moorbodens und IX 478.
- Bodenreaktion und IX 406, 407.
- Bodenstruktur und IX 429.
- der Dünen VII 342; IX 472, 473.
- der jungdiluvialen Landschaft Deutschlands V 309, 310.
- der verkarsteten Gebiete IX 488f.
- Düngewert der Streu verschiedener IX 432.
- „Fruchtwechsel“ der IX 375, 376.
- Gründüngung in ihrem Einfluß auf die Wurzelentwicklung der IX 452.
- Heideaufforstung und Auswahl der IX 81, 464, 465.
- Humusbildung und Streu der VIII 360; IX 390, 404.
- Kahlschlag in seiner Wirkung auf Waldboden und IX 419—426.
- Kalkgehalt der Streu verschiedener IX 432.
- Kalk-Kali-Gesetz und IX 354.
- Kalkölandaufforstung und IX 493, 494.
- Kartierung der Verbreitung in Schweden X 349.
- Kippenaufforstung und IX 496.

- Holzarten, Klima und Verbreitung der IX 352.
- Kohlen säureproduktion im Boden in Abhängigkeit von VI 292f.; IX 370, 390.
 - Ligninzusammensetzung verschiedener I 160; IX 390.
 - Luftgehalt der Böden in Abhängigkeit von IX 385, 386.
 - Mikroorganismengehalt der Waldböden in Abhängigkeit von VII 260.
 - Möllern in seiner Bedeutung für die Stickstoffversorgung der IX 399, 400.
 - Muttergestein in seinem Einfluß auf IX 353
 - Mykorrhiza in ihrer Bedeutung für IX 366—368.
 - Nährstoffbedarf der IX 356—361.
 - Nährstoffentzug durch IX 356—361, 446, 447.
 - pflanzenphysiologische Einwirkungen auf den Boden durch IX 348 bis 417.
 - Phosphorsäuregehalt der Streu verschiedener IX 432.
 - physikalische Bodenbeschaffenheit und IX 352.
 - physiologische Reaktion der Düngemittel und IX 453, 454.
 - Produktion an organischer Substanz durch IX 361.
 - Pufferstoffe der Streu verschiedener IX 404.
 - Rohhumusbekämpfung und IX 398.
 - Standortseinflüsse und Bewurzelung der IX 386 bis 389.
 - Stickstoffbedarf der IX 362.
 - Stickstoffversorgung durch Atmosphäre IX 365.
 - Verdunstungswerte unter verschiedenen VI 251 bis 253.
 - Verhalten zum Kalkgehalt des Bodens IX 355, 356.
 - Waldtypen und IX 411 bis 417.
 - Waldtypus und Wachstumsfreudigkeit der IX 413.
- Holzarten, Wasserverbrauch der IX 382—385.
- Zeitdauer der Erschöpfung an Nährstoffen durch IX 361.
 - zur Aufforstung von Flug sanden IX 374—377.
 - zur Mooraufforstung IX 77, 78, 481, 482.
- Holzdräns IX 28 (Abb.), 29.
- Holzkastendrän IX 28 (Abb.).
- Hornmehl, Abhängigkeit der Umsetzung im Boden von Bodenreaktion VIII 639.
- Prüfung der Wirksamkeit durch mikrobielle Umsetzungsversuche IX 217.
 - Wirkungswert als Düngemittel VIII 530; IX 259.
 - Zusammensetzung IX 259.
- Hornblende als gesteinsbildendes Mineral I 98, 99.
- Angreifbarkeit durch Flechten II 253.
 - mineralogische Unterscheidungsmerkmale von Pyroxenen VII 45.
- Huftiere vgl. Großtiere, Herdentiere.
- Gesteinszerstörung durch II 189.
 - in ihrer Einwirkung auf den Boden VII 435f.
- Huftritte, Bodenaustrocknung durch IX 195.
- bodenverdichtende Wirkung der VII 435; IX 122, 177.
 - Bodenlockerung und Erleichterung der Windverfrachtung der Bodenteile durch II 189; V 261; VII 435.
 - Wirkungsweise entsprechend der Pflugsohle VII 435; IX 177.
- Humalsäure X 128.
- Eigenschaften II 237.
 - Gewinnung durch Kalkbehandlung des Torfes im Autoklaven X 128.
 - im Zersetzungszyklus der Zellulose IX 215.
- Humatanteil des adsorbierenden Bodenkomplexes
- Humine und VII 150.
 - Kennzeichnung VII 21, 178, 179.
- Humate als Permutioide VII 58.
- Austauscherscheinungen der VIII 228.
 - Charakterisierung VIII 227.
- Humate, Bodenreaktion und VIII 326, 329.
- Entbasung der VIII 320.
 - kollide Eigenschaften der VIII 286.
 - starke hydrolytische Spaltung der VIII 253, 254.
- humide Böden IV 36; vgl. IV 124—184; VII 358 bis 365.
- Auswaschung in III 5; VIII 422.
 - Definition V 235.
 - Einteilung V 281.
 - Gesamtstickstoffvorrat in VIII 426.
 - Grenzwerte der *K*- und *B*-Quotienten der IV 254.
 - Humusgehalt III 6; VII 165, 369.
 - Humusstickstoff als Unterscheidungsmerkmal arider Böden und VII 165.
 - im System der klimatischen Bodenbildungen III 17f.
 - Laterit und Podsol als Haupttypen der III 184.
 - Mineralgehalt III 6.
 - Nährstoffarmut III 5; VII 358.
 - Profilanordnung in Abhängigkeit von Stoffwanderung V 12, 13.
 - Roterde als III 215.
 - saurer Charakter des Verwitterungskomplexes in VIII 162.
 - tropischer Regionen IV 184f.
 - Unterscheidung gegenüber ariden Böden III 6; V 235; VII 165.
 - Zusammensetzung III 6, 63; VIII 161.
- humide Gebiete, Humusböden der IV 124—184.
- Krustenbildungen in II 272f.; III 361.
 - Salzausblühungen in II 272f.; V 80.
 - Seeablagerungen der V 97 bis 189.
- humides Klima II 28, 91; III 4; VII 357.
- Auswaschung im III 5; VII 357; VIII 307, 313; IX 120, 121.
 - Bodenbearbeitung im IX 121.
 - Bodenbildung im I 78; III 6; IV 124—184; VII 358—365.
 - Festlandsabtragung im IV 234.

- humides Klima, Hackkultur im IX 204, 205.
- NS-Quotient des III 9.
 - Quotienten *K*, *B*, *ki* und *ba* im IV 254.
 - Typen des II 28, 29.
 - Typisierung der Verwitterungsvorgänge im V 12, 13.
 - Übergang der Mullböden in Rohhumusböden im VII 366.
- Humifizierung vgl. Humuszersetzung.
- arsenige Säure im Einfluß auf VIII 459.
 - Bestimmung der IV 125, 126.
 - Benetzungswärme als Wertmesser für IV 127.
 - Braunfäule als VII 321.
 - Dehydratation als Ursache der VII 115.
 - der Hauptgruppen der Pflanzenkörper VII 126, 127.
 - Fehlen der Nitrifikation bei VII 374.
 - Grundwasser in seinem Einfluß auf VII 362.
 - in Abhängigkeit von Pflanzenart VII 360.
 - in Abhängigkeit von Pufferstoffen VII 360.
 - Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis der organischen Masse und VII 183.
 - Methodik der Untersuchung der VII 124, 125.
 - Verlauf der VII 125f., 137.
 - Volumverminderung der organischen Substanz bei VII 135.
- Humifizierungsgrad, Bestimmungsmethoden IV 125 bis 127; VII 145f.
- Bewertung der Bestimmung des VII 141, 142.
 - landwirtschaftliche Nutzung der Humusböden in Abhängigkeit vom IV 157.
 - Torfböden und IV 125.
 - verschiedener Torfarten IV 137, 138.
 - Volumgewicht und IV 126.
- Humifizierungsradius I 308.
- Humine vgl. Humuskohle.
- Humingerbung VII 130.
- Huminsäuren, Ähnlichkeit mit Lignin VII 191, 192; VIII 229.
- als alkalilöslicher Anteil der Humusstoffe VII 150; VIII 224.
- Huminsäuren als Bindeglied zwischen Zellulose und Braunkohle VII 190.
- als vierbasische Säure VII 171.
 - Beziehungen zu Pektinstoffen VII 181.
 - chemische Zusammensetzung VII 162f.
 - Düngewirkung X 122.
 - Eigenschaften II 235, 236; VII 150, 151, 171; VIII 224.
 - Entstehung bei Zellulosezerersetzung VII 184, 185.
 - Ergebnisse der Oxydation der VII 171, 172.
 - Geschichtliches VII 113, 162.
 - Kaolinbildung und II 294.
 - Nitro- VII 172, 173, 191, 192.
 - Schwefelsäuregehalt II 273.
 - Sodaböden und III 328.
- humose Böden, Begriffsabgrenzung IV 124, 200.
- Humus I 77; vgl. Rohhumus.
- Alpen- vgl. Alpenhumus.
 - als Bodenkonstituent VII 1; VIII 9.
 - als Ersatz für Feinerde auf Sandböden IX 373.
 - als färbender Bestandteil des Badob III 349.
 - als Nährstoffquelle für Nadelhölzer IX 456.
 - als Pflanzennahrung I 54; VII 186; VIII 427f.; IX 456.
 - Ammoniakadsorption durch VI 328f.
 - Anhäufung in den Tropen vgl. tropische Humusbildungen.
 - Bezeichnungsformen VII 119; IX 389.
 - Bodenart in ihrem größeren Einfluß als Holzarten auf Ansammlung des IX 362.
 - Bodengare und VII 69.
 - Bodenfarbe des Regurs und III 342, 343.
 - Bodenreaktion und VIII 317, 402.
 - Eigenschaften I 45.
 - Einteilung nach Klimazonen und IV 46.
 - Flechten- III 108.
 - Gelberde und III 187f.
 - Herabsetzung der Zinkschädigung durch VIII 459.
- Humus, Hohlformenbildung und II 267f.
- Hygroskopizität VI 336f.
 - im Kreislauf der Stoffe VIII 601.
 - Kahlschlag und IX 420f.
 - Kleinformen der Verwitterung und II 272f.
 - Kohle in ihrer Beziehung zum VII 188f.
 - Kohlensäureadsorption durch VI 323, 324.
 - Krümelstruktur und VIII 14.
 - Methanadsorption durch VI 334.
 - Nährstoffversorgung auf armen Sanden durch IX 388.
 - Neutralsalzzersetzung und VIII 235f.
 - Parallelität zwischen Gehalt an Bodenstickstoff und VIII 425; IX 243, 362.
 - Phosphor in seinen Beziehungen zum VII 166, 167; VIII 112.
 - physikalische Bodenverbesserung der Waldböden durch IX 443.
 - Pollenanalyse zur Bestimmung des Alters der II 139—147.
 - Schwarzerdebildung und III 286.
 - Schwefel in seinen Beziehungen zum VII 167, 168.
 - Schwefelsäure im I 57.
 - Schwefelwasserstoffadsorption durch VI 334.
 - See-Erzverbreitung in Abhängigkeit von V 181f.
 - spezifisches Gewicht VI 43.
 - starke Bodenerwärmung in ihrem Einfluß auf Bakterienanzahl im IX 422.
 - Stickstoffadsorption durch VI 325.
 - Stickstoff in seinen Beziehungen zum VII 122, 123, 134, 165, 166, 178, 182—188; VIII 425; IX 245, 363.
 - Stickstoffversorgung des Waldes und Austrocknen des IX 362.
 - Verdichtung zum Ortstein als kolloider Vorgang III 151.
 - Verfrachtung durch Wind I 296, 297.

- Humus, Verhinderung der Wanderung von Dünen durch Anreicherung des VII 342; IX 468, 469.
- Versauerung von Dünenboden bei gleichzeitiger Anreicherung des VII 377, 378.
- Verteilung im Steppenbodenprofil III 308.
- Wald-, vgl. Waldhumus.
- Wärmeausstrahlung VI 209.
- Wasserkapazität und IX 378, 456.
- Wasserlöslichkeit in verschiedenen Bodentypen III 169, 516.
- Zusammensetzung des alpinen III 112.
- Humusaufgabe vgl. Auflagehumus.
- Humusablagerungen auf Sandsteinfelsen II 289.
- Nachweis des Alters durch Pollenanalyse II 189f.
- Humusbegleitstoffe, Arten der VII 117, 160.
- Bestimmung der VII 153, 159.
- Definition VII 117.
- Humusbildner IX 390.
- Holzarten als IX 393f.
- niedere Bodendecke als IX 395.
- Humusbildung I 81; VII 120 bis 139.
- Abhängigkeit von Vegetation VII 358.
- aus Ölen, Fetten und Wachsen VII 130.
- Bodenatmung als Indikator für VII 122, 380.
- chemisches Studium der VII 126f.
- durch abgestorbene Mikroorganismen IX 390.
- Enchytraeiden und Beteiligung bei VII 411.
- Hauptprozesse der VII 136, 137.
- in Wüstengebieten VII 345.
- Kalk, Bodenreaktion und IX 391.
- Klimaeinfluß auf I 78; VII 356.
- Kohlensäurebildung als Indikator für VII 122.
- Laubbölzer und IX 428.
- mikrobielle Mitwirkung bei der VII 131f.
- niedere Bodendecke und IX 395, 397.
- Schema der VII 138.
- Humusbildung, Stallmistdüngung zur IX 215, 216; vgl. VII 182, 183.
- Standort der Holzarten und IX 393f.
- Stickstoffumwandlungen bei VII 122, 123.
- Streu der verschiedenen Holzarten und IX 390.
- Stufen der VII 52.
- Tiere in ihrer Einwirkung auf VII 136, 366, 394f., 411.
- Typen der künstlichen VII 194.
- Unterschied von Sapropelbildung IV 141.
- Verlauf der VII 52, 120f.
- Vorstufen der VII 135 bis 137.
- Waldtypen in ihrem Einfluß auf IX 414.
- Wüstenvegetation und VII 345.
- Zellulosebildung und VII 183—185.
- Humusboden, alpine, vgl. alpine Humusböden.
- als Ortsboden IV 3.
- Ammoniakbildung in sauren VII 270.
- Begriffsbestimmung IV 124, 200.
- Bildung I 45.
- Chemismus IV 127, 128, 134—141, 156—162, 216 bis 220.
- der gemäßigten Breiten IV 124—184.
- der Tropen und Subtropen IV 184—224.
- Einteilung nach Aschengehalt IV 124; X 146.
- freie Humussäure als Einteilungsprinzip der IV 128.
- geringe Absorptionsfähigkeit für Kali VIII 254.
- in der landwirtschaftlichen Bodenklassifikation VIII 20—22.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft der VI 284f.
- Krümelstruktur im IX 127.
- Kulturentwicklung und V 448.
- Leitpflanzen des VIII 75.
- Mikroorganismen-tätigkeit im IV 157f.
- Moorböden als extreme VIII 23.
- Neutralsalzzersetzung im VIII 366; IX 239.
- Nitrifikation im VIII 387.
- Humusboden, physikalische Eigenschaften IV 124 bis 127; VIII 386; IX 127.
- physiologische Trockenis der IX 378.
- Schaumbildung durch ausströmende Bodenluft aus VI 179.
- spezifisches Gewicht VI 43.
- Stickstoffüberdüngung durch starke Kalkung des IX 400.
- Theorie der Adsorptionsverdrängung bei VII 180.
- Theorie der Adsorptionszersetzung bei VII 180.
- Überlagerung durch vulkanisches Material IV 235.
- Ursachen der Schwermetzbarkeit VI 93, 322; IX 380.
- Zersetzungsgrad des Humus und Bodenreaktion des IX 408.
- Zusammensetzung IV 134 bis 141.
- Humusdeuter VIII 50.
- Humusdünger IX 222, 223.
- Gründung als, vgl. Gründung.
- in der Forstwirtschaft IX 451.
- Kompost als, vgl. Kompost.
- Humusgehalt als Grundlage der Bodenkartierung X 376.
- als Fehlerquelle bei der Leitfähigkeitsbestimmung VIII 113, 114.
- arider Böden III 6; VII 165, 369.
- Beeinflussung des spezifischen Gewichts der Mineralböden durch VI 43.
- Bestimmung des VII 143f.
- black adobe III 346.
- Bodenfarbe zur Abschätzung des IV 200; V 196; VI 64.
- Braunerden III 161, 165.
- braune Steppenlehme III 308.
- Einteilung der Humusböden nach IV 124.
- europäischer Humusboden IV 134f.
- Grauerden III 321.
- humider Böden III 6; VII 165, 369.
- Kohlensäureproduktion und VIII 606; vgl. VI 295f.
- Lehm Boden VII 140.

- Humusgehalt, Leitpflanzen für VIII 73—75.
 — Löß VII 140.
 — Marschböden VII 140.
 — Mikroorganismengehalt der Böden und VII 260, 263.
 — Nilschlamm IV 199; VII 140.
 — Parallelität zwischen Stickstoffgehalt und VIII 425.
 — Rendzina III 521.
 — Regur III 342.
 — Roterden III 217.
 — Sandboden VII 140.
 — Steppenschwarzerde III 268.
 — Torfarten VII 140.
 — Tonböden VII 140.
 — tropischer Sumpfböden IV 198.
 — tropischer Waldböden IV 185.
 — Tschernosem III 342, 516; VII 140.
 — Umrechnungsfaktor aus Kohlensäure VII 236.
 — Umrechnungsfaktor aus Kohlenstoffgehalt VII 144, 145.
 — Umrechnungsfaktor aus Stickstoffgehalt VII 145.
 — Urwaldboden IV 201.
 — Vegetation alpiner Böden und III 110.
 Humusgipskarbonatböden V 426.
 Humuskarbonatböden vgl. Rendzina.
 Humuskohle I 141; II 235, 237.
 — als alkaliunlöslicher Teil der Humusstoffe VII 150; VIII 224.
 — als Sammelname für schwerlösliche Humusstoffe VII 171.
 — in der Einteilung SVEN ODÉNS VII 95.
 — Kohlenstoffgehalt VII 144, 150.
 — Unterscheidungsmerkmale zur Steinkohle VIII 226.
 — Zellulosezersetzung und VII 184, 185.
 Humusortstein in den Tropen IV 222.
 — Podsolboden mit III 128.
 Humuspodsol III 107, 125.
 Humuspolsterböden III 108.
 Humusreaktion nach W. SCHÜTZE I 77.
 Humussandstein IX 78.
 Humussäuren VIII 226.
 — als dreibasische Säure VII 169.
 — als Ursache der Bodenazidität VIII 179f., 317, 329.
 — als vierbasische Säure VIII 227.
 — Bedeutung für terrestrische und lakustrische Böden V 116.
 — Bildung aus unzersetztem Trockentorf IX 401.
 — biologische Verwitterung und II 293.
 — chemische Zusammensetzung VII 162f.
 — Eigenschaften II 235; IV 127; VII 150, 151, 162f., 168f.; VIII 224.
 — Einteilung der Humusböden auf Grund freier IV 128.
 — Elementarzusammensetzung VII 191.
 — Entstehung VIII 322.
 — Frage nach der Existenz der VII 115.
 — Gewinnung II 235f.; VII 151, 152.
 — Herstellung VII 96—151.
 — im Dopplerit IV 140.
 — in der Einteilung SVEN ODÉNS VII 95.
 — Kaolinitbildung durch IV 292.
 — Kohlenstoffgehalt VII 151; VIII 224.
 — Krümelstrukturzerstörung durch IX 401.
 — lösende Wirkung auf Gesteine II 264f., 273.
 — lösende Wirkung auf Mineralien II 264f.
 — Neutralsalzzersetzung durch VII 54, 179f.; VIII 236f., 370.
 — Ortsteinbildung und IX 402.
 — Phosphorsäurelöslichkeit und VIII 261.
 — Säurecharakter der VII 172f.; VIII 320.
 — Schädlichkeit freier I 58.
 — Schwerbenetzbarkeit der Böden und VI 93, 322.
 — Stickstoffbindung und VII 304.
 — technische Verwertbarkeit X 128.
 — Verhinderung der Stickstoffbindung in Teichböden durch IX 309, 338.
 — Vermoderung des Torfes und IV 157.
 Humussäuren, Verwitterung und VII 360.
 Humusseen, Armut an Seditmenttypen V 153.
 — Verbreitung V 180, 181.
 Humussole VIII 286—288.
 — Abwesenheit in Schwarzerde III 287.
 — als Schutzkolloid III 155, 156, 223, 224, 434; IV 177; V 185; VII 50, 52, 176, 360, 361; VIII 287f.
 — Bleichung der Böden durch VII 52.
 — in Schwarzwässern I 236.
 — Raseneisensteinbildung und IV 177.
 — Roterdebildung und III 223f.
 — Solverwitterung und II 297.
 — Wanderung gewisser Bodenbestandteile unter dem Einfluß der II 162; IV 177.
 Humusstickstoff als Unterscheidungsmerkmal arider und humider Böden VII 165.
 — geringe Ausnutzung durch Pflanzen VII 186; VIII 427, 428.
 — künstliche Beeinflussung der Umwandlung des VIII 429, 430.
 — Löslichkeitsverhältnisse des VIII 427, 429.
 — Mobilisierung durch Kahlschlag IX 419.
 — Trennung nach Bindungsformen VII 165, 166.
 — Waldtypen und Mobilisierung des VIII 105.
 Humusstoffe VIII 656—662.
 — Absorptionserscheinungen der VIII 199f., 206, 223f.
 — als Charakteristikum der Humusböden IV 124.
 — Anbaukulturen der Naturvölker und X 93, 94.
 — Bedeutung für Bodenbeschaffenheit VIII 600.
 — Beziehungen zur Farbe und Ausbildung der Alkaliböden III 314, 328, 333.
 — Beziehungen zur Torf- und Kohlebildung II 236 bis 239; VII 188f.
 — Bildung der VIII 656 bis 661; vgl. Humusbildung.
 — chemische Zusammensetzung VII 162f.
 — „echte“, vgl. echte Humusstoffe.

- Humusstoffe, Eigenschaften II 235—237; VII 150f., 170, 171, 174f.; VIII 224f.
- Einteilung II 235—237; VII 95, 170, 171; VIII 224, 225.
- Entfernung bei Durchführung der mechanischen Bodenanalyse VI 5, 6, 26.
- Erforschung der I 52, 58, 63, 66; VII 51—54, 113 bis 204; VIII 223—229.
- Festlegung des Kohlenstoffs in Form von VIII 600.
- Frage nach der kolloiden Natur der VII 174f.
- Fulvosäuren als Sammelname für leichtlösliche VII 171.
- Gewinnung der kolloiden VII 95—97.
- Gewinnung von Ausgangsmaterial für chemische Untersuchungen an VII 149—158; vgl. X 128.
- Humuskohle als Sammelname für schwerlösliche VII 171.
- Konservierung der Pollenkörner durch II 140.
- künstliche Darstellung II 237—239; VII 193f.
- lösender Einfluß auf Mineralien II 264f., 290.
- lösende Wirkung auf Gesteine II 264f., 290.
- Mikroorganismen und VIII 656—662.
- Roterdebildung in Abhängigkeit von III 217f.
- Schema der Bildung der VII 171.
- Stickstoffbindung durch Azotobacter und VII 304, 305.
- Synonymitätstabelle VII 170, 171; VIII 224, 225.
- Verwitterung in Abhängigkeit von II 291, 297.
- Zersetzung der VIII 661, 662.
- Zusammensetzung VII 127.
- Humussubstanz vgl. organische Substanz.
- Abbau fertig gebildeter VII 124.
- als Absorptionsverbindungen VII 51.
- Ammoniakbildung bei der Zersetzung der VI 298.
- chemische Zusammensetzung VII 162f., 191.
- Humussubstanz, Bestimmung der kolloiden VII 95 bis 97.
- Einfluß auf Gesteine II 264.
- Einteilung nach SVEN ODÉN VII 95.
- Kaolinentstehung und Mitwirkung der II 291; IV 292.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 295.
- Humustheorie I 46, 47, 51, 52, 55, 56.
- Bodenbonitierung unter dem Einfluß der X 6.
- Humusbegleitstoffe als Stütze der VII 161.
- Humusüberzüge als Ursache der Schwerbenetzbarkeit VI 58, 322.
- in Sandböden IV 70.
- Humuszehrer IX 390.
- Holzarten als IX 393.
- niedere Bodendecke als IX 395.
- Humuszersetzung I 81; vgl. Humifizierungsgrad.
- Ammoniakgehalt als Maßstab für VI 298.
- Bedeutung für Fruchtbarkeit IX 119.
- biologische Verwitterung als Ausfluß der II 263 bis 297; III 60.
- Bodenreaktion des Humusbodens nach Grad der IX 409.
- Brache und IX 119, 291.
- durch Dämpfen des Bodens VIII 120.
- Faktoren der IX 409, 410.
- forstliche Bodenbearbeitung und IX 439.
- Humalsäure als Produkt der IX 215.
- Kahlschlag und IX 422, 423.
- Kalkung und I 50; VIII 429.
- Klima und I 62; III 218, 220.
- Kohlensäurebildung als Maßstab für I 62; VI 291, 296, 297.
- Kohlensäurebildung bei der I 62, 148; VI 291f.
- Mikroorganismen und VIII 661, 662; IX 216.
- saurer Gebirgsböden III 101.
- Stickstoffernährung des Waldes und IX 362.
- Verlauf der VII 124f.
- Waldtypen und IX 414.
- Humuszersetzung durch Brandkultur V 270.
- durch Windwirkung I 297.
- Huppererden IV 270, 271.
- Hurrikane II 19, 39.
- Hutungen VIII 11.
- Bonitierung der X 38.
- Hydratation als Ursache der Bodenverschlechterung VII 76.
- Basenaustausch und VII 62; VIII 250, 291.
- Baseneintausch und VII 62; VIII 249.
- Bodenstruktur und VII 74f.
- der Humuskolloide und Reaktion VIII 286.
- HOFMEISTERSche Reihe und VII 61.
- Ionendurchmesser und VII 61.
- Koagulation und VII 67f.; VIII 291, 382.
- Viskosität als Maß für VIII 383.
- hydratische Verwitterung als bezeichnend für extrem arides Klima III 449, 452f.
- Hydratwasser, Begriffskennzeichnung V 57, 61, 62.
- Einfluß auf Basenaustausch VIII 231.
- Humusgehaltbestimmung und VII 143.
- im Hygroskopizitätswasser VII 84.
- im Tonerdegel VII 50.
- Hydrargillit als Lateritelement III 394, 434.
- in der lateritischen Anreicherungszone III 408, 419.
- in mineralogischer Hinsicht I 104.
- Lateritenstehung und I 93; III 394, 395; IV 243.
- Natur des II 158; VII 50.
- röntgenspektrographische Ermittlung in Allophan-tonen II 158.
- Temperatureinfluß auf IV 244.
- Hydrargillitkonkretionen im Laterit III 244.
- hydraulische Kalke X 192, 193.
- hydraulische Mörtel X 192 bis 194.
- Hydrogele, Aluminium- vgl. Aluminiumhydrogel.
- Begriffsbestimmung I 203.
- Eisen- vgl. Eisenhydrogel.

- Hydrogele, Veränderungen bei Zerteilung bei I 228.
- hydrogene Bodentypen III 23—25.
- Hydrogeologie, Bodenkunde in ihrer Beziehung zur V 100.
- Methoden der V 104f.
- Hydrologie, Alkaliböden in ihrer Beziehung zur III 314f.
- Bodenkartierung und X 263.
- Klimaklassifikation und II 28f.
- Hydrolyse I 202; vgl. Wasser.
- Bedeutung für Verwitterung I 76; II 192, 200f.; III 428; VII 360.
- Silikatverwitterung durch II 161, 200f.; III 428.
- hydrolytische Azidität VIII 363—366; IX 239.
- als besondere Form der Bodenazidität VIII 239.
- Bestimmung nach KAPPEN VIII 416—419.
- Charakteristik VIII 238f.
- Gesetzmäßigkeiten des Ionenaustausches bei VIII 364, 365.
- Kalkbedarfsermittlung durch VIII 416.
- Temperatureinfluß auf VIII 364, 365.
- Hydrosole, Aluminium-, vgl. Aluminiumhydrosol.
- Begriffsbestimmung I 203, 204.
- Eisen- vgl. Eisenhydrosol.
- Hydrosphärenwasser als Lieferant des Lithosphärenwassers V 93.
- als vadoses Wasser V 57.
- Herkunft des V 49f.
- hydrothermale Vorgänge II 156, 157.
- hydrothermales Wasser V 49 bis 61.
- Hydroxyde, Absorption der VIII 242.
- Einfluß auf Flockung VIII 275f.
- Schwellenwert in Quarzsuspensionen einiger VIII 285.
- Silikatzersetzung durch II 161, 203.
- Hygiene, Absorptionskoeffizienten von Gasen in Wasser in ihrer Bedeutung für VI 145.
- in ihren Beziehungen zum Boden I 67; X 207—258.
- Hygiene, Moor in seiner Bedeutung für X 69.
- Schlamm in seiner Bedeutung für X 69.
- Torfmuß und X 122.
- Torfstreu und X 120, 121.
- hygrophile Pflanzen, Anpassung an Lebensbedingungen VIII 75.
- Bodenarten und VIII 57.
- hygroskopische Schichtdicke, Abhängigkeit von der Korngröße VI 73.
- Anzahl der Molekülschichten und VI 74.
- Berechnung der Bodenoberfläche aus Hygroskopizität und VI 54, 56; VII 83.
- der Kalkböden VI 164.
- der Sodaböden VI 164.
- Einfluß auf Kohäsion X 148.
- Faktoren der Veränderung der VI 83.
- Schwinden und Schwellen des Bodens und VI 83.
- Temperatur und VI 191.
- hygroskopisches Wasser, Aufnehmbarkeit durch Pflanzen VIII 542.
- Bedeutung für Vegetation III 232.
- Bestimmungsmethoden VII 236.
- Bewegung des V 74.
- Einfluß auf Kohäsion X 148.
- im Boden V 77; VI 66-89.
- Hygroskopizität I 63; VI 51 bis 59, 335—341; vgl. Benetzungswärme.
- Abhängigkeit von Dampfspannung und Temperatur VI 75, 76, 81, 336, 337.
- Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Verwitterungssilikates VIII 157.
- als Grundlage für den Stickstoffumrechnungsfaktor bei der MITSCHERLICH-Methode VIII 446, 512.
- als Maßstab für die Bodenoberfläche VI 51f., 338f.; VII 83, 84.
- als Unterscheidungsmerkmal tropischer Böden von Roterden III 382, 383.
- Ammoniakadsorption im Vergleich mit VI 332, 341; VIII 203.
- arider Roterden III 231, 257.
- Hygroskopizität, Ausgleich der Wassergabe bei Vegetationsversuchen durch VIII 482.
- Ausnutzbarkeit der Bodenfeuchtigkeit durch Pflanzen und VI 141; VIII 542f.
- Begriff VI.66, 67, 335.
- Berücksichtigung bei der Ermittlung des Düngedürfnisses IX 533.
- Bestimmung VI 52, 53, 55, 70, 338.
- Bewertung in bezug auf die Oberflächenbestimmung VI 53, 56—59, 340; VII 83, 84.
- Beziehungen zur Benetzungswärme VI 51, 70, 338.
- Bodenabsorption und VIII 216.
- Bodenbonitierung und X 31.
- chemische Bodenbeschaffenheit und VI 332, 340; VII 57.
- der Roterden III 231, 383; VI 332; IX 249.
- Dicke der hygroskopisch gebundenen Wasserschicht und VI 54, 56; VII 83.
- Frost in seinem Einfluß auf VI 57.
- Häufigkeit der Entnahmestellen von Bodenproben nach Ausfall der V 204.
- Kolloide und IV 244, 245; VI 340.
- Korngröße und VI 56, 340; VII 57; VIII 203; X 161.
- kubische Schwindung der Böden und VI 86.
- Laterit VI 332.
- Marschböden IV 166.
- Pflanzenwachstum in seinen Beziehungen zu VIII 542—544; X 34, 35.
- Podsolprofil III 153—155.
- reduzierte VI 56.
- relative moistness als Verhältnis von Bodenfeuchtigkeit zu VI 141.
- Regurboden III 345.
- Schwarzerde VI 81.
- spezifisches Gewicht und VI 76—78.
- spezifische Oberfläche und VI 57, 73.
- Steigerung durch Magnesiumchlorid IX 241.
- Temperatureinfluß auf IV 244; VI 336, 337.

- Hygroskopizität, Torfstreu X 103.
 — verschiedener Bodenbestandteile VI 336, 337.
 — verschiedener Bodenfraktionen VII 57.
 — Waldbodenprofil III 153 bis 155.
 — zur Bestimmung des Humifizierungsgrades IV 127.
 — zur Bodenbeurteilung I 54; VI 335.
 — zur Ermittlung der Strangentfernung der Dräns IX 24.
 — zur Charakteristik der Roterden III 241, 242.
 — Zusammenhänge mit Sesquioxidgehalt der Böden III 382, 383; VI 340.
 Hymatomelansäure, chemische Zusammensetzung VII 163, 191.
 — Eigenschaften II 235, 236; VII 172; VIII 224, 226, 227.
 — Gewinnung VII 151.
 — in der Einteilung SVEN ODÉNS VII 95; VIII 224.
 — Kohlenstoffgehalt VII 151, 172; VIII 224.
 hypoklimatische Böden IV 4.
 Hypnumtorf IV 130, 137, 138, 151; VIII 25.
 Igel in seiner Einwirkung auf den Boden VII 428.
 Illuvialhorizont, Ausbildung bei Böden tropischer Regionen III 372, 424.
 — Charakteristik V 7, 36, 45.
 — Ferretto und III 247.
 — Gelberden als III 188.
 — Karstroterde als III 228f.
 — Ortstein als Prototyp des V 46.
 — Roterde als III 219, 228f., 250f.; V 42.
 Illuvium III 367; V 7.
 Impferde, Behandlung der Hochmoorböden zum Leguminosenanbau mit IX 76, 77, 299.
 — Pflanzenertrag durch Impfung mit IX 299.
 Impfung vgl. Bodenimpfung.
 — der Teiche mit Azotobacter IX 333.
 — in der Teichwirtschaft IX 325.
 — mit Impferde auf Hochmoor IX 76, 77, 299.
 — Salpeterbildung auf Hochmoor nach IX 251.
 Indien, Klima II 43f.
 — Laterit in III 421.
 — Regur in III 342, 343.
 — Tonerdehydratmächtigkeit in III 406.
 — tropische Verwitterung in IV 241.
 indirekte Düngung IX 267 bis 283, 447.
 Infiltrationsgrundwasser V 83, 85, 89, 92.
 Infiltrationstheorie V 68f.; VI 199.
 Infiltrationswasser V 59, 60, 62, 67, 76—97.
 — Arten des V 77.
 — Einteilung V 77, 78.
 Inklination vgl. Hangneigung.
 — Abspülung des Bodens und V 377.
 — als Bodenbeobachtungsmoment V 194.
 — Bedeutung für Bodenbonitierung X 31, 50.
 — Bestrahlung und IV 142.
 — Bodentemperatur und V 15f.
 — Einfluß auf Profilausbildung V 13—18.
 — Ortsboden in Abhängigkeit von IV 2, 142.
 — Sickerwassermengen in Abhängigkeit von VI 198.
 — Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 289.
 — Verdunstung und VI 241.
 Inkohlungsvorgang VII 189f.
 Inkrustationen vgl. Krusten.
 — Eisen- vgl. Eisenschwarzen.
 — Kleinformen der Verwitterung und II 277, 280f.
 Inkrustationskalksedimente V 111.
 Inlanddünen, Aufforstung der IX 473.
 — Kahlschlag und Verjüngung auf IX 473.
 innere Reibung der Böden VI 88.
 — Bedeutung für Bodenrutschungen X 147f.
 innere Wachstumsfaktoren IX 497.
 Insekten als Überträger von Fieberkrankheiten X 217 bis 220.
 — Boden als Schutzmittel bei Naturvölkern gegen X 67f.
 — Bodenreaktion und VII 366.
 — Einwirkung auf Boden VII 416—418.
 — Humusbildung und VII 136, 366.
 Insekten, Symbiose zwischen Mikroorganismen und holzfressenden VII 320.
 Insolation in alpinen Gebieten III 189.
 — in Polargebieten II 177.
 — in Wüstengebieten III 445.
 — physikalische Verwitterung durch II 163f.
 — Temperatur verschiedener Klimagebiete und IV 242.
 — Wirkung II 167f.
 Interferenzfarben VII 29f.
 — Farbenfolge der VII 30, 31.
 — Farbvergleicher für VII 30.
 interglaziale Lehme, Horizontale Böden III 14, 15.
 — Profil IV 230.
 Interglazialzeiten I 118, 125; vgl. Eiszeit.
 — Entstehung der Dauböden in V 339.
 — Ferretto als Bildung der II 126; III 199.
 intermittierende Bodenfiltration X 249, 250.
 Interpluvialzeiten II 113, 118.
 intrazonale Böden III 14, 15.
 Involutionenformen bei Bakteroiden VII 289.
 Ionen als Träger des elektrischen Leitvermögens I 193.
 — Austauschfähigkeit und Hafffestigkeit der VII 60f.
 — Elektrolyte als I 191.
 — Fällungswert der I 211.
 — Hofmeistersche Reihe und VII 60f.
 — Hydratation und Durchmesser der VII 61.
 Ionenabdissoziation I 215.
 Ionenadsorption I 215.
 Ionenaustausch, Aufbau der Ionenschwärme durch Untersuchung des VIII 241, 242.
 — Austauschazidität VIII 367.
 — Entbasung und Bodenversauerung als VIII 321.
 — Formel VIII 250.
 — Gesetzmäßigkeiten VIII 364.
 — Temperatureinfluß auf VIII 364.
 — Unabhängigkeit von Verdünnung VIII 230, 231.
 — zeolithischer Silikate VIII 234.
 Ionendiffusion, Basenaustausch als VII 59; VIII 218.

- Ionenhydratation als Erklärung für die verkrustende Wirkung der Na- und K-Ionen VIII 292.
- Basenaustausch und VII 61, 67; VIII 249f., 291.
- Beziehungen zur Bodenstruktur VII 74—79.
- Bodenfeuchtigkeit und VII 77.
- Koagulation und VIII 291.
- Ionenreaktion, analytische Reaktionen als I 194.
- Basenaustausch als VII 59; VIII 217.
- Ionoskop VIII 338.
- Irland, Bodenkartierung X 320—322.
- Butyritfund im Torflager in IV 160.
- Isanomalenkarten II 12.
- Isoliermittel, Asphalt als X 195.
- Kieselgur als X 134.
- Steatit als X 203.
- Torfmull als X 124.
- Isothermen II 11, 82.
- Istrien, Analysen von Rotden aus III 235.
- Italien, Bodenkartierung X 322—324.
- Bodentypen in III 234, 245, 246.
- Klima II 49, 50; vgl. Mediterranklima.
- Terra rossa-Vorkommnisse in Ober- III 229.
- Verkarstung gewisser Gebiete von IX 485.
- Jahreszeiten, adsorbierender Bodenkomplex und VII 178, 179.
- Bodenprotozoen und VII 384.
- Enchytraeiden und VII 411.
- Klimawechsel der III 5.
- Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft und VI 258f.
- Methanbildung im Boden und VI 302.
- Mikroorganismen und VII 262.
- Nematoden und VII 389.
- Regenwürmer und VII 391, 396.
- Sauerstoffdefizit und Kohlensäureüberschuß und VI 291.
- Seebödenbildung und V 132.
- Winde der einzelnen II 85.
- Japan, Bodenkartierung X 387, 388.
- Klima II 45.
- Jauche, Bodenabsorption und I 58, 61; VIII 185, 186.
- Bodenstruktur und VII 80.
- Drillen der IX 218.
- Düngerwirkung der VIII 432; vgl. IX 210.
- Einwirkung auf Boden IX 210—219.
- Harnstoff in IX 218.
- Konservierung IX 218; X 122.
- Kotbakterien in IX 218.
- lösende Wirkung auf Bodenbestandteile IX 218.
- physiologische Reaktion VIII 409.
- Stickstoffverluste der VI 266.
- Tonböden und Anwendung der VIII 311.
- zur Teichdüngung IX 327.
- Jod, Einwirkung auf Pflanzen VIII 457.
- endemischer Kropf und X 224—227.
- Gehalt ostpreußischer Wässer an V 64.
- Gehalt verschiedener Bodentypen an VIII 457; X 226.
- in der atmosphärischen Luft I 149, 150; X 226.
- in Niederschlägen VIII 457.
- Mikroorganismen und VIII 653.
- Nachweis des Zusammenhangs zwischen Erdöl und Thermalsole durch V 64.
- Reichtum des Abwasserschlammes und der Rieselfelder an X 247.
- jodhaltige Gase in der Luft VI 266.
- JODLBAUR-Verfahren VIII 440, 441.
- Jodstärkereaktion zur qualitativen Ermittlung der sauren Bodenreaktion VIII 331.
- Jugoslawien, Bodenkartierung X 324—326.
- Jurakalk, Böden des IV 102 bis 106; V 406f.
- Rendzinaprofil auf V 413, 414.
- Kadavermehl IX 217.
- Kahlschlag IX 419—424.
- als Ursache der Bodenentartung IX 402.
- Kahlschlag, Ammonifikation und IX 422.
- Bodenabschwemmung und IX 419.
- Bodenaustrocknung durch IX 423.
- Humusabbau und IX 399.
- Humusformen und IX 420, 421.
- Humuszersetzung zu Mull und Moder durch IX 422.
- Mikroorganismen und IX 422, 423.
- Mobilisierung des Humusstickstoffs durch IX 419.
- Reisigdeckung auf IX 431.
- Nitratbildung durch IX 413, 422.
- Rohhumusabbau durch IX 399.
- Rohhumusbildung und IX 420, 421.
- Stickstoffverluste des Waldbodens durch IX 363, 421.
- Verjüngung auf Inlanddünen und IX 473.
- Verkarstung durch IX 419.
- Verlust an Alpenmoder durch IX 425.
- Vermeidung auf gewissen Bodenarten IX 424.
- Wasserhaushalt des Bodens und IX 379, 423.
- Kainit, Absorption des Kalis aus VIII 296.
- als Kalidüngemittel II 259; IX 231, 232, 242.
- als Schutz vor Frost IX 242.
- Einfluß auf Wasserdurchlässigkeit IX 226.
- forstwirtschaftliche Anwendung IX 458.
- in mineralogischer Hinsicht I 109.
- Phosphorsäurelöslichkeit nach Düngung mit VIII 271.
- Teichbodendüngung mit IX 320.
- Ursache der verschlammenden Wirkung des VII 76; VIII 277.
- Verkrustung durch VII 76; VIII 309.
- Wärmeleitungsver schlechterung durch VIII 309.
- zur Moordüngung V 303.
- KAISERSche Stückgräben IX 418.
- Kalarböden III 315; vgl. Sodaböden.

- Kali IX 228f.
 — als unentbehrlicher Pflanzennährstoff IX 228.
 — Antagonismus zwischen Eisen und VIII 461.
 — Aufschließungsvermögen der Pflanzen für II 258.
 — Auswaschung bei Umwandlung von Ackerböden in Teichböden IX 300.
 — Auswaschung IX 225.
 — Basen in ihrer Wirkung auf Wasserlöslichkeit des VIII 251, 252.
 — Bedarf verschiedener Holzarten an IX 358.
 — Beeinflussung der Düngewirkung durch Kalk VIII 300.
 — Bestimmung bei der Keimpflanzenmethode VIII 490.
 — Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 171.
 — chemische Bestimmung in der Bauschanalyse VII 227f.
 — Entnahme aus Gesteinen und Mineralien durch Pflanzen II 258—261; IX 230, 231.
 — Entzug durch Holzarten IX 446.
 — Entzug durch verschiedene Pflanzen VIII 529; IX 230, 234.
 — Geschichtliches über Düngung mit I 36, 39.
 — Gipsdüngung in Einfluß auf Löslichkeit des IX 282.
 — Heidebodendüngung mit IX 80, 81.
 — im Kreislauf der Stoffe VIII 601.
 — in der Reihenfolge der absorbierten Basen VIII 189, 222.
 — in Mineralien IX 228.
 — Kalkgehalt in Einfluß auf Löslichkeit des IX 275, 276, 448, 451.
 — Löslichmachung durch Bodenaustrocknung IV 171; IX 117.
 — mikrochemische Bestimmung VII 36.
 — Natrium in Beeinflussung des physiologischen Wirkungswertes des VIII 297.
 — Natrium in seinem Einfluß auf Wirkungsfaktor des VIII 511, 512, 574.
- Kali, Parallelität zwischen abschlämmbaren Teilen und Gehalt der Böden an IX 228.
 — Unentbehrlichkeit für Mikroorganismen VII 264; VIII 653.
 — unvollständiger Austausch durch Kalziumsalze VIII 300.
 — Wirkungsfaktor VIII 507, 510, 511, 572, 574; IX 531.
 — Zeitdauer der Erschöpfung des Bodens durch Holzarten an IX 361.
- Kaliabsorption IX 232f.
 — Anionen in ihrem Einfluß auf VIII 191, 193.
 — Bodentemperatur und VIII 257.
 — chemische Bodenbeschaffenheit und VIII 196, 198.
 — Geschichtliches VIII 186.
 — im Teichschlamm IX 301, 312, 313.
 — Kalkgehalt des Bodens und VIII 244—246.
 — Phosphorsäureabsorption im Einfluß auf VIII 256, 257.
 — Tongehalt des Bodens in seinem Einfluß auf IX 233.
 — Ursachen VIII 198—200.
- Kaliammonsalpeter IX 246, 253.
- Kalidüngerbedarf, Aussehen der Pflanzen zur qualitativen Feststellung des VIII 467
 — Feststellung aus dem Nährstoffverhältnis VIII 474, 475, 479.
 — Grenzwerte bei Heuanalysen VIII 484.
 — HEINRICHSche Methode und Grenzwerte für VIII 471; X 297.
 — Heuanalyse zur Ermittlung des VIII 484.
 — kohlenstoffhaltiger Wasserausgang und Grenzwerte für VIII 132.
 — mikrobiologische Methoden zur Feststellung des VIII 667.
 — NEUBAUER-Methode und Grenzwerte für VIII 492.
 — organische Säuren zur Ermittlung des VIII 134 bis 145.
 — Salpetersäure zur Bestimmung des VIII 147.
 — Zitronensäure zur Bestimmung des VIII 137f., 142.
- Kalidüngemittel IX 228 bis 243.
 — Anwendung als Schutz vor Frost IX 242.
 — Beeinflussung der Wirkung durch Kalk VIII 300.
 — Bodenazidität und Düngung mit IX 241, 242.
 — Einfluß auf chemische Umsetzungen im Boden IX 234.
 — Einwirkung der Anionen auf Boden IX 236f.
 — Entkalkung durch IX 448, 454.
 — Förderung der Leguminosen im Wiesenbestande durch VIII 97.
 — forstwirtschaftliche Anwendung bei gleichzeitiger Kalkung IX 454.
 — Höhe der Gaben an IX 232.
 — Kochsalz als Ersatz für IX 224.
 — Nebensalze in IX 231.
 — Phonolith als II 208, 209, 258, 259; IX 228, 229, 455.
 — Phosphorsäurelöslichkeit und VIII 260, 261.
 — physikalische Bodeneigenschaften und VIII 309.
 — Verbrennungen durch Überdüngung mit IX 454.
 — Verwendung einiger Minerale als II 208f., 258 bis 261.
 — Wasserverdunstung aus dem Boden und VI 233.
 — zur Teichdüngung IX 320.
 — Zusammensetzung der IX 231.
- Kaliendlaugen IX 242, 243.
 — Entkalkung des Bodens und IX 242.
 — Zusammensetzung IX 242.
- Kalifornien, black adobe in III 341.
 — Humusgehalt subtropischer Schwarzerden von III 346.
- Kaligehalt, Alpenhumus III 111.
 — als Gegenstand der Bodenkartierung X 287.
 — Azotobacter VII 303.
 — Dränwasser verschiedener Bodenarten IX 45 (Abb.).
 — Eindeichung der Marschböden und IV 168.
 — Einstreu IX 212.
 — Eschboden IV 183.
 — Fabrikabwässer IX 43, 44.
 — Fäkalien IX 220.

- Kaligehalt, Flottsande IV 182.
 — Harn verschiedener Haustiere IX 211.
 — Holzasche IX 455.
 — Knick IV 173; IX 83.
 — Kompost IX 222.
 — Kot verschiedener Haustiere IX 210.
 — Kuhlerde IV 175; IX 89, 91.
 — Löß V 385.
 — Marschboden IV 170, 171; VIII 28.
 — Meeresdünen IX 468.
 — Meerwasser IX 306.
 — Moore IX 479.
 — Moorwasser IV 159.
 — Phonolith IV 58.
 — Roterde III 254.
 — Schlick IV 170; IX 222.
 — städtische Abwässer IX 42, 44 (Abb.).
 — Stallmist IX 212, 224.
 — Steppenböden III 309.
 — Süßwasserseen V 126, 127.
 — Teichböden IX 313.
 — Torfarten IV 135—140, 149—156, 216—220.
 — Torfstreudünger IX 223.
 — tropische Torfe IV 216 bis 220.
 — Verringerung durch Streunutzung des Bodens IX 434.
 — verschiedener Bodenarten IX 229, 230.
 Kalipflanzen VIII 70.
 Kaliohsalze, Entkalkung des Bodens durch IX 237, 242.
 — Phosphorsäurelöslichkeit nach Düngung mit VIII 260.
 — physiologische Reaktion VIII 407.
 — Zusammensetzung IX 231, 236, 237.
 Kalisalpeter vgl. Kaliumnitrat.
 Kalisalze als Düngemittel IX 228—243.
 — Erhöhung der Umsetzung des Humusstickstoffs durch VIII 430.
 — Flüssigkeitseinschlüsse in V 67.
 — physiologische Reaktion VIII 406, 407, 410.
 — zur Konservierung des Stalldüngers IX 218.
 Kaliumchlorid IX 231—237.
 — als Wüstensalz III 480.
 — Nitratbestimmung im Auszug mit VIII 441.
 Kaliumchlorid, Phosphorsäurelöslichkeit und Düngung mit VIII 261.
 — physiologische Reaktion VIII 407.
 — starker Austausch von Wasserstoffionen VIII 368.
 — Wasserdurchlässigkeit der Böden und VI 192.
 — zur Bestimmung der Austauschazidität VIII 348, 368.
 — Zusammensetzung IX 231, 236, 237.
 Kaliumkarbonat, Entstehung im Boden VII 73, 74.
 — Zerstörung der Krümelstruktur durch VII 73, 74.
 Kaliumnitrat I 109.
 — als Läuterungsmittel bei der Glasfabrikation X 198.
 — Auswaschung des VIII 278.
 — technische Verwendung des im Boden vorkommenden X 197.
 Kaliumsulfat als Düngemittel IX 231—237.
 — als Grunddüngung bei MITSCHERLICH-Methode IX 500.
 — Bodenreaktion und VIII 407; IX 240.
 — Nebensalze des IX 237.
 — physiologische Reaktion VIII 407.
 — Zusammensetzung IX 231, 236, 237.
 Kalk, Alpenmoder und IX 389.
 — als Bodenkonstituent VII 1; VIII 10, 11.
 — als Flußmittel beim Brennen der Tone X 189.
 — als indirektes Düngemittel IX 267f., 447.
 — als Koagulationsmittel VII 65; VIII 272, 284.
 — als marine Sedimentbildung I 256, 257.
 — als Muttergestein der Mediterran-Roterde III 194, 195, 199f., 203f., 220; IV 251.
 — als Pflanzennährstoff I 45, 50; VIII 545.
 — Ammoniakabsorption unter dem Einfluß von IX 248.
 — Anreicherung der Wurm-erde an VII 404.
 — Anteilnahme an der Bodenbildung in verschiedenen Klimagebieten II 194.
 Kalk, Baumwuchs und VIII 64.
 — Bedarf verschiedener Holzarten an IX 358.
 — Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 170, 171.
 — bituminöser I 141.
 — chemische Bestimmung in der Bauschanalyse VII 222 bis 224.
 — Diffusion von Eisenlösungen im III 224.
 — Dränung und IX 23, 34, 36.
 — Endlaugen- vgl. Endlaugenkalk.
 — Entzug durch Holzarten IX 446.
 — hydraulische X 192, 193.
 — in der Reihenfolge der adsorbierten Basen VIII 189, 201, 222, 248.
 — in der schematischen Übersicht der Bodenarten VIII 22.
 — Fehlen des Laterits auf III 383.
 — Kalidüngung und VIII 300.
 — Kaliendlaugen in ihrem Einfluß auf Löslichkeit des IX 242.
 — Klima in seinem Einfluß auf Löslichkeit des IX 449, 450.
 — Kropfätiologie und X 227.
 — Krümelstruktur und VI 31; VII 69f.; VIII 14, 270f., 307.
 — Löslichkeit II 194, 196 bis 198; IX 242, 449, 450.
 — Luxuskonsum der Waldpflanzen mit IX 351.
 — mikrochemische Bestimmung VII 35.
 — Nährstoffbedarfsermittlung und VIII 137.
 — Regenwürmer und VII 404.
 — Saugkraft des Bodens und VIII 281.
 — Sulfatauswaschung und VIII 222.
 — tropische Lehme auf III 384.
 — Unterwasserböden und V 108f.
 — Vergleich mit Magnesia in kolloidchemischer Beziehung VII 71, 76.
 — Verrieselung der Blätter durch erschwerte Aufnahme des IX 351.
 — Verluste durch Auswaschung IX 225.

- Kalk, Verwitterung unter tropischem Klima III 383, 385.
- Wiesenkalkbildung und IV 143—146.
- Wirkung auf Boden und Bodenbestandteile IX 272—282.
- Zeitdauer der Erschöpfung des Bodens durch Holzarten an IX 361.
- zur Glasherstellung X 196.
- Kalkammon IX 246, 253.
- Kalkammonsalpeter VII 80; IX 246, 253.
- Kalkasche IX 268.
- Kalkausblühungen in Schwarzerden III 260.
- Kalkbedarf, Aussehen der Pflanzen zur qualitativen Feststellung des VIII 468.
- Reaktionszahlen und VIII 412.
- Unkrautvegetation zur Ermittlung des VIII 89, 90, 91.
- Kalkbedarfsermittlung VIII 317f., 410f.
- Austauschazidität zur VIII 416—418.
- Bestimmung der hydrolytischen Azidität zur VIII 418, 419.
- CHRISTENSENSCHE Azotobactermethode zur VIII 517, 664.
- durch das Nährstoffverhältnis VIII 476, 477.
- durch Gefrierpunktniedrigung VIII 117.
- elektrometrische Neutralisation zur VIII 413, 414.
- elektrometrische Titration zur VIII 414, 415.
- Grenzwerte bei der HEINRICHSCHE Methode zur VIII 471; X 297.
- Kaliumchloridmethode zur VIII 412.
- Kalkwassermethode zur VIII 412.
- Natriumchloridmethode zur VIII 412.
- Sättigungsgrad der Böden und seine Ermittlung zur VIII 419, 420.
- Kalkboden, Aufforstung trockener IX 393, 394.
- Bodenbearbeitung und Bodentemperatur auf IX 115.
- Bodenbeurteilung und Verdunstung auf IX 137, 138, 201.
- Kalkboden, Bodenlockerung und Verdunstung auf IX 161.
- der Tropen III 383—385.
- Durchlüftung und Kohlendensäureproduktion im VIII 615.
- Geeignetheit als Teichböden IX 305.
- Gipspflanzen und VIII 70.
- Holzarten und physikalische Beschaffenheit des IX 352.
- hygroskopische Schichtdecke VI 164.
- in der landwirtschaftlichen Bodenklassifikation VIII 21.
- kieselstete Pflanzen als Kalzeiger auf VIII 70.
- Luftdurchlässigkeit und Bodenlagerung des IX 164.
- schwarzerdeähnliche Böden durch Humusanreicherung auf IX 392.
- spezifisches Gewicht VI 43.
- tropische III 383—385.
- Zusammensetzung alpiner III 104, 105.
- Zusammensetzung der Bodenluft im VI 300.
- Kalkchlorose VIII 63.
- Kalkdeuter VIII 50.
- Kalkdüngemittel vgl. Kalkung.
- Arten des IX 268—270.
- indirekte Wirkung auf die Pflanzen IX 270—272.
- lösliche Kieselsäure und Wirkung der IX 270.
- zur Beeinflussung biologischer Vorgänge im Boden IX 279f.
- zur forstlichen Düngung IX 447—451.
- Kalkfaktor VIII 476.
- Kennzeichnung IX 271.
- Serpentinpflanzen und VIII 69.
- Teichboden und IX 322.
- Kalkfeindlichkeit der Pflanzen VIII 453.
- als Merkmal zur Bodenbeurteilung V 197.
- Bakterieninfektion der gelben Lupinen und VII 292.
- Kalkflieher VIII 59.
- Arten VIII 62, 63.
- auf kalkhaltigen Böden IX 410.
- Bodenreaktion und IX 354.
- Kalkgehalt, Alpenhumus III 111.
- als Gegenstand der Bodenkartierung X 263, 288, 335.
- als Maßstab der Härte des Wassers X 228.
- Basenaustausch in Abhängigkeit von VIII 244 bis 246.
- Berindung der Waldbäume und IX 350.
- Beziehungen zwischen Pflanzenasche und IX 343.
- Charakalk X 131.
- Denitrifikation und IX 281.
- Dränwasser verschiedener Bodenarten IX 45.
- Einstreu IX 212.
- Eschboden IV 183.
- Flachmoor VIII 26.
- Flottsande IV 182.
- Flugsande IX 474, 475.
- Flußsinkstoffe IV 167, 168.
- Förna VIII 358, 359.
- frischer Stalldünger IX 212.
- Harn verschiedener Haustiere IX 211.
- Hochmoor VIII 26.
- Holzarten in ihrem Verhalten zum IX 355, 356.
- Holzasche IX 455.
- Kalkmudde V 109.
- Knick IV 173; IX 89.
- Kompost IX 222.
- Kot verschiedener Haustiere IX 210.
- Kuhlerde IV 175; IX 89.
- Laubhölzer IX 428.
- Löß V 385.
- Marschboden IV 170, 171; VIII 28, 29.
- Meeresdünen IX 468.
- Moorwasser IV 159.
- Nadelhölzer IX 428.
- Pflanzen als Indikator für VIII 89f.
- Phosphorsäurelöslichkeit in Abhängigkeit vom IX 274, 275.
- Raseneisenstein IV 178.
- relative Löslichkeitsbestimmung und Berücksichtigung des VIII 176f.
- Schlick IV 170; IX 222.
- Seekreide V 109; X 131.
- Seemergel V 109.
- Streu VII 358, 359; IX 432.
- Süßwasserseen V 126; 127.

- Kalkgehalt, Teichböden IX 319.
 — Torfarten IV 135—141, 149—156, 216—220.
 — tropische Torfe IV 216 bis 220.
 — verschiedener Moore IX 479.
 — Verwitterung eingedeich-
 ter Marschböden und
 IV 167f.
 — Waldbäume IX 350.
 — Waldtypen und VIII 104.
 — Wasserdurchlässigkeit der
 Böden in Abhängigkeit
 vom VI 193.
 — zur Bestimmung des Al-
 ters der Marschböden
 IV 169.
 Kalkglimmerschiefer als bo-
 denbildendes Gestein
 I 145.
 — Böden des IV 67, 68.
 Kalkgyttja IV 145.
 Kalk-Kali-Gesetz VIII 252,
 476; IX 264.
 — Basenaustausch und
 IX 235.
 — Definition IX 235.
 — Holzarten und IX 354.
 — Kalkwirkung auf Pflanzen
 und IX 272.
 Kalkkarbonat, alkalische Bo-
 denreaktion und feinver-
 teiltes VIII 324.
 — als Erdfarbe X 206.
 — als Gel IV 145.
 — als Wüstensalz III 480.
 — Ammoniakadsorption
 durch VI 328f.
 — Bedeutung für Tscherno-
 sembildung III 286.
 — Humusmobilisation durch
 VIII 429, 430.
 — Hygroskopizität und
 VI 193, 336, 337.
 — Kalkseeböden und V 108f.
 — Kapillarität der Böden
 und VI 117.
 — Kohlensäureadsorption
 durch VI 323, 324.
 — LEMMERMANN-Methode
 und Berücksichtigung des
 VIII 176f.
 — Löslichkeit II 194, 196
 bis 198.
 — Methanadsorption durch
 VI 334.
 — Phosphorsäureadsorption
 und VIII 260, 261.
 — Schwefelwasserstoff-
 adsorption durch VI 334.
 — Sickerwasserbewegung
 und VI 193.
 Kalkkarbonat, Stickstoffad-
 sorption durch VI 325.
 — Wasserdurchlässigkeit der
 Böden und VI 193;
 VIII 379.
 — Wirkungsweise im Ver-
 gleich zu Ätzkalk
 VIII 310.
 — Zitronensäure-Methode
 und Berücksichtigung des
 VIII 139.
 — zur Szikbodenverbesser-
 ung III 339.
 Kalkkonkretionen im Badob
 III 348.
 — in Löß IV 110, 261.
 — im Regur III 343, 345.
 — in Roterden III 195, 243,
 244.
 — in Steppenbleicherden
 III 313.
 — in Steppenschwarzerden
 III 260, 262, 285.
 — in tropischen Bodentypen
 III 436 (Abb.); IV 278
 (Abb.)
 — in Tschernosemen III 258,
 342.
 Kalkkrusten III 353f., 357
 (Abb.).
 — als Wüstenbildung
 III 484; V 258, 259.
 — Alter der III 360.
 — chemische Zusammen-
 setzung III 358, 359.
 — Klima und III 492, 501.
 — Kulturentwicklung und
 V 439, 440.
 — rote Staubböden auf I 306.
 Kalkmergel V 109; X 192.
 — in mineralogisch-geologi-
 scher Hinsicht I 140.
 — Verwitterung in der ägypti-
 schen Wüste III 457.
 Kalkmudde IV 129; vgl.
 Wiesenkalk.
 — als Prototyp der limni-
 schen Kalksedimente
 V 109.
 — Beschaffenheit IV 144.
 — technische Verwendung
 X 99.
 — Verbreitung IV 145.
 Kalkoolithe I 139.
 — in Seeböden V 112.
 — Kennzeichnung IV 96.
 — Zusammensetzung I 140.
 Kalkpflanzen VIII 50.
 — Bodenbeurteilung und
 I 60; V 197.
 — Bodenlösung in ihrer Be-
 deutung für VIII 59, 60.
 — in Kieselgebieten IX 354.
 — Ursachen der Bodenstetig-
 keit VIII 59.
 Kalkphosphorsäurefaktor
 VIII 476, 477; IX 264.
 Kalkrinden V 44.
 — Hardpan als III 357.
 — Nari als III 357.
 — Verbreitung III 355, 356.
 Kalksalpeter IX 245.
 — physikalische Boden-
 beschaffenheit und Dün-
 gung mit IX 255.
 — Zusammensetzung IX 246.
 Kalksalze, Absorption der
 VIII 239.
 — als Wüstensalze III 481
 bis 483.
 — physiologische Bedeutung
 X 230.
 Kalksandstein als Kunst-
 stein X 190.
 — in mineralogisch-geologi-
 scher Hinsicht I 140.
 Kalkseeböden als Unterwas-
 serbodentyp V 106.
 — Aufbau V 108—113.
 — Verbreitung V 179, 180.
 Kalksinter vgl. Kalktuff
 V 108.
 — bei der Entstehung des
 Wiesenkalks IV 144.
 — in mineralogisch-geologi-
 scher Hinsicht I 139.
 — Quellmoore und IV 145.
 — unterseeische V 112.
 Kalksteine als Kalkdünge-
 mittel IX 268, 269, 449.
 — Böden der IV 95—106;
 vgl. Kalkboden.
 — Bodenbildung und Vege-
 tationsentwicklung im
 Hochgebirge auf VII 377.
 — dolomitischer IX 269,
 351, 449.
 — Erhaltung der Böden auf
 IV 233, 234.
 — Fernwirkung der IX 449.
 — Flußversickerung im
 V 92—95.
 — fossile Roterde bei
 IV 267—285.
 — Größe der Abwitterung
 an I 271.
 — Höhe der Gaben in der
 Forstdüngung IX 450.
 — Kulturentwicklung im Ge-
 biete der subtropischen
 V 438.
 — phylogener I 140.
 — Radioaktivität VI 390.
 — rote Einlagerungen in mit-
 teldevonischen IV 273 bis
 275.
 — spezifischer Widerstand
 VI 379.
 — Verwendung bei der
 Heideaufforstung IX 464.

- Kalksteine, Verwitterung in verschiedenen geologischen Zeitaltern IV 246.
 — zoogene I 140.
 — zur Glasherstellung X 196.
 — Zusammensetzung alpiner III 104, 105.
 kalkstete Pflanzen VIII 61.
 — Abhängigkeit von Bodenklima VIII 57.
 — Bodenreaktion und VIII 67.
 — Unstimmigkeit bezüglich der Standorte VIII 53f.
 — gewisse Holzarten als IX 353.
 Kalkstickstoff IX 245, 255 bis 258.
 — Bodenstruktur und VII 80.
 — chemische Konstitutionsformel IX 255.
 — mikrobielle Umsetzung des VII 273, 274; IX 216.
 — Pflanzenschädigungen durch Umsetzungsprodukte des VIII 465; IX 256.
 — physiologische Reaktion VIII 406, 410.
 — Schlick IX 258.
 — Spirochätenfieber und Düngung mit X 222.
 — Stickstoffverluste bei der Teichdüngung mit IX 324.
 — Umwandlung in sauren Böden VIII 392.
 — Verwendung in der Forstwirtschaft IX 455.
 — Zersetzung im Teichboden IX 334.
 — Zusammensetzung IX 246, 255.
 Kalkspat, Chloritisierung der Hornblende unter Ausscheidung von I 99.
 — Gipsumwandlung in I 108.
 — in mineralogischer Hinsicht I 106.
 Kalktuff vgl. Kalksinter.
 — in mineralogisch-geologischer Hinsicht I 139.
 — Kennzeichnung IV 96.
 Kalkung VIII 243.
 — als Vorbereitungsmaßnahme im Forstgarten IX 445.
 — Aluminiumsalze und VIII 462.
 — Ammoniakbildung und VIII 628, 629; IX 280.
 — auf Heideböden IX 80, 81, 463, 464.
 — ausgemergelte Böden durch einseitige IX 451.
 — Bearbeitbarkeit des Bodens und IX 278.
 Kalkung, Beständigkeit der Bodenkrümel und VIII 307; IX 277, 447.
 — Bodenabsorption und VIII 304, 373.
 — Bodenatmung und IX 370.
 — Bodengare und VII 69f.; IX 276.
 — Bodenlockerung und IX 278, 279, 447.
 — Bodenstruktur und VII 46, 76, 98, 99; VIII 270f., 379; IX 276f., 447.
 — Bodenwärme und I 45, 50; IX 278, 447.
 — Chromverbindungen und VIII 461.
 — Denitrifikation und IX 281.
 — Eisenwanderung und IX 272, 447.
 — der Podsolböden III 129.
 — des Hochmoorbodens und mikrobielle Festlegung des Stickstoffs IX 280.
 — forstliche Anwendung der IX 450.
 — Hackkultur auf schweren Böden und IX 205.
 — Heideaufforstung und IX 463.
 — Herabsetzung der Zinkschädigungen durch VIII 459.
 — Hochmoorkultur und IX 75, 76.
 — Kalidüngung in der Forstwirtschaft bei gleichzeitiger IX 454.
 — Kalilöslichkeit im Teichboden und IX 314.
 — kapillare Steigkraft und VIII 308, 309.
 — Kapillaritätsveränderungen durch VI 95; VIII 308, 309.
 — Kippenaufforstung und IX 496.
 — Knöllchenbakterien und IX 281, 282.
 — Kohlensäureproduktion und VI 297; VIII 619; IX 370.
 — kolloidchemische Wirkung der VII 69f.; VIII 243, 308.
 — Kuhlerdewirkung im Vergleich mit IX 89, 91, 92.
 — Kupfersalze und VIII 462.
 — Löslichkeit des Bodenkalis und VIII 252.
 — Melioration ausgelaugter Alkaliböden durch III 339, 340.
 Kalkung, Mikroorganismengehalt und VII 259, 265; VIII 653.
 — Nitrifikation und VII 362; VIII 387, 388, 639; IX 251, 279, 281, 447.
 — Pflanzen und VIII 64f.
 — Pflanzenschädigung durch zu hohe IX 280, 449.
 — Phosphorsäuremobilisation durch VIII 264; IX 273, 453.
 — Phosphorsäurewirkung bei IX 264, 273, 453.
 — physikalische Bodeneigenschaften und VIII 308, 309, 379; IX 276f., 447.
 — Prüfung durch Vegetationsversuch VIII 545, 546.
 — Rohhumusbekämpfung durch IX 400, 447.
 — Sickerwasserbewegung und VI 193.
 — Stickstoffüberdüngung auf humosen Böden durch zu starke IX 400.
 — Teichbodendüngung mit IX 320, 321, 345, 346.
 — Trockentorfzersetzung und IX 423, 447.
 — ungünstige Wirkung auf Hochmoor durch starke IX 76, 411.
 — Wasserdurchlässigkeit und VI 192, 193; VIII 270f., 308, 309, 379.
 — Wasserkapazität und VIII 309.
 — Zellulosezersetzung und VIII 612.
 — Zersetzung organischer Substanz und I 50; VI 297; vgl. IX 276f.
 — zur Behebung der Müdigkeit der Teichböden IX 317.
 — zur Behebung der Bodenazidität I 50; VIII 243, 373, 410f.; IX 272, 273, 447.
 — zur Entfernung des Ortsteins IX 447, 466.
 Kalkzeiger VIII 50.
 — Arten der VIII 61, 62.
 Kalkzustand des Bodens
 — Baumwuchs als Anhalt für VIII 64.
 — Pflanzen als Indikatoren für VIII 61—67; 91—93.
 Kalomelektrode VIII 343.
 Kältepol der Erde II 12, 109.
 kalter Boden, Kennzeichnung VIII 15.
 Kälteverwitterung II 184, 185; vgl. Frostverwitterung.

- Kältewüste II 163, 167; VII 356.
 Kaltmist IX 214.
 Kalziumbikarbonat, Pufferung durch VIII 327.
 — Übergang von Kalziumkarbonat in VIII 324.
 kalziumbikarbonathaltiges Wasser zur Bestimmung der Phosphorsäure VIII 132.
 Kalziumchlorid als Hauptmerkmal des Sedimentationswassers V 62.
 — in Grubenwässern V 63.
 — Wasserdurchlässigkeit der Böden und VI 192; VII 70.
 Kalziumzyanamid vgl. Kalkstickstoff.
 Kalziumhärte des Wassers X 228.
 Kammerbohrer V 212 (Abb.), 213 (Abb.).
 — zur Entnahme von Moor- und Torfböden V 212, 213.
 — zur Probenahme des Torfbodens zwecks Pollenanalyse II 147.
 Kanada, Bodenkartierung X 407—408.
 Kankarbildungen III 345.
 Kaolin vgl. Kaolinit, Absorption und I 64; VIII 197.
 — als Mineral I 94, 95; II 156.
 — Ammoniakadsorption durch VI 328f.
 — Austauschazidität an IV 244; VIII 234.
 — Beziehungen zwischen Braunkohle und II 294f.
 — Hygroskopizität VI 336, 337.
 — keramische Verwendungsmöglichkeit X 200, 201.
 — Kohlensäureadsorption durch VI 323, 324.
 — Lateritbildung und III 397, 398.
 — Luftadsorption durch VI 317, 318.
 — Methanadsorption durch VI 334.
 — Natur des II 158.
 — saure Reaktion des II 204, 205.
 — Schwefelwasserstoffadsorption durch VI 334.
 — spezifisches Gewicht VI 43.
 — Stickstoffadsorption durch VI 325.
 — Temperatureinfluß auf IV 244.
 — Unterschied gegenüber Ton II 156; VII 55.
 Kaolin zur Körperbemalung bei Naturvölkern X 69.
 — zur Schleifmittelherstellung X 199.
 — Zusammensetzung des Rohtons verglichen mit VII 6f.
 Kaolinbildung I 223.
 — als regionale Verwitterungserscheinung des Tertiärs II 292f.
 — durch hydrothermale Metamorphose II 157.
 — Podsolierung und II 296; III 397, 398.
 — unter Moorbedeckung II 292f.; IV 220, 221, 291, 292.
 — Verwitterung und II 291f.
 Kaolinformel nach FORCHHAMMER VII 6.
 Kaolinisierung II 155, 157, 249, 292, 295.
 — der Feldspate II 293.
 — unter Moorbedeckung II 292.
 Kaolinit vgl. Kaolin.
 — Entstehung II 291f.; IV 291, 292.
 — Natur des II 158.
 — Überdeckung der tertiären und permischen IV 234.
 — Zusammensetzung IV 291.
 Kaolinitisierung, Bleichung als Kennzeichen der IV 292.
 — Kennzeichnung II 295.
 — Überlagerung durch Kohle IV 288.
 — Verbreitung in Deutschland IV 287f.
 kapillare Geschwindigkeit bei horizontaler und Abwärtsbewegung VI 112—114.
 — beim Aufstieg VI 104 bis 112.
 — Bestimmung der Durchlässigkeitsziffer aus VI 162.
 — Korngröße und VI 107, 108.
 — Verminderung durch Salzlösungen VI 116f.
 kapillares Grundwasser VI 178, 184—190.
 kapillares Haftwasser, Arten des VI 120.
 — Definition VI 122.
 — kritische Hanghöhen von VI 123.
 kapillares Sickerwasser VI 184—190.
 kapillare Steighöhe im Boden VI 98—100.
 — Bestimmung VI 101—104.
 kapillare Steighöhe, Bodenfeuchtigkeit und VI 100.
 — in gleichporigen Böden VI 110, 111.
 — in ungleichporigen Böden VI 111, 112.
 — Korngröße und VI 99.
 — Verminderung durch Salzlösungen VI 116f.; VIII 308, 309.
 — zur Bestimmung der Bodendispersitätsänderungen VII 104.
 Kapillarimeter zur Ermittlung der kapillaren Steighöhe VI 101f.
 — zur Verwendung im natürlichen Boden VI 102 bis 104.
 Kapillarität VI 91.
 — allgemeine Gesetze der VI 90f.
 — Beregnung mit Moorwässern und VI 95.
 — Bestimmung im gewachsenen Boden V 225.
 — Durchlässigkeit und VI 172.
 — Kalkung und VI 95.
 — Kennzeichnung VI 90f.
 Kapillarwasser V 77; VI 90 bis 119.
 — als wichtigster Bestandteil des Wasservorrates im Boden IX 378.
 — Arten des VI 95f.
 — Bodenbeschaffenheit und Bewegung des VI 114 bis 119.
 — Definition VI 97.
 — Pflanzen und VI 111, 112.
 KAPPENSche Methode der absoluten Neutralisation VIII 375.
 Karbonataufschluß zur Bestimmung der Silikate VII 206—209.
 Karbonate als chemische Sedimente I 139, 140.
 — als gesteinsbildende Mineralien I 106, 107.
 — Bedeutung für Sättigungsgrad III 307; VIII 245, 246.
 — Berücksichtigung bei der LEMMERMANN-Methode VIII 176, 177.
 — Entfernung bei mechanischer Bodenanalyse VI 5, 26.
 — Grauerdeprofil und Verteilung der III 312.
 — Steppenbodenprofil und Verteilung der III 308.

- Karbonate, Vermehrung der Kohlendäure der Bodenluft durch VI 297.
- Karborundum, Herstellung X 199.
- Verwendungsmöglichkeit X 199.
- Karreeboden V 247; vgl. Polygonboden.
- Karnallit als Kalidüngemittel IX 232.
- in mineralogischer Hinsicht I 108—110.
- Zusammensetzung IX 231, 232, 236, 237.
- Karren als verwitterungskundliches Beobachtungsmoment V 194.
- Ausfüllung mit Roterden III 248, 249; vgl. IX 485 f.
- Bildung im Hochgebirge III 101.
- Brandungs- I 245.
- Entstehung II 272.
- im Buntsandstein II 272.
- Karruböden I 306.
- Karst vgl. verkarstete Gebiete.
- Anbau der Laubhölzer im IX 492.
- Auslaugungsvorgänge im V 91 f.
- Bodenverhältnisse im IX 489, 490.
- Erhaltung der Böden vor Abtragung im IV 233, 234.
- Flußversickerung im V 92, 95.
- Holzarten und Bodenabschwemmung im IX 430.
- Kulturentwicklung im V 439, 447.
- landwirtschaftliche Nutzung der Böden des III 254, 255.
- Meeresschwinden im V 97.
- Schwarzföhre als Pionierpflanze für IX 490, 491.
- Waldarmut des IX 486, 487.
- Wasserarmut im III 232; IX 489.
- Karstflüsse und Niederschläge V 92.
- Karstgerinne V 93.
- Karstheide IX 487, 490.
- Karstlehm III 184.
- Karstroterden IV 251, 267; vgl. Roterden, Mediterranroterden, Terra rossa.
- als Anzeichen eines Pluvialklimas II 127.
- als diluviale Bildung II 194.
- als illuviale Horizonte von Waldböden III 228.
- Karstroterden, Alter III 253.
- Fossilität der II 127.
- Kalk und IV 251.
- Vergleich mit Rendzina III 227 f.
- Karsttrichter vgl. Dolinen.
- Entstehung V 92.
- Zusammenhang zwischen Roterdeverbreitung und III 205; vgl. IX 485.
- Karten (Abbildungen), Bestand und Bodenflora des Forstes Steegen V 293.
- Bodenkarte der Erde III Tafel III.
- Bodenkarte der Gemeinde Pietzkendorf (Kreis Danziger Höhe) X Tafel I.
- Bodenkarte der Wielenbacher Versuchsteiche IX 301.
- Bodenkarte des Gebiets der Freien Stadt Danzig X Tafel IV.
- Bodenkarte Forst Steegen V 294.
- Bodentypenkarte der jungdiluvialen Landschaft Deutschlands V 328, 329.
- Bodentypenkarte der Pfalz und von Baden III 176.
- Bodentypenkarte des mitteldeutschen Berglandes V 380, 381.
- Bodentypenkarte von Nordwest-Niedersachsen V 340, 341.
- Entwässerungskarte der Gemeinde Pietzkendorf X Tafel II.
- Höhenschichtenplan des Grundwasserspiegels bei tiefem und hohem Stand des Rheins bei Düsseldorf V 94.
- Humuskarte der Gemeinde Pietzkendorf X Tafel III.
- Kalkungskarte der Gemeinde Pietzkendorf X Tafel III.
- Karte des NS-Quotienten für Eurasien VII 357.
- Klimabezirke Deutschlands V 334.
- Klimaprovinzen Deutschlands V 334.
- Klimaprovinzen. Januar-Juli-Isotherme im europäisch-asiatischen Flachland II 83.
- Klimate der Erde III Tafel I.
- Klimazonen der Erde II 30, 31.
- Karten (Abbildungen), Kund-
dängerkarte der Gemeinde
Pietzkendorf X Tafel IV.
- landwirtschaftlich genutzte Fläche Deutschlands IX 42.
- limnische Sedimentgebiete von Südschweden V 160.
- mittlere Niederschlags-
höhe in der Pfalz und in
Baden III 175.
- Nutzungs- und Bearbei-
tungskarte der Gemeinde
Pietzkendorf X Tafel II.
- quartäre Ablagerungen
der Ukraine (schematisch)
III 283.
- quartäre Vereisungen
II 110.
- physikalisch-geographi-
sche Hauptkoordinaten
und grundlegende Eigen-
schaften der Böden in der
Ukraine III 284.
- schematische Übersichts-
karte der Bodentypen
Deutschlands V 427.
- Übersichtskarte der Bo-
dengebiete Deutschlands
V 291.
- Übersichtskarte der Bo-
dentypen im Weichsel-
delta V 298.
- Übersichtskarte der frü-
heren Bewaldung (vor
1300) im Weichseldelta
V 297.
- Übersicht über die regio-
nale Limnologie von Süd-
und Mittelschweden V 160.
- unterirdische Wasserläufe
in der Kreide oberhalb Pa-
derborns V 93.
- Vegetationskarte der Erde,
III Tafel II.
- Verbreitung der Gefrornis
in Sibirien II 37.
- Verteilung der Arten der
Federgräser in der Ukra-
ine III 282.
- Kartoffelkrebs VIII 393.
- Kartoffelschorf VIII 393.
- Bodenreaktion und
VIII 393; IX 282.
- Kalkung und IX 282.
- Kastendränung IX 28, 29.
- kastanienbraune Böden
III 294, 296—310; vgl.
Steppenböden.
- Charakteristik III 302 f.
- chemische Beschaffenheit
III 298 f.
- Einordnung in klimati-
sches Bodensystem
III 296, 297.

- kastanienbraune Böden in der Interglazialzeit II 126.
 — Landschaftsbild und V 233.
 — NS-Quotient III 10.
 — physikalische Beschaffenheit III 298f.
 — Salzgehalt und Bodentiefe der III 302.
 — Sättigungsgrad der III 304, 305.
 — Vergleich mit Wüstenböden und Tschernosem III 302.
- Katalase als wasserstoffsuperoxydzeretzendes Enzym VII 254; VIII 670.
 — Gehalt verschiedener Mikroorganismen an VII 254; VIII 670.
- Katalaseprobe vgl. katalytische Kraft.
 — Bewertung VIII 670.
 — zur Feststellung des Mikroorganismengehalts VII 254.
- katalytische Dünger VIII 454.
 katalytische Kraft, Ertragsfähigkeit und VIII 671.
 — Fruchtbarkeitsermittlung und VIII 670, 671.
 — Mikroorganismenzahl und VIII 670.
- Katasterkarten V 272.
- Kationen I 191.
 — Äquivalentadsorption und I 226.
 — Basenaustausch und I 229; vgl. Basenaustausch, Bodenabsorption.
 — Bedeutung der Anionen für die flockende Wirkung der VIII 283.
 — Flockungsvermögen der I 211; VIII 292.
 — Säuredefinition und I 194.
- Kaustobiolithe, Pektin als Ausgangsmaterial für II 234
- Kautschukindustrie IX 207.
- Keimpflanzenmethode nach GREISENNEGER und VORBUCHNER VIII 448, 488.
 — nach HALEY und HOLTEN VIII 505.
 — nach NEUBAUER und SCHNEIDER vgl. NEUBAUER-Methode.
- Keramik vgl. Töpferei, Tonwaren.
 — Brenntemperatur in ihrer Bedeutung für X 202.
 — Kaolin als Ausgangsmaterial der X 200.
 — Magerungsmittel in der X 200.
- Keramik, Rohstoffbeschaffenheit in ihrer Bedeutung für X 200, 202.
 — Ton als Ausgangsmaterial der X 200.
- Kernsprünge II 171; III 445, 461, 462.
- Kesselformen II 271 (Abb.).
 — Entstehung II 266f.
- Keupersandstein, Bedeckung durch diluviale Schichten V 373.
 — Böden des IV 80—82.
- Kies als Baumaterial X 135.
 — als Bodenfraktionsbezeichnung VI 1, 3; VII 3.
 — als mechanisches Sediment I 136.
 — als Schüttmaterial X 155.
 — Durchlässigkeitsziffer VI 173.
 — Gewinnung von limnischen X 135.
 — Kennzeichnung II 165.
 — spezifische Oberfläche VI 173.
 — spezifischer Widerstand VI 379.
 — Wärmeausstrahlung VI 209.
 — Wasserdurchlässigkeit VI 166.
- Kieselalgen vgl. Diatomeen.
- Kieseldeuter VIII 50.
- Kieselflieher VIII 59.
- Kieselgur IV 146.
 — als Mineral I 103.
 — als phytogenes Sediment I 140.
 — Geophagie mit X 75, 78, 133.
 — technische Verwertbarkeit X 134.
 — Unterwasserböden und V 108f., 118.
 — zur Dynamitherstellung X 197.
 — zur Glasherstellung X 195.
 — zur Ultramarinherstellung X 205.
- Kieselpflanzen VIII 50.
 — Bodenlösung in ihrer Bedeutung für VIII 59, 60.
 — Chlorose auf Kalkboden VIII 63; IX 354.
 — Ursachen der Bodenfestigkeit VIII 59.
- Kieselsäure vgl. *ki*-Wert.
 — Absorption der VIII 186, 187.
 — Absorptionsvermögen der VIII 198, 199, 221.
 — als Schutzkolloid III 226, 227, 429; VIII 288.
- Kieselsäure als Unterscheidungsmerkmal zwischen heimischen und tropischen Torfen IV 218—220.
 — Anhydrierung der VIII 324.
 — Anreicherung in den Lockermaterialien der Wüste III 449f.
 — basaltische Laven und Gehalt an IV 93.
 — basische Silikate und Gehalt an IV 55.
 — Bedarf verschiedener Holzarten an IX 358.
 — Bestimmung der kolloiden VII 98.
 — Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 170.
 — Bestimmung in der Bauschanalyse VII 209, 210.
 — Ermittlung der „laugelösliehen“ VIII 167, 168, 172, 173.
 — Ersatz für Phosphorsäure IX 265, 270, 351.
 — Gehalt im Laterit III 392.
 — Humuslösungen als starke Lösungsmittel für II 290.
 — Kationenbindung durch VIII 266.
 — kolloide VII 48, 49; VIII 274.
 — mikrochemische Bestimmung VII 36.
 — neutrale Silikate und Gehalt an IV 55.
 — trachytische Laven und Gehalt an IV 93.
 — Trennung von Quarz VII 98.
 — Phosphorsäureaufnahme und kolloide VIII 265.
 — Wanderungsfähigkeit II 203; III 429, 451.
 — Wirkung der Kalkdüngemittel und lösliche IX 270.
- Kieselsäuregel, Absorptionsfähigkeit des VIII 205.
 — als Neubildung bei der Lateritisierung III 398, 399.
 — Altern des I 221.
 — Beziehung zwischen Eigenschaften und Wassergehalt des I 220.
 — positive Absorption des Phosphatanions durch VIII 265.
 — Struktur I 221.
 — Temperatureinfluß auf IV 244.
- Kieselsäurekonkretionen im Rotlehm III 398.

- Kieselsäuresol als Emulsionskolloid VII 48.
 — Tonlerdekoagulation durch VII 49.
 Kieselschiefer I 103.
 — als organisches Sediment I 140.
 — Böden der IV 94.
 Kieselzeiger VIII 50.
 kieselstete Pflanzen als Kali-zeiger auf Kalkböden VIII 70.
 — Bodenreaktion und VIII 67.
 — Kalkchlorose der VIII 63, IX 354.
 — Unstimmigkeit bzgl. Standorte VIII 53 f.
 Kiessand IV 70.
 Kieswüste II 168 vgl. Sserir.
 Kippen, Aufforstung der IX 496.
 — pflanzenschädliche Stoffe in IX 496.
 KIRCHHOFFSche Formel VI 221.
ki-Wert, allitische Rotlehme III 402.
 — Allitzersatz III 420.
 — Bauxit IV 277.
 — Berechnungsweise III 400; IV 252.
 — Bohnerz IV 270.
 — fossile Roterde auf Kalk IV 269, 270.
 — Gelblehmprofile III 191 bis 193.
 — Höhlenlehm IV 270.
 — Laterit III 401, 411—415, 417; IV 277.
 — lateritische Verwitterungsprodukte III 421.
 — Lößprofil IV 263, 264.
 — rote Einlagerungen in Trias- und Devonkalken IV 274.
 — Siallit IV 290.
 — tropische Böden III 377 f.
 — tropische Braunlehme III 373, 374.
 — zur Kennzeichnung allitischer und siallitischer Lehme III 386.
 KJELDAHL-Verfahren VIII 440.
 Klärschlamm IX 327, 328.
 — Stickstoffgehalt IX 259.
 — Verwendung zu Düngezwecke IX 222; X 254.
 Klassifikation der Böden vgl. Bodenklassifikation.
 — der Humusstoffe VII 170, 171.
 — der Klimate II 28—34, 146, 147; III 4.
 Klassifikation der organischen Bestandteile des Waldbodens VII 119.
 klastische Gesteine vgl. Sedimentgesteine.
 Klebegrenze als Maßstab für Adhäsion und Kohäsion VI 37.
 Klebeplattenprofile, Gewinnung V 216, 217.
 — verschiedener Bodentypen III 178, 180, 181.
 Klebsandboden III 131; V 400.
 Kleiböden IV 162—178; vgl. Marschboden.
 — Ortsveränderung der IV 3.
 — Zusammensetzung IV 165, 166.
 Kleinasien, Bodenkartierung X 386.
 — fossile Terra rossa-Bildungen und interpluviales Klima in II 127.
 — Verkarstung gewisser Gebiete von IX 485.
 Kleinformen der Verwitterung als Ausfluß der in Zersetzung begriffenen organischen Substanz II 284, 285.
 — als Ausfluß der organisch-chemischen Verwitterung II 282.
 — Ausblühungen im Zusammenhang mit II 276, 280.
 — Bedeutung der Schwefelsäure für Entstehung der II 276 f., 284 f.
 — Gesteinszusammensetzung und II 280.
 — Inkrustationen und II 270, 280 f.
 Kleisand IV 165.
 Klima, Absorptionserscheinungen und VIII 305.
 — als beherrschender Faktor der Bodenbildung I 26, 27, 79; II 160; III 1 bis 521.
 — als Grundlage der Bodenbonitierung X 14, 36, 41, 49, 51, 57.
 — arides, vgl. arides Klima.
 — arktische Verwitterung und III 68—72.
 — Aufforstung im Karstgebiet und IX 488, 489.
 — Bedeutung für Verwitterung I 67; vgl. III 1—521; V 280; VII 354 f.
 — Beeinflussung der Bodenstetigkeit der Pflanzen durch VIII 51 f., 78.
 Klima, Beziehungen zur Bodenbildung I 23 f., 73, 76, 78; II 160; VIII 3, 4; vgl. III 1—521; VII 354 f.
 — Bodenbearbeitung und IX 120, 121, 177, 187, 188, 198, 204.
 — Bodenbegriff und I 15, 17.
 — Bodenbeurteilung und V 192, 194.
 — Bodeneinteilung und I 26, 27; III 1—26; IV 1, 2, 36, 41—47; vgl. V 3.
 — Bodenfarbe, Verwitterung und X 390.
 — Bodenprotozoen und VII 384.
 — Bodentypen und I 28; III 3; V 425.
 — Bodenversauerung, Pflanzenschädigungen und VIII 403.
 — Bodenzonen und I 76; III 1—26, 159, 160.
 — Braunerdebildung und III 161, 162.
 — der altdiluvialen Landschaft Deutschlands V 333, 334.
 — der Bodenoberfläche in Mitteleuropa II 54—91; vgl. VI 342—375.
 — der historischen Zeit II 127—139.
 — der jungdiluvialen Landschaft Deutschlands V 310.
 — der postglazialen Zeit II 127—139.
 — der Randgebirge des Oberreintales V 397 f.
 — der südlichen und südöstlichen Randgebirgszone Deutschlands V 417 f.
 — der unteren Luftschicht in Mitteleuropa II 54—91; vgl. VI 342—375.
 — des mitteldeutschen Berglandes V 365—367.
 — des oberen Rheintales V 383, 384.
 — des süddeutschen Zentralgebietes V 404 f.
 — Einfluß auf Humusbildung I 78; vgl. IV 124 bis 224; s. a. Humusbildung, Humusböden.
 — Feldversuchsergebnisse unter dem Einfluß des VIII 556.
 — Fischproduktion und IX 300.
 — Fruchtbarkeit und I 62.
 — Garebildung und IX 191, 192.

- Klima, Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre in Abhängigkeit von VI 302f.
- Großwerte des III 4.
- Hochgebirgs- III 96—98.
- humides, vgl. humides Klima.
- Humuszersetzung und I 62; III 218, 220; vgl. IV 124—224; vgl. VII 113f.
- Intensität der Wirkungsweise bei Bodenbildung in Abhängigkeit vom Muttergestein IV 1.
- Kalklöslichkeit und IX 449, 450.
- Kalkverwitterung unter tropischen III 383—385.
- Klassifikation II 28—34, 146, 147; III 4.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 286f.
- Krusteböden und III 352f.
- Lateritbildung und III 160, 422 426.
- Licht-, vgl. Lichtklima.
- mikrobielle Umsetzungen zur Kontrolle des Einflusses des VIII 451.
- Nematoden und VII 389.
- nivales, vgl. nivales Klima.
- Ortsteinbildung und IX 466; vgl. Ortstein.
- perhumides, vgl. perhumides Klima.
- periglaziales, vgl. periglaziales Klima.
- physikalische Verwitterung und II 163f.; vgl. III 27—118.
- Podsolverbreitung und III 158—160; VII 365.
- polares II 28f.; III 27 bis 33, 50, 51.
- Pollenanalyse und II 139 bis 147.
- Prärieböden und III 294.
- Regenwürmer und VII 391, 396.
- Regurboden und III 341 bis 343.
- Rohhumusbildung und VII 365; IX 420.
- Roterdebildung und III 194f., 214f.
- Salzböden und III 314f.
- Schutzrinden und III 493, 494.
- Schwarzerdebildung und III 258, 259, 277—285; V 324, 325.
- Seetypen und V 98.
- solares II 5.
- Klima, Staubböden und III 472, 473.
- Strahlungs-, vgl. Strahlungsklima.
- Strukturbodenbildung und III 92f.
- subtropische Schwarzerden und III 349—351.
- Vegetation, Boden und VII 354—356; VIII 4.
- Verbreitung der Holzarten und IX 352.
- Verwitterungslehre und I 4.
- Wechsel-, vgl. Wechselklima.
- Klimabezirke Deutschlands V 334 (Abb.).
- Klimafluktuationen vgl. Klimaschwankungen.
- Klimagliederungen II 28 bis 34.
- Klimaindikatoren II 94 bis 104.
- Böden als, vgl. Klimaschwankungen.
- Korallenriffbildung als I 255.
- Pflanzen als II 94—147.
- Tiere als II 101—147.
- Klimakarte der Erde III Tafel I.
- Vergleich mit Bodentypenkarte III 159, 160, 278.
- Klimaprovinzen im europäisch-asiatischen Flachland II 83.
- in Deutschland II 83; V 275, 334 (Abb.).
- Klimaschwankungen, Degradierung und IV 232.
- Einfluß auf Seetypenfolge V 185.
- Feststellung durch Bodentypen IV 251.
- Gletscherbildung I 262.
- im ukrainischen Schwarzerdegebiet IV 265.
- in jüngerer geologischer Zeit II 92—139.
- Verkieselungen als Anzeichen für IV 295.
- Klimate der einzelnen Erdteile II 35—53.
- der Erde II 28—34.
- klimatische Faktoren als Pflanzenstandortsfaktoren VIII 49; vgl. VII 336f.
- Bodenkartierung nach X 263.
- Bodenstetigkeit und VIII 78.
- Einwirkung auf klimatische Elemente II 2.
- klimatische Faktoren, Pflanzenverbreitung, Bodenfaktoren und VIII 53, 54.
- klimatische Wachstumsfaktoren IX 498, 499.
- Klimatologie, allgemeine Grundlagen der II 1—27.
- als naturwissenschaftliche Grundlage der Bodenbildung II 1—147; vgl. III 1 bis 521; VI 342—375.
- Arbeitsmethoden der II 3, 4.
- Beziehungen zur Bodenkunde I 1, 76, 78, 79; III 1—26; VI 342—375.
- Beziehungen zwischen Bodenzonenlehre, Petrographie und I 15.
- der einzelnen Erdteile II 35—53.
- der Erde II 28—53.
- des Eiszeitalters II 104 bis 127.
- des postglazialen und historischen Zeitalters II 127—139.
- Klimatypen II 26, 27.
- phreatische II 29.
- polare II 28, 29.
- Klimazonen der Erde II 30, 31 (Abb.); III Tafel I.
- Anteilnahme verschiedener Mineralien an der Bodenbildung in einzelnen II 194.
- Bodentypen und VIII 29.
- Klingstein vgl. Phonolith.
- Kluftbildung im Gestein als mechanischer Verwitterungsfaktor II 190, 191.
- Entstehung I 267, 268; II 190.
- Gletschererosion und I 274—276.
- radiale II 170.
- Kluftgrundwasser V 82.
- Kluftwasser V 81.
- Knettorf X 109f.
- Knick IV 172—174; V 47.
- bei der Gewinnung der Kuhlerde IX 88.
- Bildung in Marschböden V 19; VIII 314; IX 235.
- Bodenbearbeitung und IX 122.
- Nährstoffgehalt des IX 89.
- Knochenmehl, Bodenlösung und IX 225.
- Fischproduktion und IX 307.
- Kalkung und Wirkung des IX 264, 272.

- Knochenmehl, Löslichkeit im Teichwasser IX 307.
 — physiologische Reaktion IX 266.
 — Verwendung in der Forstwirtschaft IX 453.
 — Zusammensetzung IX 259.
- Knöllchenbakterien VII 283f.; vgl. a. VIII 642 bis 648.
 — Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffes durch VIII 434.
 — Bodenaustrocknung und VII 246, 287.
 — Bodenreaktion und VII 287; VIII 389f.; IX 281, 282.
 — Bodentemperatur und VII 287.
 — Dauerzustand der VII 246.
 — im Schlick IX 75.
 — Kalkung der Böden und IX 281, 282.
 — kritische p_H -Werte verschiedener VIII 391.
 — Rasseneinteilung VII 284.
 — Verbreitung VII 292.
 — Vertretbarkeit an verschiedenen Leguminosen VII 284.
 — Vorkommen verschiedener Rassen auf einer Pflanzenart VII 285
- Koagulation VII 66; vgl. VII 98f.
 — als Ursache günstiger Bodenveränderung VII 65 bis 71.
 — Begriffsbestimmung I 203; VIII 273f., 289.
 — Einfluß der Elektrolytverdünnung auf VIII 290, 291.
 — Gesetzmäßigkeiten I 211; VII 66f.
 — Hydratation und VII 67f.; VIII 291, 382.
 — Kalk und VIII 271f., 284.
 — orthokinetisches VII 66; VIII 290.
 — perikinetische VII 66; VIII 290.
 — Salzsäure in ihrer Wirkung auf VIII 272.
 — Sand und VIII 274.
 — Säuren in ihrer Wirkung auf VIII 272, 281.
 — Schwellenwert und VIII 272.
 — Temperatur und VIII 284.
 — Ton und VIII 273.
 — Verminderung der Teilchenzahl bei VII 102.
- Koagulation, Verschiedenheit der alkalischen und sauren VIII 293.
 Koagulationsvorgänge als Ursache günstiger Bodenveränderung VII 65—71.
 — Arten der VII 66.
 — Ursachen VIII 273, 274.
- Kochmethode bei der Vorbereitung des Bodens zur mechanischen Analyse VI 3, 4.
 Kochsalz vgl. Natriumchlorid.
 Kohärenz vgl. Kohäsion, Bodenkohärenz.
 Kohäsion, VI 31—40.
 — Alkalikarbonat in seiner Wirkung auf X 147.
 — Bedeutung für Erdbau X 147.
 — Bestimmung im gewachsenen Boden V 227.
 — Definition VI 32.
 — hygroskopisches Wasser in Einfluß auf X 148.
 — Kalk seiner Wirkung auf X 147.
 — Methoden zur Ermittlung der V 227; VI 37.
 — Unterscheidung zwischen „echter“ und „scheinbarer“ X 147, 148.
 — Schwinden und Schwellen des Bodens und VI 87.
- Kohle, Braun- vgl. Braunkohle.
 — End- vgl. Endkohle.
 — Humus- I 141; II 235, 237.
 — Humus in seiner Beziehung zur VII 188f.
 — Kaolinisierung unter II 292—296; IV 292.
 — Körperbemalung der Naturvölker mit pulverisierter X 70.
 — Laterit unter IV 282, 284, 285.
 — Sapropel- I 141; II 247.
 — Stein-, vgl. Steinkohle.
 — zur Karborundherstellung X 199.
- Kohlehydrate, Abbau der II 225, 226.
 — als alkalilösliche Beimengungen bei der Gewinnung der Huminsäure VII 150.
 — als bodenbildender Pflanzenbestandteil I 152.
 — Ligninbildung aus VII 192.
 — Zersetzung bei der Humusbildung VII 126, 138.
- Kohlensäure als Pflanzennährstoff I 51, 73.
- Kohlensäure, Absorptionskoeffizienten im Wasser VI 145.
 — als Stoffwechselprodukt der Mikroorganismen VII 47.
 — als Verwitterungsgagens I 54, 61; II 150, 192; III 62, 160; VIII 654; IX 3.
 — Aufnehmbarkeit der Basen durch Pflanzen und VIII 301.
 — Bodenluft und I 62; VI 283f.; VIII 324, 608.
 — Bodenreaktion unter dem Einfluß von VIII 327, 328, 351.
 — Brunnenanlagen und VI 150.
 — chemische Bestimmung der mineralischen VII 232, 233.
 — Diffusion aus dem Boden VI 304, 305.
 — Dissoziationskonstante I 199.
 — Düngung mit VIII 604, 605.
 — Eigenschaften II 195.
 — Einwirkung auf Silikate II 202; III 69, 70; VIII 654.
 — Entbasungsversuche mit VIII 319.
 — Festlegung der I 148; VI 255; VIII 604.
 — flockende Wirkung der VIII 272.
 — Humus als Lieferant der I 62; VI 291f.
 — im Kreislauf der Stoffe VIII 601.
 — Kaolinbildung und II 292, 294.
 — Phosphorsäurelöslichkeit und VIII 269.
 — physiologische Wirkung IX 370; vgl. Kohlensäureüberschuß.
 — Quellbildung durch juvenile V 60.
 — Schema der Produktion und des Verbrauchs auf der Erde an VI 255.
 — Sedimentation in Teichböden und IX 325, 326.
 — stimulierende Wirkung auf Mikroorganismen VIII 609.
 — Unentbehrlichkeit für heterotrophe Mikroorganismen VIII 609.
 — Verwitterung durch Pflanzenwurzeln und II 257f.

- Kohlensäure, Wiesenkalkbildung und IV 143.
 — Wurzelausscheidungen und VIII 132.
 Kohlensäureadsorption VIII 202, 203.
 — Bodenkonstituenten und VI 323, 324; VIII 203.
 — Bodenlagerung und VI 323.
 — einzelner Bodenbestandteile VI 323, 324; VIII 203.
 — im Boden I 224; VI 323 f.
 — Korngröße und VI 323.
 Kohlensäurebildung VIII 604 bis 620; vgl. Bodenatmung.
 — als Indikator für Humusbildung VII 122, 144.
 — als Maßstab der Durchlüftung VI 312, 315; VIII 615; IX 3.
 — als Wertmesser der Humuszersetzung I 62; VI 291, 296, 297; vgl. VII 122, 144.
 — Ätzkalk und VIII 620.
 — Azidität und VIII 618 bis 620.
 — Beziehungen zwischen Kohlenstoffgehalt, Luftkapazität verschiedener Bodenarten und IX 3.
 — Bodenaustrocknung und IX 284.
 — Bodenbearbeitung und VIII 616.
 — Bodenfeuchtigkeit und VI 296; VIII 615, 617.
 — Bodentemperatur und VIII 617.
 — Bodentiefe und VII 378, 379; VIII 609, 616.
 — Bodenwärme und VI 296; VIII 610.
 — Brache und IX 119; vgl. VI 293.
 — Desinfektionsmittel in ihrem Einfluß auf IX 286.
 — Faktoren zur Beeinflussung der VI 288—299; VIII 611—620.
 — Fräsarbeit und IX 144.
 — Hackkultur und IX 203.
 — Humustheorie und I 51, 52.
 — Jahreszeiten und VIII 607, 608, 618.
 — Luftkapazität und IX 2, 3.
 — Messung der VI 315; VII 380; VIII 606; vgl. Bodenatmung.
 — Mikroorganismen und I 84; VI 295, 296, 298, 299; VII 249, 301, 313, 380; VIII 608 f., 669; IX 541.
 Kohlensäurebildung, Nährstoffe in ihrem Einfluß auf VIII 614.
 — organische Substanz und VI 291 f.; VIII 611 f.; vgl. VII 122, 144.
 — physikalische Bodenbeschaffenheit und IX 119.
 — Regenwürmer und VII 402.
 — Stallmistdüngung und VIII 613.
 — Vegetationseinfluß auf VII 378—381.
 — Wasserpflanzen der Teiche und IX 315.
 Kohlensäuregehalt, atmosphärische Luft I 146 bis 148; VI 254—259; VIII 604; IX 368, 369.
 — Bestimmung im gewachsenen Boden V 227; VI 311, 312, 315; VII 380.
 — Beziehungen zum Sauerstoffgehalt der Bodenluft VI 290 f.
 — Bodenluft I 148; VI 283 bis 300; VII 378—381; VIII 608, IX 109, 325; 369, 370.
 — Einfluß der Bodenfarbe auf VI 66.
 — Grundwasser II 154.
 — Meerwasser I 244.
 — Regenwasser I 150; VI 259.
 — verschiedener Luftschichten VI 256.
 — Waldboden I 72; VI 295; IX 369, 370.
 — Waldluft I 72; VI 256; IX 369.
 kohlen säurehaltiges Wasser als Verwitterungsgang I 67; II 157, 195 f.; III 428; VIII 192, 193; IX 3.
 — Bewertung des Auszuges mit VIII 133, 134.
 — Löslichkeit verschiedener Gesteine in II 210, 211.
 — Löslichkeit verschiedener Mineralien in II 206 f.; VII 56.
 — Lösung der Karbonate durch II 194—198.
 — Metamorphose und II 157.
 — Raseneisenerzbildung und III 69, 70.
 — Stickstoffbedürfnisermittlung durch VIII 444.
 — zur Bestimmung der Pflanzennährstoffe VIII 130 bis 134.
 Kohlensäureüberschuß im Boden, Jahreszeiten und VI 291.
 Kohlensäureüberschuß, Pflanzenschädlichkeit des VI 278, 313; VII 379; IX 2, 109, 370.
 Kohlenoxyd in der atmosphärischen Luft VI 267.
 — mikrobielle Oxydation VII 325.
 Kohlenstoffbestimmung bei verschiedenen Böden VII 144, 145.
 — Umrechnungsfaktor zur Berechnung der organischen Substanz aus VII 142.
 — zur Ermittlung der organischen Substanz VII 119.
 Kohlenstoffernährung der Actinomyceten in Beziehung zur vertikalen Verbreitung VII 258.
 — der Knöllchenbakterien VII 287.
 — der Mikroorganismen VII 246.
 — des Amylobacter VII 297.
 — des Azotobacter VII 301.
 Kohlenstoffgehalt, Böden VII 144, 145.
 — Humine VII 150.
 — Humussäure VII 151.
 — Hymatomelansäure VII 151, 172.
 — Melanine VII 199.
 Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis im Boden, Festlegung des Bodenstickstoffs und VII 182 f.; VIII 426.
 — in humiden tropischen Böden VIII 426.
 — organische Düngemittel und VII 183; VIII 612.
 — Pflanzenwachstum und VII 182 f.; VIII 426.
 Kohlenwasserstoffe im Moor IV 158, 159.
 — im Torf IV 160.
 — in der atmosphärischen Luft I 149; VI 267.
 — mikrobielle Umsetzung der VII 325, 326.
 kolloidchemische Vorgänge bei Roterdebildung III 220 f., 229.
 — Bodengare und VII 69 f., 73, 74.
 — im Oberboden in Abhängigkeit von Witterung V 33.
 Kolloide vgl. Bodenkolloide.
 — Altern der I 210.
 — Bestimmung der Wanderungsgeschwindigkeit der VII 92—94.

- Kolloide, Einfluß des Frostes auf I 217, 218; IX 132, 133 (Abb.).
 — elektrische Eigenschaften der I 208f.
 — Farbstoffabsorption durch VII 33, 184—186; vgl. III 243.
 — gegenseitige Fällung der I 212, 213.
 — Größenordnung VII 55.
 — Merkmale der Oberflächenreaktion bei VIII 209f.
 — physikalische Eigenschaften des Torfes und IV 124.
 — Systematik der I 203 bis 205; vgl. VII 47—58.
 — Torfhumus als X 97.
 — Vermüllung und VIII 15; vgl. Vermüllung.
 kolloide Lösungen I 206—218
 — Brownsche Bewegung in I 206, 207.
 — Diffusions- und Konzentrationschwankungen in I 207.
 — Form und Bauart der Teilchen der I 216—218.
 — Gewinnung I 206.
 — Humussäuren als IV 127.
 — optische Eigenschaften der I 207, 208.
 — osmotischer Druck der I 207.
 — Viskosität der I 208.
 Kolloidgehalt vgl. Kolloidton.
 — Bodenbonitierung und X 51.
 — Bodendurchlüftung und VI 307.
 — Ermittlungsmethoden VII 80—98.
 — Regeneration durch Überschwemmungen V 34.
 — Schwarzerden VII 367.
 — Terra rossa III 232; vgl. III 243.
 Kolloidton VIII 275; vgl. VI 19.
 — absorbierender Bodenkomplex und VII 22.
 — als Emulsionskolloid VII 58.
 — als Urheber des Basenaustausches VII 23.
 — Bestimmung der Quellung des VII 107, 108.
 — Eigenschaften VII 57, 58.
 — Gewinnung VII 97.
 — Quellungserscheinungen bei VII 74, 105.
 — Ton und Gehalt an VII 57.
 — zum Klären von Ölen und Fetten X 204.
 Kolloidton, Zusammensetzung VII 7, 57.
 Kolluvialböden I 76; IV 15f., 36, 43, 44, 47; V 2.
 — Einteilung der IV 15.
 — in der Bodenklassifikation IV 36, 43, 44, 47.
 Kolmation zur Aufhöhung des Bodens IX 5.
 kolorimetrische Methoden vgl. Bauschanalyse.
 — Arsenbestimmung durch VIII 464.
 — zur Bestimmung der Bodenreaktion VIII 330 bis 342.
 — zur Eisenbestimmung in Pflanzen VIII 518.
 — zur Nitratbestimmung VIII 441, 449, 450, 518.
 Kompost, Geschichtliches I 34.
 — Herstellung IX 221, 222.
 — Schilf- IX 305, 328.
 — Verwendung bei der Dünenaufforstung IX 472.
 — Wenden des Bodens zur Unterbringung des IX 123.
 — Wirkung des IX 222.
 — zur forstlichen Düngung IX 444.
 — Zusammensetzung IX 222.
 Kompressionskoeffizient des Wassers in Abhängigkeit von Temperatur VI 80.
 — Hygroskopizität, Benetzungswärme und spezifisches Gewicht als Funktion des VI 79.
 — verschiedener Flüssigkeiten VI 78, 79.
 Kondensation an der Erdoberfläche VI 207f.
 — Bedeutung für Wasserhaushalt der Erdoberfläche VI 220.
 — des Wasserdampfes im Boden V 70; VI 205; IX 378.
 — Wärme- VI 210.
 — Wasserdampf II 21—26.
 Kondensationsapparat nach ZUNKER VI 204 (Abb.).
 Kondensationskerne II 22.
 — Staubteilchen in der Atmosphäre als VI 267, 268.
 Kondensationstheorie V 68; VI 199—201.
 Kondensationswasser V 68 bis 76.
 konduktometrische Titration VIII 354.
 Konglomerate, Böden der IV 84—88.
 — in mineralogisch-geologischer Hinsicht I 136.
 Konglomerate, Grundwasser- einfluß auf V 80, 81.
 — Unterscheidung von Breccien IV 84.
 Konkretionen als Bodenbeurteilungsmoment V 195.
 — Baryt- vgl. Schwerspat.
 — Brauneisen- IV 239, 268.
 — Chemismus III 374, 375, 404.
 — Eisen- vgl. Eisenkonkretionen.
 — Gips- vgl. Gipskonkretionen.
 — Hydrargillit- vgl. Hydrargillitkonkretionen.
 — in Badob III 348.
 — in black adobe III 345.
 — in Laterit III 436.
 — in Regur III 342, 343, 345.
 — in Roterde III 243, 244.
 — in Rotlehm III 404f.
 — in Savannen III 374, 436; IV 278.
 — in Steppenschwarzerden III 260f.
 — in Tschernosemen III 258, 342.
 — in tropischen Bodentypen III 436; IV 248.
 — in Wüstengebieten III 457.
 — Kalk- vgl. Kalkkonkretionen.
 — Kieselsäure- vgl. Kieselsäurekonkretionen.
 — Mangan- vgl. Mangankonkretionen.
 — Tonerde- III 374, 404.
 Konstitutionswasser im Boden V 77; VI 66.
 Kontaktmetamorphose vgl. metamorphe Gesteine.
 — Arten der I 113, 114.
 — Temperaturbereiche der verschiedenen I 142.
 Konvektion, mechanische II 72.
 — thermische II 72.
 — vertikale II 70.
 Kopenhagener Normen beim Feldversuch VIII 598.
 Konzentrationskette VIII 343.
 Kopfdrän IX 6.
 Koprolithe als Charakteristikum der Dyböden V 115.
 Korallenkalke, Dolomitisierung der I 256; II 197.
 — fossile und rezente Verwitterungsprodukte der IV 273.
 — gemeinsames Auftreten mit Roterde IV 272.
 — in der Schönheitspflege der Naturvölker X 68.

- Korallenkalke. Kulturentwicklung im Gebiete der V 446.
 — Rotlehme auf III 384.
 — zur Herstellung weißer Farben durch Naturvölker X 70.
- Korngröße der Bodenbestandteile vgl. mechanische Bodenbeschaffenheit.
 — Absatzzeiten und VI 19.
 — Ammoniakadsorption und VI 329; VIII 203.
 — als Einteilungsprinzip mineralogischer Seeböden V 106, 107.
 — als Grundlage der Bodenbonitierung X 35.
 — Austauschazität und VIII 329.
 — Basenaustauschvermögen und VII 57.
 — Bedeutung für die Zuschläge bei Mörtel- und Betonherstellung X 195.
 — Beziehungen zwischen Windstärke und I 291, 292.
 — Bodendurchlüftung und VI 309, 310.
 — Bodenoberfläche und VI 50, 56, 57, 340.
 — Eindringen der Wurzeln und VII 45.
 — Einfluß auf Bodengestaltung IV 2.
 — elektrische Leitfähigkeit und VIII 113, 114.
 — Ermittlung der VI 1—28; VII 81, 89—92.
 — hygroskopische Schichtdicke in Abhängigkeit von VI 73.
 — Hygroskopizität und VI 56, 340; VII 57; VIII 203; X 161.
 — intermittierende Bodenfilterung und X 249.
 — kapillare Steiggeschwindigkeit im Boden und VI 107, 108.
 — kapillare Steighöhe im Boden und VI 99.
 — Kohlensäureadsorption und VI 323.
 — Luftdurchlässigkeit und VI 169.
 — maximale molekulare Wasserkapazität und VI 136.
 — Nomenklatur I 311, 312; VI 2, 11, 25; VII 4, 5.
 — Porenvolumen und VI 272, 273.
 — Regenwurmtätigkeit in Einfluß auf VII 399.
- Korngröße der Bodenbestandteile, Salzsäureauszug und VIII 167.
 — Seectypen in ihren Beziehungen zur V 153.
 — Sickergeschwindigkeit und VI 187.
 — spezifische Schwellungszeit und VI 87.
 — Stockesche Formel und VI 14.
 — Streifenbodenbildung und III 88, 89.
 — Stromgeschwindigkeiten bei Spülmethode und VI 10, 11.
 — Wasser, Stoffwanderung und V 11, 12.
 — Wasserkapazität und VI 130, 131.
 — Wasserverdunstung aus dem Boden und VI 231, 232.
 — Windabsatz und I 298.
 — Windverfrachtung und III 266.
 — zur Bodenartenklassifikation X 146.
 — Zusammensetzung der einzelnen VII 4, 5.
- Korrasion I 310, 311.
 — als Teilvorgang der Denudation II 150.
- Korrosion I 235; V 168 (Abb.)
 — in Binnenseen durch Algen V 134, 135.
 — in Seen V 140.
- Korund, Bildung durch Entwässerung des Hydrargillits IV 244.
 — Entstehung aus Allit und Siallit durch tektonische Einflüsse IV 246.
 — in chemischer Hinsicht VII 50.
 — in mineralogischer Hinsicht I 104.
- kosmischer Staub I 293; vgl. Staub.
 — Herkunft des I 293.
 — Kryokonit und III 77.
 — Nährstoffanreicherung des Bodens durch VII 336.
- Kot IX 210f.
 — als Lieferant von Bodenbestandteilen I 169.
 — Anbaukulturen der Naturvölker und Düngung mit X 93.
 — Einstreumittel zum Vermischen mit IX 211.
 — getrenntes Auffangen vom Harn IX 211.
 — Zusammensetzung IX 210.
- Kotbakterien, Harnstoffzersetzung durch IX 211.
 — Infizierung der Jauche mit IX 218.
- Köterwurm vgl. Sandwurm.
- Kraterseen V 173, 174.
- Krautsäge IX 316.
- Krebse, Einwirkung auf Boden VII 413—416.
 — Marschbodenbildung und VII 413.
 — Tätigkeit in Mangrovewäldern VII 414.
- Kreide, arktische Bodenbildungen der III 57, 58.
 — Böden der IV 105, 106.
 — Geophagie mit X 76.
 — unterirdische Wasserläufe in der V 93 (Abb.).
 — zur Glasherstellung X 196.
 — zur Körperbemalung bei Naturvölkern X 69.
- Kreidepflanzen vgl. Kalkpflanzen.
- Kreislauf der Stoffe VIII 599 bis 604.
 — Kohlenstoff VIII 604 bis 620.
 — Phosphor VIII 652, 653.
 — Schwefel VIII 649—652.
 — Stickstoff VIII 620—649.
- Kreensäure II 236.
 — als nicht einheitlich aufgebaute Substanz VII 174.
 — in der Synonymitätstabelle SVEN ODENS VII 169.
- Kreblehm vgl. Rotlehm, Gelberden, Roterden.
 — als Illuvialhorizont III 229.
 — Profil III 187, 189; V 26, 28, 403.
- Krim, Bodenkartierung X 383, 384.
- kristalline Schiefer vgl. metamorphe Gesteine.
 — in mineralogisch-geologischer Beziehung I 114 vgl. I 142—145.
 — klimatische Verwitterung und IV 252.
 — Laterit auf IV 285.
- Krotowinen III 260, 263, 276, 277; V 9.
 — als Beobachtungsmoment V 198.
- Krotowinentschernosem III 261.
- Krümelstruktur V 7.
 — als Voraussetzung für Bodengare VIII 14.
 — als Ziel der Bodenmelioration III 120; IX 126.
 — anmoorige Sandböden und VIII 28.

- Krümelstruktur, Boden-
 durchlüftung und VI 312;
 IX 125.
 — Bodengare und IX 132,
 133.
 — Bodenkolloide und
 VIII 14, 31; IX 126, 127.
 — Charakteristik V 7; VI 29,
 30; VIII 14.
 — des „echten“ Humus
 VII 366.
 — Düngung in ihrem Ein-
 fluß auf IX 226.
 — Erhaltung unter Eichen-
 krattbüschen IX 428.
 — Frost und VI 31; IX 133
 (Abb.), 134 (Abb.).
 — Geschichtliches I 42.
 — Humusböden und
 VIII 386.
 — Humus und VIII 14.
 — Kalk und VI 31; VII 69f.;
 VIII 14, 270f., 307, 308;
 IX 277.
 — in Podsolböden III 125.
 — in Tschernosem III 260.
 — Natur der Krümel bei der
 IX 132, 133.
 — Kulturzustand der Böden
 und VIII 14—16.
 — Niederschläge und VI 31;
 IX 197.
 — Pflanzenertrag in Abhän-
 gigkeit von IX 126.
 — Salze und VIII 282.
 — Sand und VIII 9.
 — Schollenbildung und
 IX 180.
 — Soda und VI 31; VII 73, 74.
 — Stallmistdüngung und
 IX 215.
 — Tiere in Schwarzerde und
 III 287.
 — Ton und VIII 9.
 — Verdunstung und IX 199.
 — Volumveränderung und
 VI 30; IX 125.
 — Voraussetzungen für das
 Entstehen der VI 30, 31.
 — Walzarbeit zur Herstel-
 lung einer geschlossenen
 IX 161.
 — Zerstörung durch Nieder-
 schläge IX 197.
 Krumpacker IX 160 (Abb.).
 Krümmer, Arten der IX 149,
 150.
 — Bodenarten und IX 184.
 — Bodenbearbeitung mit
 IX 149—153.
 — physikalische Boden-
 beschaffenheit und
 IX 150f., 184.
 — Unkrautbekämpfung und
 IX 184, 185.
 Krümmer, Verwendung in
 Trockengebieten IX 183.
 — Wühlkultur und IX 183.
 — zur Bodenbearbeitung vor
 der Saat IX 172, 173.
 — zur Frühjahrsarbeit
 IX 194.
 Kruste, Begriffsbestimmung
 V 45.
 — Eisen-, vgl. Eisenkruste.
 — Gips-, vgl. Gipskruste.
 — Kalk-, vgl. Kalkkruste.
 — Kochsalz- III 484.
 — Salz-, vgl. Salzkrusten.
 — Tonerde- III 406, 407,
 436.
 Krustenbildung I 70; III 352
 bis 361.
 — als Bodenbeurteilungs-
 moment V 195.
 — Alter III 360; IV 257.
 — auf Sandsteinen II 288.
 — Begriffsabgrenzung
 gegenüber Rindenbildung
 V 45.
 — Chemismus III 356;
 V 44—46.
 — in der Wüste III 484f.;
 V 258.
 — in humiden Gebieten
 II 288; III 361.
 — Kulturentwicklung und
 V 439, 440, 445.
 — Profil V 29.
 Krustenböden III 352—361.
 — Klima und III 352, 356.
 — Kulturentwicklung und
 V 439, 440, 446.
 — Landschaftsbild und
 V 260, 261.
 Krusteneisenstein III 409.
 Krustermudde IV 145.
 Kryokonit III 77—82.
 — Ähnlichkeit der Flott-
 sandbildung mit IV 181.
 — Verbreitung III 77—79.
 — Zusammensetzung III 79
 bis 82.
 Kryokonitlöcher III 77, 78.
 kubische Schwindung der Bö-
 den VI 84, 85.
 Kuhlerte IV 174, 175; IX 88
 (Abb.), 89 (Abb.).
 — physikalische Bodenver-
 besserung durch IX 89
 bis 92.
 — zur Marschbodenmeliora-
 tion IV 174; V 303; IX 88
 bis 92.
 — Zusammensetzung IV 175;
 IX 89, 91.
 Kulturarten VIII 11.
 — Einteilung der Kultur-
 böden in VIII 30.
 Kulturboden vgl. Waldboden.
 — Bedeutung für Landwirt-
 schaft I 5.
 — Begriffsbestimmung
 VIII 1, 4.
 — Bestimmung des Frucht-
 barkeitszustandes des
 VIII 49—671.
 — Charakteristik VIII 1—18.
 — Einordnung in die Boden-
 lehre I 5.
 — Einteilung VIII 18—30.
 — Einteilung in Kulturarten
 VIII 30.
 — Gewinnung von IX 59
 bis 88, 459—496; vgl.
 Bodenmelioration, Auf-
 forstung.
 — Hauptbestandteile des
 VIII 8—11.
 — Kennzeichnung V 10.
 — Kennzeichnung des deut-
 schen VIII 17, 18.
 — Landschaftsbild in Ab-
 hängigkeit vom V 235, 256.
 — Naturboden und VIII 1
 bis 4, 16.
 Kulturentwicklung, Abhän-
 gigkeit vom Boden V 429
 bis 454.
 — Landschaftsformen in
 ihrer Einwirkung auf
 V 430.
 Kulturpflanzen vgl. Holz-
 arten, Waldbäume, Pflan-
 zen, Vegetation.
 — als Grundlage der Boden-
 kartierung X 262, 288,
 300, 330f., 347, 410—416.
 — Anbau durch Naturvölker
 X 91f.
 — Ausnutzung des absor-
 bierten Ammoniaks durch
 VIII 436.
 — Bodenbonitierung und
 X 5, 11, 28, 47, 51.
 — Bodenklassifikation auf
 Grund des Wasserbedarfs
 der X 28.
 — Bodenluft in ihrer Bedeu-
 tung für VI 127, 279.
 — Bodenreaktionsansprüche
 der VIII 397—399, 411;
 IX 406, 407, 540.
 — Bodenwärme und I 71.
 — Fragen nach der Mykorrhiza
 bei VII 311, 312.
 — geringe Verwertbarkeit
 des Bodenstickstoffs
 durch VIII 431, 432.
 — Geschichtliches über Bo-
 denarten und I 35.
 — Grad der Gesteinszer-
 trümmerung durch II 187
 bis 189.

- Kulturpflanzen, Höhe des Nährstoffzugs der VII 371, 372; VIII 529, 534, 535, 553; IX 224, 356—361.
- Kaliaufnahme aus unverwitterten Gesteinen durch IX 230.
- Luftkapazität und VI 40, 279; IX 2, 104.
- Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher gegenüber forstwirtschaftlicher IX 361.
- Steppenböden und III 309, 310.
- Tiefkultur und IX 190.
- Wasserbedarf in den verschiedenen Vegetationsmonaten IX 58, 105.
- Kulturstadium der Ackerböden, Begriffsbestimmung VIII 13.
- Bodengare und VIII 15, 16.
- deutscher Böden VIII 17, 18.
- menschliche Beeinflussung des VIII 16, 17.
- Zusammenhang mit Bodenstruktur VIII 14—16.
- Kunkurbildungen III 345; V 448.
- Kunstkornseifen X 205.
- künstliche Düngemittel vgl. Düngemittel.
- Beeinflussung der Mikroorganismenzahl durch IX 298.
- Einfluß auf Bodenreaktion VIII 403—410.
- Einwirkung auf Boden IX 223—267.
- künstliche Grundwassererzeugung X 242—244.
- künstliche Schmucksteine, Glas zur Herstellung der X 199.
- Kunststeine, Boden als Rohmaterial für X 187f.
- Einteilung X 186f., 190.
- Kieselgur zur Herstellung der X 134.
- Kunstwiesen VIII 11.
- Bewässerungsanlage für IX 48.
- Schwierigkeiten der Herstellung und Bewirtschaftung der IX 49.
- Kupfer, Absorption des VIII 306, 463.
- chemische Bestimmung VIII 463.
- Erhöhung der Schädlichkeit durch Schwefeldioxyd VIII 462.
- Kupfer, Farbstoffbindung durch Mikroorganismen und VIII 660.
- im Boden VIII 305.
- im destillierten Wasser VIII 563.
- in Pflanzen VIII 462.
- Kalkung als Mittel zur Behebung der Schädlichkeit des VIII 462; IX 374.
- Lösung der Pflanzennährstoffe durch Salze des VIII 462.
- Mikroorganismen und VIII 653.
- Pflanzenschädigungen durch VIII 306, 458, 462, 463; IX 374.
- Reizwirkung des VIII 454.
- Küsten vgl. I 245—257.
- Landgewinnung an IX 83 bis 88.
- Vegetation und Bodenbildung an den VII 337f.
- Kvalb vgl. Flottsande.
- K-Wert, Berechnungsweise IV 253.
- Gelblehmprofile III 191 bis 193.
- Grenzwerte für verschiedene Bodentypen IV 254.
- Lateritprofil III 413, 417.
- tropischer Lehme auf Kalk III 384.
- Lagunen, Muddebildung in IV 147.
- lakustre Sedimente V 106 bis 121.
- Einteilung der V 106.
- Sedimentationsfaktoren der V 121—153.
- lakustre Unterwasserböden V 97—189.
- Landklima II 26.
- Landschaftsbild, Bodenfarbe in ihrem Einfluß auf V 232, 233.
- Boden und V 191, 228 bis 270.
- chemische Verwitterung und V 229—236.
- in gemäßigten Breiten V 252—256.
- in polaren Gebieten V 245 bis 248.
- in subpolaren Gebieten V 248—252.
- in subtropischen Gebieten V 256—258.
- in Tropengebieten V 264 bis 270.
- in Wüsten- und Steppengebieten V 258—264.
- Löß und V 243—245.
- Landschaftsbild, mechanische Verwitterung in ihrem Einfluß auf V 229—231.
- Pflanzen und V 234, 235.
- Überschwemmungen und V 234.
- Verwitterungsböden und V 229—236.
- vulkanische Aufschüttungen und V 243—245.
- Wesen des V 228, 229.
- Landschaftsformen, Böden und V 228—270.
- Frostverwitterung und II 180.
- Landschaftskunde, Beziehungen zur Bodenkunde V 228—270.
- Bodenbeurteilung und V 191.
- Kulturentwicklung, Bodenkunde und V 429f.
- Landwirtschaft, Beziehungen zur Bodenlehre I 3, 5.
- Beziehungen zur Chemie I 49.
- Bodeneinteilungsmerkmale vom Standpunkte der VIII 18—30.
- geologisch-agronomische Kartierung in ihrer Bedeutung für X 285.
- Geschichtliches I 28f.
- Kulturboden vom Standpunkte der VIII 1—48.
- Nachteile gegenüber der Forstwirtschaft in bezug auf den Nährstoffumlauf IX 361.
- landwirtschaftliche Bodenbearbeitung IX 93—208; vgl. Bodenbearbeitung.
- landwirtschaftliche Wirtschaftszonen Deutschlands V 275.
- Längsdränung IX 25.
- Laterit I 53, 78; III 364f., 387—436.
- Allite im III 196.
- als A—C-Boden V 45.
- als Baumaterial I 53; III 387; V 445.
- als humider Bodentypus III 184, 220.
- als Klimazeuge II 98.
- Altersbestimmung III 425.
- Ammoniakadsorption VI 331, 332.
- Bezeichnung nach der Farbe III 387; IV 275.
- chemische Bestandteile III 391—393, 401f.; IV 277.
- Chemismus III 184, 426 bis 428.

- Laterit der Karbonzeit IV 283—285.
 — der Tertiärzeit IV 278 bis 283.
 — Einteilung nach Lateritelementen III 368.
 — Einzeltypen des III 185.
 — Entstehung III 220, 387 bis 435.
 — Farbänderung bei Lagerung V 195.
 — Fehlen auf Kalk III 383.
 — fossiler, vgl. fossiler Laterit.
 — Höhe der Quotienten *K* und *B* bei IV 254.
 — Hydrargillit und I 93; III 394, 395; IV 243.
 — Hygroskopizität VI 332.
 — klimatische Bildungsumstände III 422—426.
 — Kennzeichnung III 388; IV 276.
 — Kulturentwicklung im Gebiete des V 444—446.
 — Landschaftsbild und V 233, 264.
 — Mineralien des III 393 bis 399, 401.
 — Profilanordnung III 389, 428f.; IV 277; V 33, 43.
 — Regenfaktor und klimatische Einordnung des III 8.
 — Turgit als färbender Bestandteil des VI 64.
 — Überlagerung durch Kohle IV 282, 284, 285.
 — Umwandlung in Krustenlaterit durch Entwaldung V 445.
 — Unabhängigkeit vom Muttergestein III 220, 293.
 — Verbreitung III 388, 419 bis 422.
 — Vergleich mit Eisenstein III 374.
 — Verschiedenheit von der Terra rossa III 196, 201.
 — Zusammensetzung III 401, 402, 406, 407, 411—417; IV 277.
 Lateritbildung III 387—436.
 — Entkieselung als Kennzeichen der III 398.
 — im Wechselklima III 393, 423, 436.
 — im Savannenklima III 423.
 — Salpetersäure bei der II 200.
 — salpetrige Säure bei der II 192.
- Lateriteisenstein, Übergänge von Savanneneisenstein zum III 410.
 — Verschiedenheit von Ortstein III 371, 409.
 Lateritelemente III 394 bis 399.
 lateritische Roterde III 369; vgl. Roterde, Laterit.
 lateritischer Rotlehm III 387f., 419; vgl. Rotlehm, Laterit.
 lateritische Verwitterung II 223.
 — chemische Hauptgruppen der III 400.
 — Einteilung der Produkte der III 399—401.
 — mineralogische Untergruppen der III 400.
 — Tonverwitterung und III 11, 450.
 — verschiedener Gesteine III 12.
 — Verwitterungssilikat nach VAN BEMMELN als Kriterium für III 64.
 Lateritisierungsvorgang in Wüstenböden III 448f.
 — Unterschied zwischen Tonverwitterung und III 11, 450.
 Lateritkonkretionen III 436.
 Lateritminerale III 394 bis 399.
 Laubdy V 115.
 Laugyttja V 119.
 Laubhölzer vgl. Holzarten, Nadelhölzer, Wald.
 — Anbau im Karst IX 488.
 — Aschengehalt im Vergleich zu dem der Nadelhölzer IX 360.
 — Aufforstung landwirtschaftlich genutzter Böden mittels raschwüchsiger IX 495.
 — Begünstigung des Tierlebens im Moorwalde durch Streu der IX 478.
 — Düngungsversuche mit IX 457, 458.
 — Humusbildung und IX 428.
 — Kippenaufforstung und IX 496.
 — Nährstoffbedarf der IX 357, 358.
 — Streuzersetzung der IX 390, 391.
 — Verbesserung des Moorbodens durch IX 482.
 — Wachstumsmöglichkeiten auf Heideböden IX 465.
- Laubhölzer zur Aufforstung der Moorböden IX 77, 78, 481, 482.
 Läuterungen als forstliche Maßnahme IX 426.
 Lava, Algen als erste Besiedler der VII 348.
 — Bedeutung für vorzeitliche Verwitterung IV 236.
 — Böden der IV 92—94; V 276, 277.
 — Eindeckung der Böden durch IV 235, 236.
 — Flußversickerung in V 95.
 — Gasgehalt der V 53f.
 — Kieselsäuregehalt zur Kennzeichnung der IV 93.
 — physikalische Verwitterung im arktischen Gebiet III 53.
 — Roterdeproblem und III 200—202.
 — stickstoffbindende Bakterien im VII 306.
 Lawinen I 259, 282, 283.
 Leberegelseuche X 223, 224.
 Lebermudde IV 129, 145; X 99.
 — Eigenschaften X 99.
 — Zusammensetzung IV 147.
 Lebertorf IV 146; IX 327; X 99.
 — chemische Eigenschaften IV 136.
 — Dy- und V 115.
 — Eigenschaften X 99.
 Ledermehl, mikrobielle Umsetzung als Maßstab für die Wirksamkeit VIII 637.
 — Wirkungswert als Düngemittel VIII 530, 637.
 — Zusammensetzung IX 259.
 Leguminosen vgl. Gramineen, Gründüngung, Kulturpflanzen.
 — Anbau zwecks Bindung des elementaren Stickstoffs IX 296.
 — Aufschlußvermögen gegenüber Gramineen II 261, 262; IX 230, 231.
 — Entstehung der Knöllchen an VII 288.
 — Heideböden und IX 79, 81.
 — Kalientzug durch IX 230, 231.
 — Knöllchenbakterien der, vgl. Knöllchenbakterien.
 — Saftazidität der VIII 136.
 — Stickstoffbindung durch IX 290.
 — Wert der Impfung für den Anbau der IX 299.

- Lehmboden, Beziehungen zwischen Kohlenstoffgehalt, Luftkapazität und Kohlensäureproduktion in IX 3.
- Bodenaustrocknung und Brache auf IX 167.
 - Bodenbearbeitung und IX 115, 144, 161.
 - Bodenstruktur, Wasser- und Luftkapazität in IX 124.
 - Bodentemperatur und Bodenbearbeitung in IX 115.
 - Durchlässigkeitziffer VI 173.
 - Hohlraumvolumen VI 29, 270f.
 - Geeignetheit zum Teichboden IX 304, 305.
 - Größe der Bodenatmung in VII 381.
 - in der landwirtschaftlichen Bodenklassifikation VIII 21; X 5f.
 - Kohlensäuregehalt der Bodenluft in VI 289f.; IX 109.
 - Krümelstruktur in IX 127.
 - Leitpflanzen des VIII 73; X 43.
 - Luftkapazität VI 280; IX 3, 101.
 - Parallelität zwischen abschlämmbaren Teilen und Kaligehalt der IX 229.
 - Radiumemanationsgehalt VI 394.
 - spezifische Oberfläche VI 173.
 - Wasserbewegung im VI 166.
 - Wasserdampfströmungen im VI 206.
 - Wasserdurchlässigkeit VI 167.
 - Wasserführung, Durchlüftung und Bodenbearbeitung auf IX 112.
 - Wasserkapazität IX 101.
 - Wasserverdunstung bei verschiedener Struktur des IX 199.
- Lehme, Absorptionsfähigkeit VIII 197.
- Allophan und Argillitoide als Zersetzungsprodukte der VII 17.
 - als Ausgangsmaterial für die Töpferei bei Naturvölkern X 83.
 - als Baumaterial V 440; X 81f. [VII 1.
 - als Bodenkonstituent
 - Beziehungen zu Süßwassersedimenten V 107.
- Lehme, Bodenatmung im VIII 606.
- Eigenschaften in Hinsicht auf technische Verwertbarkeit X 188.
 - Entmischung unter dem Einfluß des Grundwassers V 307.
 - Geophagie der Naturvölker und X 74, 77.
 - Größe der Wasserdampfadsorption durch VI 216.
 - in der Technik der Naturvölker X 79f.
 - in mineralogisch-geologischer Hinsicht I 137.
 - Kohlensäureproduktion in VIII 609, 615.
 - Saugkraft VI 103.
 - spezifischer Widerstand VI 379.
 - Volumvermehrung durch Quellung VII 74.
 - Wärmeleitungsvermögen V 34.
 - Wasserdurchlässigkeit und Elektrolytgehalt des VI 192, 193.
 - Ziegelherstellung durch Lufttrocknung des X 82.
- Lehmmergel IV 109.
- Lehmmörtel X 192.
- Leichenbeerdigung X 255 bis 257.
- Eisboden und V 431.
 - Grabtiefe bei X 256.
 - „Verwesungsmüdigkeit“ der Böden bei X 257.
- Leitfähigkeit I 192.
- elektrolytische vgl. elektrolytische Leitfähigkeit.
 - Temperatur vgl. Temperaturleitfähigkeit.
 - Wärme vgl. Wärmeleitfähigkeit.
- Leitfähigkeitsäquivalente I 192.
- Leitpflanzen als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 197.
- als Grundlage zur Bodenbonitierung X 43, 51, 52.
 - Bodenreaktion und VIII 67, 304.
 - Bodentypen und V 197.
 - Heideböden VIII 87.
 - Hochmoore VIII 74, 75.
 - Humusgehalt der Böden VIII 73—75, 100.
 - Kalkgehalt und VIII 86, 89, 90, 91f.
 - Lehmboden VIII 73; X 43.
 - Niederungsmoor VIII 74.
 - Quellmoore VIII 74.
- Leitpflanzen, Rohhumus VIII 74.
- Schwarzerde VIII 75.
 - Tonboden VIII 72; X 43.
 - Wiesenmoor VIII 74.
 - zur Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit VIII 56.
- LEMMERMANN-Methode VIII 174—183.
- Ausführung VIII 175 bis 178.
 - Bewertung VIII 179 bis 181.
 - Fehlerquellen VIII 182.
 - Grenzwerte VIII 178.
 - NEUBAUER-Methode im Vergleich mit VIII 178 bis 181.
 - Zitronensäure-Methode im Vergleich mit VIII 143.
- Leptotrix vgl. Ockerbakterien, Eisenbakterien.
- Letten bei der Bildung der Schiefertone IV 89f.
- Beziehungen zu Süßwassersedimenten V 107f.
 - Eigenschaften X 187.
 - Verwitterung IV 108.
 - zur Bodenmelioration X 130.
- Lettenböden IV 109.
- durch Verwitterung der Schiefertone IV 91.
 - landwirtschaftliche Nutzungsfähigkeit V 369.
- Lettland, Bodenkartierung X 326.
- Leuchttorf IV 148.
- Leucit, Ammoniakauswaschung und VIII 252.
- Basenaustauschversuche am VIII 195.
 - Hydratwassergehalt VIII 232.
 - in mineralogischer Beziehung I 94.
- Leunakalk IX 268.
- Leunasalpeter IX 253.
- Bodenstruktur und VII 80.
 - Zusammensetzung IX 246.
- Lias, Böden der IV 103, 104; V 376, 409.
- Liassandstein, Böden des IV 82; V 277.
- Lichtbrechung als Mittel zur Erkennung der Minerale VII 24f.
- Lichteinfluß auf Keimpflanzenmethode VIII 501.
- auf Vegetationsversuchsergebnisse VIII 553.

- Lichteinfluß auf Waldstreu-
zersetzung IX 392.
- Lichtklima, Höhenlage, Boden-
bildung und III 189, 254.
— Profilbau und V 18.
- Lignin, Abbau II 233.
— Ähnlichkeit mit Huminsäuren VII 191, 192; VIII 229.
— als bodenbildender Pflanzenbestandteil I 152, 157 bis 163; VII 117.
— Bildung aus Kohlehydraten VII 192.
— Humifizierung und VII 128, 187.
— Humusbildung und VII 138; IX 390.
— Humusstoffe als Gemisch von Eiweißstoffen und VII 127.
— Kohlenstoffgehalt VII 144.
— Löslichkeitsstufen VII 128.
— Mikroorganismen der Zersetzung des VII 321.
— Streuzersetzung verschiedener Holzarten und IX 390.
— Zersetzung bei der Humusbildung VII 126; IX 390.
— Zusammensetzung I 160; VII 191.
- Ligninhumus VII 130, 136.
— im Verlauf der Humusbildung VII 137, 138.
— Rolle bei der Entstehung schwarzer humusartiger Stoffe VII 201.
- Lignintheorie der Kohlebildung VII 189f.
- Limane VIII 650.
- Limanschlamm als Heilmittel X 79, 137.
— Schwefeleisen im VIII 650; X 137.
- limnische Bodenkartierung V 104.
- limnische Ödländereien und ihre landwirtschaftliche Nutzbarmachung X 129.
- limnischer Torf IV 234; V 115; vgl. Dy.
- Limnologie, Beziehungen zur Bodenkunde V 98, 189.
— Methodik der V 102f.
— regionale V 161—189.
- Limnoquarzite V 108.
— technische Verwertbarkeit X 134.
- Limonit vgl. Raseneisenerz, Ocker, Brauneisenstein.
- Limonit als Lateritelement III 395.
— Anreicherung in Rost-erden III 147.
— im Moor IV 160.
— in mineralogischer Beziehung I 104.
— See-Erz in Form von V 113.
— Verbreitung IV 177.
- linearer Ausdehnungskoeffizient, Bedeutung für Temperaturverwitterung II 166.
— Begriffsbestimmung I 183.
— einiger Gesteine II 166.
— Eis I 261; II 174.
— verschiedener Kristalle I 184—188.
- Litauen, Bodenkartierung X 327.
- Lithosphäre I 19.
— als bodenbildender Faktor III 23.
- Lithosphärenwasser V 49f.
— Hydrosphärenwasser als Lieferant des V 93.
- litorale Ablagerungen I 252.
- Litoralde V 119.
- Lochverwitterung vgl. Kleinformen der Verwitterung.
— Alaunablösungen und II 276f.
— Entstehung II 270.
- Lockerablagerungen in der Wüste III 475f.; vgl. Aufschüttungsböden.
- Loew-Methode VIII 331.
- Löschkalk IX 268.
- Löslichkeitsprodukt I 202, 203.
- Lösungen, Begriffskennzeichnung I 203.
— isosmotische I 191.
— kolloide I 206.
— Korngrößenermittlung und spezifisches Gewicht einiger VI 27.
- Lösungstheorie vgl. Rückstandstheorie.
- Lösungsverwitterung, chemische II 193—200.
- Löß I 73, 304—308; IV 261 bis 265.
— als äolische Bildung I 138, 304f.; IV 110, 261; V 238, 346, 348; VII 340.
— als Aufschüttungsboden IV 227, 261.
— als Ausgangsmaterial in der Keramik X 188.
— als echte Absatzgesteine IV 227.
— als Glazialprodukt IV 261, 302.
- Löß als Heilmittel X 79.
— als Klimazeuge II 118, 138.
— Badob auf III 348.
— Bedeutung für Paläoklimatologie II 96.
— Beschaffenheit III 81, 82; IV 110; V 346, 347, 355.
— Bildung I 138, 150, 304, 305; IV 110, 261.
— Bodentypen des V 360f.
— Braunerde auf III 178, 179.
— Flechtenrasen und IV 261.
— Flottsandbildung aus V 360.
— Gelblehm auf III 193.
— grauer IV 262.
— Grauerden auf III 311; V 360.
— im Eiszeitalter II 109, 110, 115, 126, 127, 138; IV 261f.
— interglaziale Lehmschichten im IV 262—265.
— Kalkkonkretionen im IV 110, 261, 293.
— Konstanz des Humusgehaltes des V 351.
— Kulturentwicklung im Gebiete des V 434, 441—443, 452.
— Landschaftsbild im Gebiete des V 239, 240, 243, 244.
— landwirtschaftliche Nutzung V 347f., 369—371, 389f.
— Luftadsorption als Ursache der schütten Lagerung des VI 318.
— Luftkapazität und Wasserkapazität im IX 102.
— Molkenboden als entarteter IX 403.
— physikalische Eigenschaften V 346.
— podsolierte Böden auf III 171.
— Podsolierung zu Grauerde unter Wald V 347f., 368.
— Profile IV 262f.; V 360f., 402.
— Steppenschwarzerden auf III 181, 263, 264, 269, 270; V 346, 391.
— subtropische Schwarzerden auf III 344, 348.
— Verbreitung in Deutschland V 346f.
— Verwitterung des IV 110, 111, 261.
— Verwitterung zu Lößlehm IV 110, 111, 261.

- Löß, Zusammensetzung III 193, 269, 270; IV 263, 264; V 385.
- Lößkindl IV 110; V 356.
- Lößkonkretionen V 356.
- Lößlehm, Brauneisenkonkretionen im V 356.
- Einlagerung fossiler Roterden im IV 258.
- landwirtschaftliche Nutzung V 347, 409.
- Porenvolumen VI 270.
- Verbreitung in Deutschland V 347f.
- Verwitterung des Löß zu IV 110, 111, 261.
- Zusammensetzung III 191, 193.
- Lößschwarzerden I 306; IV 110.
- Profil IV 262, 263.
- Tirs als I 306.
- lowlevel-Laterite III 390.
- Lückenhiebe IX 426.
- Luft vgl. atmosphärische Luft, Bodenluft, untere Luftschicht.
- Absorptionskoeffizienten im Wasser VI 145.
- Temperaturleitungskoeffizient der VI 208.
- Verhalten des Bodens gegen VI 253—342.
- Wärmeaustausch zwischen Boden und II 9, 68 bis 81; vgl. VI 342.
- Zähigkeit VI 161.
- Luftadsorption VI 316—318.
- als Ursache der Moorbodenvermullung IX 8.
- als Ursache der Schwerbenetzbarkeit der Böden I 225; VI 94, 240, 316, 318—322; IX 8, 380.
- als Ursache leichter Transportfähigkeit der Böden VI 320, 321.
- Bedeutung für Pflanzenwachstum bei Überschwemmungen VI 319.
- bei Bodenaustrocknung IV 205.
- Faktoren der VI 316.
- Schaumbildung als Folge der VI 318, 319.
- Toteggen und VI 318.
- Luftbewegung vgl. Wind.
- ablenkende Kraft der Erdrotation auf II 15, 84.
- als klimatisches Element II 14—20, 84—86.
- Bewaldung in ihrem Einfluß auf II 84, 85.
- Entstehung II 14—18.
- Taubildung und VI 220.
- Luftbewegung, Wasserverdunstung aus dem Boden und VI 230, 231.
- Luftdruck I 145.
- als klimatisches Element II 2, 14—20.
- Bodenluftströmungen und VI 203.
- Bodenluft und VI 282, 283.
- Dränwasserabfluß in Abhängigkeit von VI 146.
- Gasabsorption im Grundwasser und VI 145, 191.
- Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre in Abhängigkeit von VI 303f.
- Grundwasser und VI 144 bis 147.
- Hygroskopizität und VI 338.
- Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft und VI 258.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft und I 148; VI 286, 287.
- Quellschüttung in Abhängigkeit von VI 146.
- Radium-Emanationsgehalt der Böden und VI 295.
- regionale Verteilung II 84.
- Verdunstung und VI 230, 231.
- Sickerwasserbewegung und VI 191.
- Luftdurchlässigkeit des Bodens VI 306f.
- Absaugmethode zur Bestimmung der VI 137 bis 141.
- Bodenstruktur und IX 164.
- Korngröße und VI 169.
- Pflugsohle und VI 194.
- Porenvolumen und VI 170.
- zur Bestimmung der Durchlässigkeitsziffer VI 168f.
- Luftfeuchtigkeit II 86, 87; vgl. Feuchtigkeit.
- als klimatisches Element II 20—26, 86, 87.
- hygroskopische Wassermenge in Abhängigkeit von der relativen VI 75.
- im Schwarzerdegebiet III 281.
- in den verschiedenen Erdteilen II 35—53.
- in Wüstengebieten III 442.
- Regenwürmer und VII 396.
- Luftfeuchtigkeit, Verdunstung und relative VI 244.
- Wasserverdunstung aus dem Boden und VI 229, 230.
- Luftgehalt, aufsteigendes Kapillarwasser VI 97.
- Bestimmung im gewachsenen Moorboden V 227.
- Luftkalkmörtel X 191.
- Luftkapazität VI 279—282.
- als Maß der Durchlüftung IX 111.
- auf Fräs- und Pflugland IX 146, 148.
- Bakteriengehalt der Böden und VII 259, 260; IX 2.
- Bedeutung für Pflanzenwachstum VI 40, 281; IX 2, 104.
- Begriffsbestimmung VI 40, 279.
- Bestimmung im gewachsenen Boden V 222f.; VI 281.
- Bodenreaktion und VIII 309, 310.
- Bodenstruktur und IX 124.
- Bodentiefe und VI 281.
- Bodenwasser und IX 2.
- forstlicher Unterbau und IX 427.
- im Teichboden IX 317.
- intermittierende Bodenfilterung und X 249.
- Kahlschlag und IX 424.
- Notwendigkeit der Bodenmelioration nach Höhe der VI 280.
- Regenwürmer und VI 281; VII 402.
- verschiedener Bodenarten VI 280; IX 3, 101, 102, 111.
- Waldbodenbonität und IX 385.
- Lufttemperatur II 68—84.
- Ammoniakgehalt der atmosphärischen Luft und VI 265.
- Bodenlufttemperatur und II 9, 68—81.
- bodennahe VI 208.
- Durchlässigkeit des Bodens für Luft und VI 309.
- im Braunerde- und Podsolgebiet III 159, 178.
- im Hochgebirge III 97.
- in arktischen Gebieten III 29, 31, 46, 47.
- in der Steppenregion III 280.

- Lufttemperatur in subtropischen Schwarzerdegebieten III 350.
 — in Wüstengebieten III 443.
 — Schneedecke, Vorkommen der Dauerfrostböden und III 36.
 — Verdunstung und VI 227, 228.
 — Wald in seinem Einfluß auf II 81.
 — Wasserdurchlässigkeit und VI 160.
 Luftvolumen des Bodens vgl. Hohlraumvolumen, Porenvolumen.
 Luftwiderstand im Boden VI 108.
 Luxuskonsumtion IX 349, 351.
 — Auswertung der Vegetationsversuche und VIII 533.
 — Nährstoffbedürfnis und VIII 447, 448.
 lyophile Emulsoide, Begriffskennzeichnung I 205.
 — Humus als VII 52.
 lyophile Kolloide, Begriffskennzeichnung I 205.
 — Humus als VII 52.
 Lysimeterversuche I 70; vgl. Filterversuche.
 — Nährstoffauswaschung und ihre Ermittlung durch IX 225.
 — Niederschläge, Wasserbedarf der Pflanzen und IX 7.
 — Prüfung der Hackkultur mittels IX 203.
 — zur Bestimmung der Sickerwassermengen VI 196, 197; IX 106.
 — zur Ermittlung der löslichen Gesteinsbestandteile II 213f.
 — zur Verdunstungsmessung VI 245.
 Mäanderfurchen der Kalkgerölle III 491.
 Mäanderung der Flüsse I 234.
 Maar, Bodenbeschaffenheit der V 174.
 — geringes Einzugsgebiet der V 172.
 Mächtigkeit der Aufschüttungsböden V 242.
 — der Gletscher I 265.
 — der Moorböden und ihre Ermittlung durch Peilungen V 211 (Abb.).
 Mächtigkeit der Profilschichten als Beobachtungsmoment bei Bodenbeurteilung V 195, 201.
 — Eigenformen der Böden in Abhängigkeit von V 242.
 Madagaskar, allitischer Rotlehm von III 402.
 — Bodenkartierung X 418.
 — Gold im Laterit von III 399.
 — Lateritanalysen von III 401.
 — Tonerdekruste von III 406.
 Magerungsmittel bei der Herstellung keramischer Produkte X 200.
 — zum Brennen der Tone X 189.
 Magma, vadoses Wasser und Aufdringen des V 52.
 — Wasserdampfentbindung aus dem V 50.
 — Wasser im V 49.
 magmatisches Wasser V 49 bis 61.
 — Gründe für die Existenz des V 58, 59.
 magmatogenes Grundwasser V 83.
 Magnesia vgl. Kalkfaktor, als Flußmittel beim Brennen der Tone X 189.
 — Analogien zum Verhalten des Kalkes bei den Holzarten IX 351.
 — Ausfällung aus Teichwasser IX 326.
 — Bedarf verschiedener Holzarten an IX 358.
 — Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 170, 171.
 — chemische Bestimmung in der Bauschanalyse VII 224, 225.
 — Entzug der Holzartenpflänzlinge an IX 447.
 — HEINRICHSche Methode und Grenzwerte für VIII 471.
 — im Kreislauf der Stoffe VIII 601.
 — in der Reihenfolge der absorbierten Basen VIII 189, 222.
 — Mangelercheinungen der Waldbäume an IX 351.
 — mikrochemische Bestimmung VII 36.
 — Pflanzenaussehen beim Mangel an VIII 468.
 — Pflanzen und VIII 69.
 — Vergleich mit Kalkwirkung in kolloidchemischer Beziehung VII 71, 76.
 Magnesia, Wasserdurchlässigkeit der Böden und VII 76.
 — Wasserlöslichkeit unter dem Einfluß von Kalziumbikarbonat VIII 251.
 — Wirkung im Vergleich zum Kalk IX 279.
 — Wirkungswert IX 531.
 Magnesiadünger, Abbau des organischen Stickstoffs und IX 281.
 — Wirkung auf Bodengefüge IX 279.
 — zur Teichbodenmelioration IX 322.
 Magnesiaihärte des Wassers X 228.
 Magnesiamörtel X 192.
 Magnesit vgl. Magnesiumkarbonat.
 — in mineralogischer Hinsicht I 106.
 Magnesiumchlorid als Wüstensalz III 480.
 — Durchlässigkeit des Bodens und VIII 278.
 — Hygroskopizitätserhöhung durch Düngung mit IX 241.
 — Pflanzenproduktion und VIII 456.
 — Phosphorsäurelöslichkeit und VIII 261.
 — Verdunstungsherabsetzung durch IX 241.
 Magnesiumkarbonat, Löslichkeitsverhältnisse II 195 bis 198.
 — Phosphorsäureabsorption und VIII 261.
 Magnesiumsulfat als betonfeindliches Salz X 182.
 — als Wüstensalz III 480.
 — Unempfindlichkeit des Azotobacters gegen VII 303.
 Magnetit als bodenbildendes Mineral I 105.
 — als Lateritmineral III 393, 394, 436.
 — Entfernung bei mineralogischer Bodenuntersuchung VI 40.
 — spezifisches Gewicht VII 41.
 Maibolt IV 149, 175, 176.
 — als Gleioboden IV 172.
 — Ferrosulfat und Giftwirkung des V 305.
 Maikäfer und seine Beziehungen zum Boden VII 417.
 Makroschichtung der Sedimente in Seen V 129.

- Malaria in ihren Beziehungen zum Boden X 217—219.
- Mandschurei, Bodenkartierung X 388.
- Mangan, Ablagerung in Seeböden V 114.
- als färbendes Agens III 258.
- als Grundwasserabsatz III 134.
- Anregung der Stickstoffbindung des Azotobacters durch VII 303.
- Basenaustausch der Neutralsalze gegen VIII 232.
- Bedarf verschiedener Holzarten an IX 358.
- Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 170, 171.
- Beteiligung an Rindenbildung III 491f.
- chemische Bestimmung in der Bauschanalyse VII 221, 222.
- chemische Trennung der Sesquioxide von VII 210 bis 212.
- Gehalt im Laterit III 392, 397.
- Kalkmangel und Aufnehmbarkeit des IX 352.
- Nachweis VIII 461.
- Nitrifikation und VIII 460.
- Reizwirkung des VIII 454, 460.
- Schädigungen des VIII 460.
- Schutzwirkung auf Eisenhydroxyd III 225.
- Trinkwasser und X 231.
- Verbrauch der Fichte an IX 446.
- Mangankonkretionen im Laterit III 397.
- Manganmikroorganismen VII 332.
- Manganrinden III 491f.
- Entstehung III 499f.
- in der Nomenklatur der Rindenbildungen V 44.
- Zusammensetzung III 498, 499.
- Mangelversuche, Ermittlung des Düngedürfnisses durch VIII 529.
- Plan eines VIII 531.
- qualitative Auswertung der Ergebnisse des VIII 539.
- Mangroveböden IV 194.
- als Marschböden IV 186.
- Begünstigung der Bildung durch Vegetation I 254; IV 192 (Abb.), 193 (Abb.); VII 351 (Abb.), 352.
- Mangroveböden, Fehlen des Torfes in IV 192, 194.
- Tiere und VII 414.
- Verbreitung IV 192—195.
- Mangrovesümpfe IV 191 bis 193; VII 351 (Abb.).
- Fehlen des Torfes in IV 192, 194.
- Landschaftsbild und V 234, 266.
- Muddebildung im IV 147.
- Vegetation und VII 352.
- Mangrowälder IV 191; VII 352.
- Flora der IV 192 (Abb.), 193 (Abb.).
- Tätigkeit der Krebse in VII 414.
- Markasit als bodenbildendes Mineral I 110.
- als Neubildung im Laterit IV 281.
- im Maibolt IV 176.
- in Mooren IV 160, 161.
- in Pulvererde IV 176.
- in Unterwasserböden V 115.
- Marmor als metamorpher Kalkstein I 114.
- Dolomit- I 143.
- Kalk- I 143.
- marine Abrasion I 250; vgl. Abrasion.
- marine Entdeckung der Böden IV 236, 237.
- marine Sedimente, Einteilung I 252, 253.
- Schwarzerdebildung und III 285.
- marines Grundwasser V 67.
- marines Infiltrationswasser V 95.
- maritimes Klima II 26, 73.
- Marokko, Gelberden in V 233, 257.
- Roterde in III 185.
- Schwarzerde in III 347, 348.
- Marsch vgl. Seemarsch, Flußmarsch, Salzmarsch.
- Bildungsbedingungen der VII 348—350; IX 83 bis 86.
- Charakteristik IV 162.
- Eindeichung zur Erhaltung der IX 86.
- Fruchtbarkeit VII 350.
- Knick als Alterserscheinung der V 47.
- Vegetation und VII 348 bis 350.
- Marschboden IV 162—178; V 238; IX 83—88.
- Bildung des V 301, 302; IX 83f.
- Marschboden, Bodenaustrocknung und Löslichkeit der Nährstoffe des IX 117.
- Bodendurchlüftung und VI 314.
- chemische Beschaffenheit VI 166f.
- Darg unter IV 149.
- Einteilung IV 165.
- Flora als Indikator für Kulturfähigkeit eingedeichter VIII 83.
- Geeignetheit als Kulturboden VIII 28, 29; IX 87.
- Hackkultur auf IX 205.
- Kalkgehalt zur Altersbestimmung des IV 169.
- Knick im VIII 314; IX 88, 235.
- Krebse und VII 413.
- Kuhlerde zur Verbesserung des IV 174; IX 88 bis 92.
- Kulturentwicklung im Gebiete des V 435.
- Kulturwert IV 72.
- Mächtigkeit V 302.
- Mangroveböden als IV 186.
- Mikroorganismengehalt VII 263.
- Nährstoffabsorption durch IV 171.
- Nährstoffgehalt IV 168f.; VIII 28, 29.
- Nutzungsmöglichkeit IX 87.
- physikalische Beschaffenheit IV 164—166.
- Profil V 29—31, 42, 303, 304.
- Salzgehalt und Porenvolumen der VI 277.
- Sandwurm und IV 167; VII 412.
- Schwefeleisen im IV 170.
- Stickstoffgehalt IX 243.
- Vegetation und VII 348 bis 350.
- Verwitterung des eingedeichten IV 167f.
- Marschwiese, Auswaschung der Chloride als Voraussetzung für Fruchtbarkeit der VII 352.
- Entstehung aus Strandwiesen VII 351, 352.
- Vegetationsentwicklung bei der Entstehung der IX 86.
- Massenbewegung, Arten der I 314, 315, 320.
- Beispiele einzelner I 313 bis 320; III 101.

- Massenbewegung in der Wüste III 478, 479.
 — Massentransport und I 309, 310.
 — subaerische I 309—320.
 Massentransport I 309, 310.
 — in der Wüste III 478.
 Massenwirkungsgesetz I 189 bis 203.
 — Löslichkeitsprodukt und I 202, 203.
 — OSTWALDSches Verdünnungsgesetz und I 198.
 — Umsetzungen im Boden I 189.
 matièrre noire, Bedeutung als Pflanzennährstoffquelle VII 167.
 — Bedeutung für Fruchtbarkeit X 22.
 — Bestimmung I 73; IV 125, VII 163, 164.
 — Gleichsetzung mit aktivem Bodenkomplex VII 177.
 — Humifizierungsgrad und IV 125.
 Maulwurf, Bodentiefe und VII 429.
 — Einwirkung auf Boden VII 430, 431.
 — Tätigkeit als Bodenbeurteilungsmoment V 198.
 — Verbreitung VII 428, 429.
 Maulwurfsdränung IX 38 bis 40.
 Maulwurfshöhlen vgl. Krotowinen.
 Maulwurfspflug IX 40.
 maximale Spannkraft für Wasserdampf VI 223, 228, 229.
 maximale Taumenge V 210.
 maximale Wasserkapazität VI 130, 136.
 — Korngröße und VI 130, 131.
 mechanische Bodenanalyse vgl. Korngröße, Bodenfraktionen.
 — Absatzmethoden zur vgl. Sedimentierverfahren.
 — bei der Vorbereitung zur mineralogischen Untersuchung VII 39.
 — Beeinflussung der Ergebnisse durch Salzgehalt der Böden VI 20.
 — Dispergierung der Bodenkrümel bei VII 81.
 — Durchführung VI 1—28.
 — Geeignetheit zur Bodenbonitierung X 31.
 — Geschichtliches I 32, 42, 48, 54, 62, 79; VI 8.
 mechanische Bodenanalyse, mikroskopische Auszählung zur VI 27.
 — mittels Lösungen von verschiedenem spezifischen Gewicht VI 27.
 — Pipettmethoden zur vgl. Pipettmethoden.
 — Sedimentiermethoden zur, vgl. Sedimentierverfahren.
 — Siebmethode zur, vgl. Siebmethode.
 — Spülmethode zur, vgl. Spülmethode.
 — Vorbereitungsmethoden bei VI 3—7, 13, 19, 20 26.
 — Zentrifugalkraft zur VI 27.
 — zur bautechnischen Bodenuntersuchung X 160, 161.
 mechanische Verwitterung vgl. physikalische Verwitterung.
 — Arten der II 171f., 190, 191.
 — im Kambrium und Präkambrium IV 304.
 — im Polargebiet III 45f.; V 245.
 — im Savannengebiet III 365.
 — in der Wüste III 464; V 260.
 — Landschaftsbild und V 229—231.
 — Versuche über die Größe der II 180—184.
 — Vorherrschen in den ältesten geologischen Zeiten IV 304.
 mechanische Zusammensetzung als Grundlage der Bodenkartierung X 262, 263, 282f., 307, 311f., 357, 363, 387.
 — aride Roterden III 256.
 — arktischer Böden III 63.
 — arktischer Schlickbildungen III 62.
 — Badob III 348.
 — Bedeutung für Kulturböden VIII 8—11.
 — black adobe III 346, 347.
 — Braunerde III 171, 172.
 — Diatomeenocker V 114.
 — Flottsande IV 182.
 — Grauerden III 312.
 — Hauptmuschelkalkboden IV 101.
 — kastanienbraune Böden III 298.
 — Knick IV 174.
 — Kryokonit III 81, 82.
 — Löß III 81, 82; V 347, 355.
 mechanische Zusammensetzung, Marschböden IV 164 bis 166.
 — Molkenboden V 372.
 — Podsolprofil III 153 bis 155.
 — Prärieböden III 294.
 — Roterden III 230, 233.
 — Schlick I 253, 254; IV 165.
 — Schwarzerde V 352.
 — Schwimmsande X 172.
 — Steppenbraunerden III 308.
 — Steppenschwarzerde III 265, 266, 269.
 — Szikbodeneinteilung nach III 338, 339.
 — Tongyttja V 108.
 — Verbreitung der Pflanzen und VIII 58.
 — Waldbodenprofil III 153 bis 155.
 — Wellenalkboden IV 98.
 — Wüstenschutt III 463.
 — Wüstenstaub III 467, 468.
 — Zähigkeit der Fließerden und IV 179.
 Mecklenburg, Bodentypenkarte V 328, 329 (Abb.).
 Mediterranklima II 49, 50; III 215—217.
 — Kulturentwicklung im V 437—439.
 — Landschaftsbild im V 257.
 — Terra rossa als Produkt des III 219.
 Mediterran-Roterde III 194 bis 257; vgl. Roterde, Terra rossa.
 — Abhängigkeit vom Kalk als Muttergestein III 195, 199f.
 — Allgemeines III 194—230.
 — als besondere Form der Roterden III 194.
 — Charakteristik III 195f.
 — chemische Beschaffenheit III 233—257.
 — Entstehungsweise III 199 bis 230.
 — Kalk als Muttergestein der III 195, 199f., 203f., 220; IV 251.
 — Klima und III 195f.
 — physikalische Beschaffenheit III 230—233.
 — Verbreitung III 196—198.
 Meer vgl. Gezeiten.
 — aufbauende Tätigkeit des I 252—257; V 238.
 — Einfluß auf Temperatur II 12, 72f.
 — Gesteinsaufbereitung durch I 242—257; V 238.

- Meer, Kohlensäuregehalt der Luft unter dem Einfluß des VI 256.
 — Mineralneubildung im IV 244.
 — relative Feuchtigkeit und II 87.
 — Verbreitung I 242.
 — Verdunstungsgröße II 20; VI 222.
 — Verschwinden im Karst V 97.
 — zerstörende Tätigkeit des I 245—252; V 238.
- Meeresboden und seine Kartierung X 269.
- Meeresdünen vgl. Dünen.
- Meererosion I 245—252.
- Meeresschlamm I 254.
- Meeresediment I 252.
- Meeresüberschwemmungen vgl. Überschwemmungen.
 — Kochsalzwirkungen der VIII 296.
 — physikalische Bodeneigenschaften und VII 53.
 — Schädigungen durch VIII 271.
 — ungünstige Wirkung durch Natriumionen VIII 277.
 — Veränderung des Gehalts an austauschbaren Basen durch VIII 279.
- Meerlebermudde IV 147.
- Meerwasser als Grundwasser V 96.
 — als Lieferant gewisser Luftbestandteile I 149, 150; VII 337.
 — als Lösungsmittel I 245.
 — analytischer Vergleich mit Flußwasser I 244.
 — Azotobacter im VII 303, 306.
 — Entkalkung der Böden durch Kochsalzgehalt des VIII 296, 297.
 — Entsalzung als Bodenabsorption I 33.
 — Fischproduktion im IX 306.
 — Flechten und VII 337.
 — fossiles V 66.
 — Gesteinszersetzung durch II 159 vgl. Halmyrolyse.
 — hydrodynamische Grundlagen der Wasserbewegung des I 245—249.
 — Infiltrationswasser und V 76.
 — Kalziumchloridgehalt des V 62.
 — Marschbodenbildung und IV 166f.; V 238.
- Meerwasser, Nährstoffgehalt des IX 306, 307.
 — Pflanzenschädlichkeit durch Kochsalzgehalt des IX 374.
 — Radioaktivität VI 392.
 — Ursachen der verschlammenden Wirkung des VII 76.
 — Verdunstung im Vergleich zu der des Süßwassers VI 222.
 — Zusammensetzung I 244, 245; III 317.
- Melanin als Sammelname für dunkle Pigmente VII 131, 199.
 — Aspergillus und Bildung des VII 200, 201; VIII 658, 659.
 — Azotobacter und Entstehung des VII 300; VIII 657.
 — Entstehung VII 199, 200.
 — mikrobieller Einfluß auf Bildung des VIII 656 bis 661.
 — oxydierende Fermente bei VII 130, 132.
 — Umwandlung des Tyrosins zu VIII 657, 658.
 — Zusammensetzung VII 199.
- Melaninhumus VII 131.
 — im Verlauf der Humusbildung VII 137, 138.
 — Rolle bei der Entstehung der schwarzen humusartigen Stoffe VII 201.
- Melaphyr als bodenbildendes Gestein I 128, 129.
 — als paläovulkanisches Gestein IV 93.
 — Böden des IV 59—61; V 276.
 — Zusammensetzung I 128; IV 60.
- Melasseschlempedünger IX 259.
- Melnikowit in Erzseeböden V 113, 115.
- Mercaptane und ihre mikrobielle Entstehung VII 328.
- Mergel vgl. Geschiebemergel.
 — als Bodenkonstituent VII 2.
 — als Kalkdüngemittel IX 268.
 — als mechanisches Sediment I 140.
 — Arten IV 109.
 — Beziehungen zu Süßwassersedimenten V 106f.
 — Böden der IV 109, 110.
- Mergel, Bodenverbesserung ortstieführender Böden durch IX 467.
 — Digoerde als IX 92.
 — Einfluß auf Ton VIII 275.
 — Einteilung nach Tonerdegehalt X 192.
 — Förderung der Nitrifikation durch Zusatz von IX 251.
 — Geschichtliches über die Verwendung des I 36, 42, 57.
 — Herabsetzung der Zinkschädigungen durch VIII 459.
 — Mahlfeinheit der IX 268.
 — Podsolböden und Düngung mit III 129.
 — Vegetationsversuch als Mittel zur Prüfung der Wirkungsweise des VIII 546.
 — Verwendung in Forstgärten IX 449.
 — Wirkung bei gleichzeitiger Stallmistgabe VIII 310.
 — zur Behebung der Bodenazidität I 57.
 — zur Herstellung der hydraulischen Kalke X 192.
 — zur Melioration der Sandböden V 336; IX 92.
- Mergelböden IV 109f.; V 382.
 — Geeignetheit zum Teichboden IX 305.
 — in der landwirtschaftlichen Bodenklassifikation VIII 21.
- Mergelkalke X 192.
- Mergelknauer im Regur III 345.
- Mergelsand als Bezeichnung für Flottsande IV 181.
 — Kulturwert IV 72.
- Merslota vgl. Frostboden, Gefrorenis.
- mesophile Mikroorganismen VII 261.
 — Temperatur und Wachstumsoptimum der VII 247.
- Mesophyten VIII 75.
- mesotrophe Torfarten IV 130, 134, 139, 152, 153, 209; VIII 25.
- metamorphe Gesteine I 142 bis 145.
 — Bildungsweise I 142.
 — Böden der IV 63—69; V 400.
 — Charakteristik I 113, 114.
- Metamorphose, Bedeutung bei Salzlagertstätten I 139.

- Metamorphose, Begriffskennzeichnung I 89, 113.
 — Gesteinszersetzung und II 153.
 — hydrothermale II 157.
 — im Gegensatz zur Verwitterung II 148, 153, 156f.
 — Umwandlung des Allits im Korund durch IV 246.
 — Unterscheidung von Anchimetamorphose II 156; IV 242.
 metasomatische Vorgänge III 224.
 — Gesteinsbildung und I 114.
 — konkretionsähnliche Gebilde in der Roterde und III 243.
 — Neubildung von Mineralien als I 89.
 — zur Erklärung der Roterdebildung III 225.
 meteorisches Wasser V 76.
 Meteoriten, Herkunft des kosmischen Staubes und I 293.
 — Radioaktivität VI 390.
 Methan, Absorptionskoeffizienten im Wasser VI 145.
 — Adsorption durch Boden VI 334.
 — bakterielle Bildung im Teichboden IX 318, 334.
 — im Stoffkreislauf der Faulschlammgewässer V 120.
 — in der atmosphärischen Luft I 149; VI 267.
 — in der Bodenluft VI 301, 302.
 — in Mooren IV 158, 159.
 — mikrobielle Bildung aus organischen Säuren VII 324.
 — mikrobielle Verarbeitung des VII 325.
 — Oxydation durch Mikroorganismen im Teichboden IX 334.
 — Radiumemanationsgehalt VI 395.
 — technische Ausnutzung des in Mooren befindlichen IV 158.
 — Zelluloseabbau und II 228, 229; vgl. VII 313—315.
 Methanvergärung der Zellulose II 228, 229; VII 313 bis 315.
 — Nährlösung zur Hervorbringung der II 228; VII 314.
 — OMELIANSKI-Bakterien zur VII 313, 314 (Abb.).
 Methanvergärung, Stoffwechselprodukte der II 228; VII 314.
 Miasma X 208.
 mikrochemische Untersuchungen der Bodenmineralien VII 34—36.
 mikrobielle Umsetzungen — Bewertung VII 249, 250.
 — Fruchtbarkeitszustand und seine Feststellung durch VIII 668—671.
 — Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis und VIII 602.
 — zur Bestimmung des Nährstoffbedarfs der Pflanzen VIII 664—668.
 — zur Bestimmung des Stickstoffdüngedürfnisses VIII 450—452.
 — zur Feststellung der Bodenreaktion VIII 663, 664.
 Mikrobiologie des Bodens im Teiche IX 330—343.
 — Kennzeichnung VII 239.
 — Salzgehalt des Bodens in Einfluß auf VII 370f.
 mikrobiologische Bodenuntersuchung VII 249 bis 255.
 — im gewachsenen Boden VII 255.
 — Vergleich der Bestimmungsverfahren der VII 255.
 Mikroklima, Exposition und V 14.
 Mikroorganismen vgl. Pilze, Bakterien.
 — Abbau der Öle durch II 246, 247.
 — abbauende Tätigkeit der, vgl. II 225 f.; VIII 600.
 — ackerbauliche Maßnahmen zur Beeinflussung der Tätigkeit der IX 287 bis 295.
 — als Emulsionskolloide VII 47.
 — Anreicherung in der Wurzelzone VII 265, 266, 273.
 — Bildung und Oxydation von Methan und Wasserstoff im Teichboden durch IX 334.
 — Bodenabsorption der VII 48, 179, 253.
 — Bodenbearbeitung und VII 265.
 — Bodenerhitzung und VII 248; IX 284, 285.
 — Bodenfeuchtigkeit und VII 246, 259; VIII 611, 615—617, 627, 635, 636, 641, 647.
 Mikroorganismen, Bodengare und VII 69; VIII 16.
 — Bodenreaktion und VII 248, 259, 260; VIII 386—394, 599f., 620.
 — Bodentrocknung und IX 283, 284.
 — Brache und IX 295.
 — Brandkultur und IX 285.
 — der Umwandlungen anorganischer Stoffe VII 327 bis 333.
 — des Schwefelumsatzes VIII 649—652; vgl. Schwefelbakterien.
 — des Stickstoffumsatzes VII 266—308; VIII 427, 620—649.
 — Düngung und VII 265; IX 295—298.
 — Einfluß auf Verdunstung VI 236.
 — Eisen und VIII 653.
 — Eiweißabbau durch II 240 bis 246; VII 266f.; IX 216.
 — Erkennungsmethoden VII 248—255.
 — Farbstoffbildung durch VIII 658f.
 — Fettabbau durch II 246, 247; VII 322, 323.
 — freilebende stickstoffsammelnde, vgl. freilebende stickstoffsammelnde Mikroorganismen.
 — Gleiboden und IV 177.
 — Harnsäureabbau durch II 247; VII 272.
 — Harnstoffabbau durch II 247; VII 271, 272.
 — Humusbildung und VII 131f.; IX 390.
 — Humusstoffe und VII 120f.; VIII 656—662.
 — Impfung des Bodens als Maßnahme zur Beeinflussung der Tätigkeit der IX 299.
 — Jod und VIII 653.
 — Kahlschlag und IX 422, 423.
 — Kalium und VIII 653.
 — Kalkstickstoffzerersetzung durch VII 273, 274; IX 216.
 — Kalkung und VII 259, 265; VIII 653.
 — Kohlensäureproduktion und I 84; VI 295, 296; VIII 604—620; IX 3.
 — Kohlenstoffernährung der VII 246; VIII 602.
 — künstliche Düngemittel in ihrem Einfluß auf IX 298.
 — Kupfer und VIII 653.

- Mikroorganismen, Lebensbedingungen der VII 245 bis 248.
- Ligninabbau durch II 233; VII 321.
 - mineralisierende Tätigkeit der VIII 600, 602.
 - Mitwirkung bei Lateritbildung III 427.
 - Molybdän und VIII 653.
 - organische Substanz zur Assimilation für VIII 602.
 - partielle Sterilisation und IX 284, 285.
 - Pektinabbau durch II 234, 235; VII 320, 321.
 - physikalische und chemische Eingriffe zur Beeinflussung der Tätigkeit der IX 283—287.
 - Phosphatlöslichkeit durch VIII 654, 655.
 - Phosphorfestlegung durch VIII 652, 653.
 - Produktionsfähigkeit des Bodens und VIII 669.
 - Sauerstoffversorgung der VII 247.
 - Siallitbildung und IV 305.
 - Stickstoffassimilation der VII 295 f.; VIII 426, 430, 431, 648, 649; vgl. IX 209, 210.
 - Stickstoffverbrauch beim Zelluloseabbau VII 135, 185.
 - stimulierende Wirkung der Kohlensäure auf VIII 609.
 - symbiotische VII 283 f.; VIII 433, 646; IX 210.
 - Systematik der VII 240 f.
 - Tätigkeit im Moorboden IV 157 f.
 - Temperatur und VII 247, 260—262; VIII 618, 628, 634, 635, 642, 648.
 - Unterwasserböden und V 120, 137; IX 330 f.
 - Verteilung in verschiedenen Bodentypen V 286.
 - Zahl und Verbreitung im Boden VII 256—266.
 - Wasserstoffsuperoxydzerersetzung und, vgl. Katalase.
 - Wirkung von Desinfektionsmitteln auf IX 285, 286.
 - Zelluloseabbau durch II 226—233; VII 185, 313 bis 321; VIII 392, 393, 613.
 - Zink und VIII 653.
- Mikroorganismengehalt des Bodens VII 256—266.
- Mikroorganismengehalt, Beschattung und VII 258, 265.
- Bodenfeuchtigkeit und VII 259.
 - Bodenreaktion und VII 259, 260.
 - Bodentemperatur und VII 260, 262.
 - Bodentiefe und VII 257, 258.
 - Durchlüftung und VII 258, 259.
 - Erkennungsmethoden VII 248—255.
 - Humusgehalt und VII 262, 263.
 - Jahreszeiten und VII 262, 263.
 - Katalaseprobe zur Feststellung des VII 254.
 - katalytische Kraft und VII 670.
 - Kohlensäurebildung und VIII 608.
 - organische Substanz in ihrem Einfluß auf VII 262.
 - Umsetzungsversuche in ihrer Bewertung als Maßstab des VII 249 f.
- Mikroschichtung der Sedimente in Seen V 129.
- im Schlamm sediment eines Sees V 138 (Abb.).
- Mikroüberführungsapparat nach MARRSON VII 93.
- Milben VII 415, 416.
- Milchsäurebakterien als Eiweißersetzer VII 269.
- Milchsäuregärung durch VII 322.
 - Trikalziumphosphatlösung durch VIII 655.
- milder Humus VII 366.
- Bodenstruktur und VII 53.
 - Pflanzenwachstum und VII 53.
- Milzbrand in seinen Beziehungen zum Boden X 213, 214.
- Mineralbestand, Laterit III 393—399.
- Moor IV 160—162.
 - tropischer Lehm III 380.
 - Vergleich von ariden, humiden und Prärieböden III 6.
- Mineralbestandteile des Bodens, Absorptionsvermögen VIII 197, 207, 222.
- Bauschanalyse zur Untersuchung der VII 205 bis 238.
 - Bestimmung der in Salzsäure löslichen VIII 148 bis 174.
- Mineralbestandteile, Bildungsweise der Terra rossa und III 202, 202.
- chemische Untersuchung VII 33—36, 205—238.
 - Einteilung der VIII 149.
 - Ermittlung und Erkennung der VII 36—45.
 - Häufigkeit des Vorkommens einzelner VII 39.
 - in ihrer Bedeutung für Kulturboden VII 37; VIII 8—10.
 - Löslichkeit zur Erkennung der VII 33, 34.
 - mechanische Beeinflussung durch Regenwürmer VII 399, 400.
 - nachschaffende Bodenkraft und VII 37.
 - Schwinden und Schwellen des Bodens und VI 87, 88.
 - Untersuchung auf Einschlüsse VII 23.
- Mineralböden, Alpenhumus und Podsolierung der IX 389.
- Bodenreaktion in Beziehung zur Bodentiefe der IX 409.
 - Entstehung auf geologisch-petrographischer Grundlage IV 51—123.
 - Grundwasserstand und Bodennutzung bei verschiedenen IV 8.
 - Herabsetzung des spezifischen Gewichts durch Humus VI 43.
 - Kohlensäuregehalt der Bodenluft verschiedener VI 284.
 - landwirtschaftliche Bodenklassifikation der VIII 20—23; X 146.
 - Neutralsalzzersetzung auf IX 239.
 - Probeentnahme der V 204—211.
 - Richtlinien für die Düngung versauerter VIII 420.
 - spezifisches Gewicht VI 43.
 - Stickstoffvorrat in Moorböden und VIII 443.
 - Ursachen der Versauerung II 265; VIII 319; IX 238—240.
 - Wärmeausstrahlung VI 209.
 - zur Bedeckung von Dauerweiden und Wiesen IX 70.
- Mineraleinschlüsse als Untersuchungsobjekt VII 23, 24.

- Mineraleinschlüsse, Gase und Flüssigkeiten als V 52, 55, 58.
- Mineralien, Absorptionsvermögen VIII 197, 207.
- als Ausgangsmaterial zur Bodenbildung I 87—111.
- als Düngemittel II 208f., 258f.
- Angreifbarkeit durch Flechten II 252f.; VII 337.
- Bedeutung der Ausdehnungskoeffizienten für Verwitterung II 166f.
- Bestand der Eruptivgesteine an I 116—119.
- Bestand der metamorphen Gesteine an I 143.
- Bildungsweise I 88—90.
- Bodenbildung, Klima und II 194; III 6.
- Einfluß von Salzlösungen auf Löslichkeit der II 212.
- fehlende Neubildung bei Oberflächenverwitterung II 156.
- Fumarolen und Neubildung von V 61.
- gesteinsbildende I 87f.
- Humusstoffe in ihrer Wirkung auf II 264f.
- Laterit III 393—399.
- Löslichkeit verschiedener bodenbildender II 194 bis 198, 203f.
- Nährstoffaufnahme der Pflanzen aus II 258—262; VII 38.
- Neubildung bei der Tiefenverwitterung II 156.
- Neubildung in Verwitterungsgesteinen IV 228.
- Pflanzen in ihrer Einwirkung auf II 257—262.
- Poren und Wassereinschluß in V 77.
- Spaltbarkeit der vgl. Spaltbarkeit.
- thermische Ausdehnung I 183—188; II 166.
- Wärmeleitung I 170 bis 183; II 167.
- Mineralisierung, Bakterien in ihrem Einfluß auf VIII 600—602.
- des organischen Schwefels II 274; VII 168; VIII 649f.
- des organischen Stickstoffs VII 165f.; VIII 620f.
- mineralische Kraft des Bodens VIII 528.
- Mineralogie, Beziehungen zur Bodenkunde I 1, 60, 64.
- Mineralogie, Bodenkunde als Teilgebiet der I 8f.
- Geschichtliches I 41, 44.
- mineralogische Bodenuntersuchung VII 23—45.
- als Erfordernis bei der Untersuchung fossiler Böden IV 247.
- chemische Untersuchung bei VII 33—36.
- Gang der VII 38—45.
- optische Untersuchung bei VII 23—33.
- spezifische Gewichtsermittlung bei der VII 41f.
- Untersuchung im gewöhnlichen Lichte VII 23—28.
- Untersuchung im polarisierten Lichte VII 28—33.
- zur Fruchtbarkeitsermittlung VII 37.
- mineralogische Zusammensetzung, Bleicherde III 146, 148.
- der Gesteine I 111—145; vgl. IV 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65—67.
- Einfluß auf Angreifbarkeit der Gesteine durch Eis I 266, 267.
- Gang der VII 38—45.
- Kapillarität des Bodens und VI 118.
- Kryokonit III 80f.
- Laterit III 391, 393—399, 401f.
- Ortsteinprofil III 351.
- Podsolprofil III 146f.
- Steppenschwarzerde III 268.
- Süßwassersedimente V 106f.
- tropische Böden III 380.
- mineralogisch-geologische Klassifikation der Böden nach FALLOU IV 23—25, 28, 29; X 12, 13.
- nach GIRARD IV 28, 29; X 13.
- Mineralsplitter als Beobachtungsmoment bei bodenkundlicher Feldarbeit V 195, 201.
- Rolle beim Roterdebildungsproblem III 201.
- Mineralstaub vgl. Flugstaub, Staub.
- Alpenhumus und III 113.
- Roterdeproblem und III 201, 202.
- Mineraltheorie I 51, 59, 61, 62, 66; IV 17; vgl. VIII 519.
- minerogene Seeböden V 106f.
- minerogene Alphitite in V 107.
- Bedeutung für Bauwesen X 135f.
- Mischboden, äolischer I 303, 305.
- Misseboden II 131; V 40, 416.
- Mistral II 20, 50.
- MITSCHERLICH-Methode VIII 505—515, 539; IX 497f.
- Aspergillus-Methode im Vergleich mit VIII 667.
- Aufstellen der Gefäße bei VIII 563f.; IX 499f.
- Bewertung VIII 506f.
- Durchführung VIII 513, 514; IX 498f.
- Ermittlung des Stickstoffdüngedürfnisses durch VIII 445, 446, 512.
- Feldversuch nach VIII 572f.
- Grundlagen VIII 505f.
- Hafer als Versuchspflanze VIII 512; IX 501.
- Krumentiefe in ihrer Berücksichtigung bei VIII 513.
- NEUBAUER-Methode im Vergleich mit VIII 514, 515.
- PILZ-Methode im Vergleich mit VIII 451.
- quantitative Auswertung der Ergebnisse VIII 555; IX 503f.
- Übertragung der Ergebnisse auf das Feld VIII 512.
- Zitronensäuremethode im Vergleich mit VIII 143.
- Mittelamerika, Bodenkartierung X 408.
- Laterit in III 422.
- Phosphorsäuregehalt si-allitischer und allitischer Lehme von III 387.
- Rutschungen erweichter Mergel und Tuffe in V 269.
- Stickstoffgehalt si-allitischer und allitischer Lehme von III 387.
- Modeldorf X 112.
- Moder, Abbau der Streu zu IX 390.
- Alpen-, vgl. Alpenmoder.
- als Auflagehumus der Bleicherdewaldböden III 124.
- als Humusform IX 389.
- in der Gliederung der organischen Waldbodenbestandteile VII 119.
- in tropischen Waldmooren IV 204.

- Moder, Kennzeichnung IV 124, 131; VII 119.
 — Überführung des Humus durch Kahlschlag in IX 422.
 — Übergang von Torf in IV 157.
 — Unterschied von Torf IV 157; X 98.
 — Zellbaustoffgehalt in VII 128.
 Moderböden als aklimatische Bodenbildung IV 3.
 Moffetten V 61.
 moisture equivalent of soils VI 133.
 Molasse, Böden der V 406, 407.
 Molekularattraktion als Ursache der Wasseraufnahme I 220.
 — Quellung und I 225.
 Molekulartheorie von GANSSSEN VIII 154, 212f.
 — Bedeutung für Bodenkolloide VII 18.
 — Berechnungsweise VIII 156, 157.
 — Bodenreaktion und VIII 156, 157, 165, 215.
 — braune Steppenböden und III 301.
 — Lehme und V 318.
 Molkenböden III 131.
 — als entarteter Löß IX 403.
 — Entstehung V 372, 416.
 — Horizontmächtigkeit V 375, 378.
 — mechanische Zusammensetzung V 372.
 — Profil V 26, 40, 378, 403.
 — Verbreitung V 375.
 Möllern vgl. Rohhumuskultur.
 Molluskenkalk V 109—111.
 — Größe der Ablagerung an X 135.
 — in Kalkseeböden V 109, 110.
 Molybdän, Anregung der Stickstoffbindung des Azotobacter durch VII 305.
 Mongolei, Bodenkartierung X 380, 381, 388.
 Monohydrallit III 419.
 — Bauxit als IV 276, 286, 287.
 — chemische Zusammensetzung IV 277.
 — Eigenschaften IV 276.
 Monone vgl. Protone.
 — Austausch und VII 68.
 — Kalkung in ihrer Wirkung auf VII 46.
- Monone, Kennzeichnung I 217.
 — Schlämmanalysen zur Bestimmung der VII 81.
 — Verhalten bei der Quellung I 220.
 Monsun II 19, 43—47.
 Monsunwald, Bodentypen unter III 436; IV 278.
 — Klima im III 423.
 — Rotlehme im III 372.
 — Wasservorrat im III 363, 423.
 Montansalpeter IX 246, 253.
 Montenegro, Roterdeanalysen aus III 235.
 Montmorillonit als bodenbildendes Mineral I 95.
 — als Gelgemenge III 398; VII 16.
 — im Laterit III 398.
 Moorbildung I 44, 45, 55, 62, 67, 77, 81; IV 124, 125, 128—134.
 — Torfarten und IV 129f.
 — Torfmächtigkeit und IV 124.
 — Untergrund und I 59.
 — Vegetation und IV 128f.; VII 353, 354, 364, 365.
 Moorboden I 77.
 — als aklimatische Bodenbildung IV 3.
 — als extreme Humusböden VIII 23.
 — als Färbemittel bei den Naturvölkern X 69, 88.
 — Baumschädigung durch Azidität des IX 410.
 — Bazillus amylobacter im VII 296.
 — Bestimmung der organischen Substanz im VII 148.
 — Bestimmung des Pufferungsvermögens von VIII 362.
 — Beurteilungsmomente V 199.
 — Bodenaustrocknung und Phosphorsäurelöslichkeit im IX 117.
 — Bodenreaktion und Flora auf IX 406.
 — Bodensackung bei Einlebung des IX 65.
 — Bodentemperatur im Profil des VI 214.
 — Böschungsneigung der Entwässerungsgräben bei IX 13.
 — Dräntiefe und IX 20, 21.
 — Düngungsmaßnahmen auf IX 74, 75, 81, 220.
 — Durchlüftung der VI 313.
- Moorboden, Einfluß alkalisch wirkender Stoffe auf Zersetzung der organischen Substanz im VIII 430.
 — Einteilung VIII 23—29.
 — Entstehung der Humuskohle im II 237.
 — Ermittlung der Mächtigkeit V 211.
 — Ferrosulfat im VIII 430.
 — Hohlraumvolumen VI 29, 270f.
 — Holzarten und ihre Bewurzelung auf IX 387.
 — Humusbildung im VIII 10.
 — im Schwarzerdegebiet III 258.
 — in der Bodenklassifikation IV 19, 24, 25, 29.
 — Kohlensäuregehalt der Bodenluft des VI 285, 289; IX 109.
 — Kohlensäureproduktion in verschiedenen Schichten des VIII 609.
 — Landschaftsbild in Abhängigkeit vom V 250, 251, 255.
 — Laubhölzer zur Aufforstung IX 81, 481, 482.
 — Luftgehaltsbestimmung V 227.
 — Mikroorganismengehalt VII 259.
 — Mikroorganismen-tätigkeit im IV 157f.
 — Nadelhölzer zur Aufforstung IX 78, 81, 479f.
 — Nährstoffaufschluß durch Baumwurzeln in IX 478.
 — Neutralsalzerzersetzung im VIII 370; IX 239.
 — Nitratbildung im VIII 639.
 — Pflanzenauslese im VII 365.
 — Pflanzennährstoffgehalt IV 138.
 — Pflegemaßnahmen des Grünlandes auf IX 77.
 — Phosphorsäurelöslichkeit und Dämpfen des VIII 267f.
 — Porenvolumenbestimmung im V 227; VI 277.
 — Probenahme der V 211, 214, 219.
 — Sauerstoffgehalt VI 291.
 — Schädlichkeit der Kalkstickstoffdüngung auf IX 257.
 — Schwefelsäure als Urheber der Bodenazidität im II 273; VIII 650; vgl. IX 401.

- Moorboden, Schwefelsäure und Azidität des IX 401; vgl. II 273; VIII 650.
- Schwefelwasserstoff im VI 301.
- Schwerbenetzbarkeit des VI 318, 320, 321.
- Stickstoffgehalt VIII 443; IX 243.
- täglicher Wärmeaustausch im VI 373.
- Temperaturen im VI 360.
- Torfböden und VII 414; VIII 23.
- Übergang der Podsolböden zu III 130.
- Unterscheidung vom Torfboden VII 414.
- Ursachen der Azidität der IX 238, 239.
- Ursache der schlechten Durchlüftung VI 313.
- Vermüllung VIII 15; IX 8.
- Vivianit im IV 160, 161; V 115, 337, 448; X 99.
- Volumgewichtsbestimmung im VI 49, 50.
- Wärmeausstrahlung VI 209.
- zur Herstellung reiner Humussubstanzen VII 96.
- Moorbrennen IX 65, 66; vgl. Brandkultur.
- als Raubbau IX 66.
- Einfluß auf Nährstoffe des Moorbodens IX 71, 117.
- zur Vorbereitung der Aufforstung IX 483.
- Moordammkultur IX 66f.
- Kalisalze zur Vermeidung des Verwehens des Sandes bei IX 241.
- Temperaturverhältnisse bei IX 68.
- Moore I 77, 81; vgl. Torf, Torfarten.
- Abbrennen bei der Erschließung der V 435; IX 61, 483; vgl. Moorbrennen, Brandkultur.
- Absacken und Wasserverlust bei Entwässerung der X 107.
- als Heilmittel V 435; X 69, 137.
- Altersbestimmung der postglazialen II 139f.
- Aufbaumöglichkeiten der verschiedenen VIII 27.
- Aufforstung der IX 477 bis 484.
- Ausbau der Entwässerung der X 106f.
- Baumarten für IX 78; IX 477f.
- Moore, Begriffsbestimmung IV 124; VIII 24.
- Bedeutung in der Hygiene X 69, 137; vgl. V 435.
- Bekleien auf IX 74.
- Beurteilung des Fruchtbarkeitszustandes nach natürlichem Pflanzenbestand VIII 84—87.
- Bodenbearbeitungsgeräte bei der Melioration der IX 62f.
- Brenntorfgewinnung und Erschließung des IX 61.
- Charakteristik heimischer IV 128f.
- Charakteristik tropischer IV 202f.
- Dammschüttungen im X 156.
- diluviale IV 141.
- Dränung bei Anwesenheit von Schwefelwasserstoff im IX 35.
- Dungkultur auf IX 73, 74.
- Einteilung V 164; VIII 23 bis 29, 84; vgl. IV 124 bis 141, 202f.
- Einwirkung auf Untergrundgestein II 290f., 294.
- Eisenverbindungen im IV 160—162, 178, 186; V 115, 337, 418; X 99, 100.
- Entstehung durch Versumpfung von Waldböden IX 396, 397.
- Entwässerung der V 303; IX 10, 67, 75, 77, 417, 482, 483; X 103—108.
- Fehnkultur zur Erschließung der V 303; IX 72, 73.
- forstliche Nutzung der IX 77, 78, 477—484.
- Flach- vgl. Flachmoor.
- Gaszusammensetzung der IV 159.
- glazialer Waldbestand im II 112.
- Grundwasser und V 93.
- Hoch- vgl. Hochmoor.
- in ihrer Bedeutung für die Charakteristik des deutschen Kulturbodens VIII 18.
- Irrlichter im IV 159.
- Kaolinbildung unter II 292f.; vgl. IV 220, 221.
- Kartierung V 274.
- Kulturentwicklung im Gebiete des V 435.
- Lateritdegradierung durch IV 284.
- Methan im IV 158; VI 301.
- Müll zur Urbarmachung des X 253.
- Moore, Nährstoffgehalt verschiedener VIII 26, 84; IX 479.
- Niederungs- vgl. Niederungsmoor.
- Phosphorsäurelöslichkeit bei VIII 261.
- Profildfolge VIII 27; vgl. IV 203—206.
- Pulver- IX 238.
- Quell- IV 132.
- Schichtenfolge ausländischer IV 133.
- Schwefelwasserstoff im IV 159; VI 301; IX 35.
- technische Nutzung der X 95—129. [IV 128.
- tropisches I 45; III 370;
- Übergangs- vgl. Übergangsmoor.
- Untergrund in seiner Bedeutung für Ernährung der Holzarten auf IX 478.
- Urbarmachung der IX 59 bis 81, 477—484.
- Verbreitung in Deutschland V 337, 382, 416, 423.
- Verwendungsmöglichkeiten V 435.
- Wald- vgl. Waldmoore.
- Wassergehalt verschiedener Profilschichten des X 104.
- Zeitalter der Entstehung norddeutscher IV 132.
- Zwischen- VIII 25, 27; vgl. Übergangsmoor.
- Moorerden IV 124; X 146.
- Begriffsbestimmung IV 124.
- mineralstoffreiche Mud- den als IV 129.
- zur forstlichen Düngung IX 444.
- Zusammensetzung IV 141.
- Moorheideseen V 179.
- Moorhuminsäure II 238; VII 190.
- moorige Böden VIII 24.
- Moorkiefer IX 381.
- moorkoloniale Krankheit IX 80, 81.
- Moormelioration IV 157f.; V 302, 303; IX 59—81, 477—484.
- Bodenbearbeitungsgeräte zur IX 62f.
- Brandkultur zur V 302; IX 61, 65, 66, 71, 117, 483.
- Düngung zur V 303; IX 81.
- Fehnkultur zur V 303; IX 72.
- Nährstoffzufuhr bei Hochmooren als notwendige VIII 26.

- Moormelioration, Pflanzenschädigung durch Schwefeleisen nach IV 161.
 — Übererden als I 59; V 296; IX 66f.
 — zur Aufforstung vgl. IX 477f.
- Moorpflanzen, Abhängigkeit von Bodenreaktion VIII 86, 87.
 — Anpassung an Sauerstoffdefizit des Bodens VII 379.
 — Bodenventilation und VIII 88.
 — Bodenwärme und VIII 78.
 — Boniturierung des Torfes nach Art der VIII 85.
 — Deckung des Mineralstoffbedarfs aus äolischen Staub VII 336, 365.
- Moortundra III 72.
 Moortypen II 99.
 Moorwald IX 477—484.
 Moorwasser vgl. Schwarzwasser.
 — als Bewässerungswasser IX 45.
 — Bleichungserscheinungen durch IV 292.
 — Kapillaritätsänderung nach Beregnung mit VI 95.
 — Kieselsäuregehalt II 290.
 — Moorart und IV 159.
 — Schwefelsäuregehalt II 274.
 — Zunahme des Sauerstoffgehalts bei Beregnung IX 54.
- Moorwiesen VIII 12.
 Moosamöben VII 383.
 Moose als Abtragungsschutz V 250.
 — als Vegetationspioniere VII 336, 339.
 — auf Rohhumusdecken VII 362, 363.
 — biologische Verwitterung durch II 255, 256, 263.
 — Bodenreaktion und VIII 65.
 — Dünenbildung und VII 341.
 — Gesteinszusammensetzung und Ernährungsansprüche der II 268.
 — Hohlformenbildung und II 267f.
 — kalkfliehende VIII 63.
 — kalkzeigende VIII 61.
 — nitrophile VIII 71.
 — Protozoenreichtum der Polster der Moose VII 382.
 — Wasseraufspeicherung der II 269.
- Moosmoor VIII 25.
 — Entnahme von Proben aus V 212.
- Moostorf, chemische Zusammensetzung IV 135; X 101, 102.
 — Entstehung des jüngeren IV 132.
 — Grenzhorizont und IV 132.
 — Heizwert X 102.
 — technische Verwendung IX 133; X 101—103.
 — Zersetzungsgrad IV 126.
- Moräne IV 258.
 — als Böden vorzeitlicher Aufschüttung V 254.
 — als Kennzeichen ehemaliger Eisbedeckung IV 258.
 — Böden der V 406, 410f.
 — Geschiebemergel und IV 109.
 — Glazialerosion und I 269f.
 — interglaziale Verwitterungszonen zwischen IV 265, 267.
 — Lößbildung und I 305; IV 111.
- Morphologie, Bleicherdewböden III 120f.
 — Steppenschwarzerden III 257f.
- Mörtel, Beschaffenheit der Zuschläge für Herstellung der X 194, 195.
 — Geophagie mit X 77.
 — Herstellung der X 191f., 194, 195.
 — Luft- X 191.
 — Wasser- X 191f.
- Mörtelsand X 135.
 Mosande IV 181; vgl. Flottsand.
- Muddeböden IV 143—148.
 Mudden II 141; IV 146—148; X 99.
 — Arten der bei Seeverlandung mitwirkenden IV 129, 145.
 — Faulschlamm und IV 141.
 — landwirtschaftliche Nutzung IV 148.
 — Schwefeleisen in IV 168.
 — Zusammensetzung IV 139; X 99.
- Muddetorf IV 133—135.
 Mull IX 389.
 — Abbau der Streu zu IX 391.
 — Alpen- III 108.
 — Entstehung unter Mitwirkung der Regenwürmer im Nadelwald IX 393.
 — Kahlschlag in seiner Einwirkung auf Bildung des IX 422.
- Mull, Kleintierreichtum des VII 415.
 — Leitpflanzen VIII 100.
 — Nährstoffgehalt der Förna und Bildung des VII 358; IX 391.
 — Vergleich mit Braunerde Müll IX 221. [III 165.
 — Kompostierung des IX 221; X 252.
 — Urbarmachung von Ödlandereien mit IX 221; X 253.
 — Verbrennung des X 252, 253.
 — Verwendung zu Düngungszwecken IX 221; X 252.
 — zur Bodenmelioration X 252.
- Mullböden I 77; VII 366f.
 — Humusbeschaffenheit der VII 366.
 — Klima und Übergang in Rohhumusböden VII 366, 367.
 — Nitrifikationsvermögen VII 374.
 — Podsolierung der VII 367.
 — Unterscheidung von Podsolböden VII 366.
- Muren I 233, 240, 314, 315, 317.
 — Entwaldung und IX 494.
 — im Eiszeitalter II 111.
 — Wasserdurchtränkung des Bodens und V 255.
- Muschelkalk, Böden des IV 98—102; V 277, 373, 407, 409.
 — Kaliumaufnahme durch Pflanzen aus IX 230.
 — mechanische Zertrümmerung durch Pflanzen II 187, 188.
- Muskowit, Entstehung durch Zersetzung der Feldspäte I 93.
 — in mineralogischer Hinsicht I 100.
 — Löslichkeitsversuche mit II 208.
- Muttergestein vgl. Gestein.
 — Beeinflussung der Bodenfarbe durch III 183, 184, 188; vgl. V 193.
 — Beziehungen zwischen Klima, Bodenbildung und II 160.
 — Beschaffenheit unter Schutzrinden III 497, 498.
 — Bodenbegriff und I 13, 17, 26; V 3.
 — Bodenbildung in Abhängigkeit von IV 1—123, 226; V 406; VIII 3.

- Muttergestein, Bodenbeurteilung und V 193, 200.
- Bodeneinteilung und III 18f.; IV 10f.; V 1—4.
- der Steppenschwarzerden III 258.
- Einfluß auf Braunerdebildung III 162, 163.
- Einzeichnung in Bodenkarten X 264.
- Farbe der Braunerden in Abhängigkeit von V 252.
- Farbe und Dicke der Rinden in Abhängigkeit vom III 494.
- fossile Böden als V 426 bis 429.
- Holzarten und IX 353.
- in der Terminologie des Bodenprofils V 6.
- Lateritbildung unabhängig vom III 220, 393.
- Mediterran-Roterde auf Kalk als III 194f., 203f., 220.
- Ortsböden und IV 2f., 44.
- Pflanzenwachstum und II 262.
- Probenahme des V 214.
- Rendzina und IV 1.
- Schutzrinden und III 497.
- Staubböden und III 473.
- tropische Lehme in Abhängigkeit vom III 382, 383.
- Vergrusung und IV 293.
- Verpackung und Transport der Proben V 217, 218.
- Mycobakterien VII 241 (Abb.).
- Kennzeichnung VII 241, 242.
- Verarbeitung von Kohlenwasserstoffen durch VII 325, 326.
- Mykorrhiza VII 308—312; VIII 602; IX 366 (Abb.).
- Ausnutzbarkeit des Humusstickstoffs und VIII 428, 646, 662.
- Bodenreaktion und IX 367, 368.
- der verschiedenen Waldbäume VII 310; VIII 428; IX 366—368.
- Frage nach der Existenz bei Kulturpflanzen VII 311, 312.
- Frage nach der Stickstoffbindung der VII 312; IX 367.
- Lebensunterhalt der IX 367, 368.
- Mykorrhiza, Wachstumsanregung durch organische Stoffe VII 374.
- Myxobakterien VII 243.
- Myxomyceten VII 243.
- nachschaffende Kraft II 260; VII 37; VIII 528.
- Nadelhölzer vgl. Holzarten.
- Aschengehalt im Vergleich zu dem der Laubhölzer IX 360.
- Düngungsversuche mit IX 456, 457.
- Forstdüngungsversuche mit IX 453 f.
- Humus als Nährstoffquelle für IX 456.
- Kippenaufforstung und IX 496.
- Klima und Rohhumusbildung unter IX 420.
- Landschaftsbild, Bodenbildung und V 250, 252.
- Mooraufforstung mit IX 78, 81, 479 f.
- Mullenstehung durch Regenwürmer unter IX 393.
- Nährstoffbedarf IX 357, 358.
- Phosphorsäureverarmung der Streunutzung unter IX 433.
- Streuzersetzung der IX 390, 391.
- Nagelfluh, Bindemittel der IV 72, 73.
- Böden der IV 73, 88.
- Nagetiere als ursprüngliche Wirte der Pest X 220.
- als Zerstörer der Baumvegetation V 286.
- Einfluß auf Bodentypen- ausbildung V 286.
- Einwirkung auf Boden VII 431—434.
- im Tschernosem III 275 bis 277.
- Nahfällung V 44.
- Nährlösungen bei der Durchführung von Vegetationsversuchen VIII 531.
- für aerobe Zellulose- zersetzer VII 316.
- für Amylobacter VII 298.
- für Azotobacter VII 301.
- für denitrifizierende Bak- terien VII 282.
- für Knöllchenbakterien VII 287.
- für Nitritbildner VII 277.
- für Wasserstoffbakterien VII 314.
- Nährlösungen mit konstan- tem p_H VIII 532.
- Plasmolyse und VIII 531.
- Nährstoffaufnahme der Pflanzen aus Gesteinen II 208, 258—262; VII 37; VIII 494; IX 230, 231.
- Beziehungen zwischen Bodenreaktion, Art der Stickstoffdüngemittel und VIII 631.
- gegenseitige Beeinflus- sung der Nährstoffe bei der VIII 447, 472 f.
- Geschichtliches I 33, 36, 41, 42, 45, 46, 47; VIII 519 f.
- Humustheorie und I 46, 47.
- Mineraltheorie und I 51, 59, 61, 62, 66; vgl. VIII 519.
- Nährstoffbedarf der Pflanzen VIII 522.
- Bedeutung für die Er- mittlung des Dünge- bedürfnisses durch Pflan- zenanalyse VIII 470.
- Begriffskennzeichnung gegenüber Düngebedürf- nis VIII 523.
- der Holzarten IX 356 bis 361.
- Gesteine und II 258—262; VII 37.
- Luxuskonsumtion und VIII 447, 448.
- mikrobiologische Metho- den zur Bestimmung des VIII 664—668.
- Mineralien und II 258 bis 262; VII 37.
- Verhältnis der Nährstoffe und VIII 474, 475.
- verschiedener Pflanzen VIII 529.
- Nährstoffe vgl. Pflanzen- nährstoffe.
- Nährstoffentzug der Holz- arten IX 356 f.
- Höhe des VII 370; VIII 529.
- Nährstoffgehalt vgl. Stick- stoffgehalt, Kaligehalt, Phosphorsäuregehalt.
- alpiner Böden III 110, 111.
- als Gegenstand der Bo- denkartierung X 263, 288, 296 f., 312.
- anmoorige Böden IV 141.
- Bedeutung für Wachstum und Gesundheitszustand der Holzarten IX 373.
- Bewertung des Wasser- auszuges zur Bestimmung des VIII 110.

- Nährstoffgehalt black prairie-Böden III 347.
 — Bodenfeuchtigkeit und VIII 481.
 — Definition VIII 528.
 — der Bodenfraktionen VII 40.
 — des Grundwassers und Moorbildung IV 130.
 — des Moorbodens als maßgebend für das Gedeihen des Waldes IX 478.
 — Dopplerit IV 140.
 — Dränwasser IX 45, 226.
 — Eindeichung der Marschböden und IV 168f.
 — Einstreu IX 212.
 — elektrische Leitfähigkeit zur Erkennung des VIII 112f.
 — Eschboden V 336.
 — Fabrikabwässer IX 42, 44.
 — Fäkalien IX 220.
 — Flachmoor VIII 26, 84.
 — Flottsande IV 182.
 — frischer Stalldünger IX 212, 224.
 — Gefäßversuch zur Ermittlung des VIII 528—540.
 — Gneisböden IV 65.
 — Harn verschiedener Haustiere IX 211.
 — Heideboden V 344.
 — Heuanalyse zur Bestimmung des VIII 483.
 — Hochmoor IV 139, 209; VIII 26, 84.
 — Holzarten IX 356f.
 — Klimagebiete und VII 356.
 — Knick IV 173; IX 89.
 — Kohlensäurebildung und VIII 614.
 — Kompost IX 222.
 — Kot verschiedener Haustiere IX 210.
 — Kuhlerde IX 89, 91.
 — Marschboden IV 168f.; VIII 28, 29.
 — Meeresdünen IX 468.
 — Meerwasser IX 306.
 — Melaphyrboden IV 60.
 — Mineralbestand der Böden und VII 37, 38.
 — Moorboden IV 139, 209, 220; IX 479.
 — Niederungsmoorboden IV 139.
 — Pflanzendecke als Indikator für VIII 97f.
 — Podsolierung in ihrer Beziehung zum V 344.
 — Roterden III 254.
- Nährstoffgehalt, Schwankungen während der Vegetationsperiode VIII 107.
 — Schlick IX 222.
 — Seetypen V 157, 159.
 — Sickerwasser IX 225.
 — städtische Abwässer IX 42, 44.
 — Steppenböden III 309.
 — Teichböden IX 319.
 — Tirs III 347.
 — Torfarten IV 135—141, 149—156, 216—220; VIII 25, 26.
 — tropische Böden III 379, 380.
 — tropische Moorböden IV 209, 220.
 — tropische Torfarten IV 216—220.
 — Übergangsmoorboden IV 139.
 — Unkräuter und VIII 466.
 — Vegetationsversuche zur Ermittlung des IX 536f.
 — verschiedene Kulturpflanzen IX 224.
 — verschiedene Moore IV 139, 209, 220; IX 479.
- Nährstoffkapital VIII 528, 572.
 — Bodenbearbeitung und IX 117f.
 — Erschöpfung durch Ernten IX 209.
 — Feststellung zur Bodenbonitierung X 27, 28.
 — im Waldboden umlaufendes IX 357 (Abb.).
 — schwedischer Böden im Vergleich zu den Sandböden Norddeutschlands IX 404.
- Nährstofflöslichkeit vgl. Auswaschung.
 — Bodenabsorption in ihrem Einfluß auf VIII 192, 251—254.
 — Bodenaustrocknung und IV 157, 171; VII 71; VIII 132, 192; IX 117.
 — Brandkultur in ihrem Einfluß auf V 270.
 — der Marschböden IV 171.
 — Trocken des Bodens in Einfluß auf VIII 132, 496, 497.
 — Veränderungen in bezug auf die adsorptiv gebundenen Basen VIII 192.
- Nährstoffwanderung, Jahreszeiten und VII 371.
 Naledj III 35; vgl. Aufeis.
 Nari III 357.
- Natrium in ariden Böden VIII 329.
 — Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 171.
 — chemische Bestimmung in der Bauschanalyse VII 227, 230.
 — Erhöhung des physiologischen Wirkungswertes des Kaliums durch VIII 297.
 — in der Reihenfolge der absorbierten Basen VIII 189.
 — mikrochemische Bestimmung VII 35, 36.
 — ungünstige Wirkung auf Boden VIII 316.
 — Wirkungsfaktor für Kali mit und ohne VIII 507, 511, 574.
- Natriumchlorid als Düngemittel VIII 296, 297, 454 bis 456; IX 234.
 — als Ersatz für Kalidüngung VIII 297, 455; IX 234.
 — als Flußmittel bei der Glasherstellung X 196.
 — als Gift für Koniferen IX 374.
 — als Wüstensalz III 480, 486.
 — Basenaustausch und Einfluß auf die Bodenfruchtbarkeit VIII 277.
 — Bodenstruktur und VII 73; VIII 454.
 — Dissoziationsgrad I 195.
 — Einfluß auf Pflanzenertrag VIII 259, 454 bis 456.
 — in der atmosphärischen Luft I 149.
 — in Niederschlägen I 150, 151, 293.
 — Kaliumaufnahme und VIII 299.
 — Kapillarität des Bodens und VI 117.
 — Pflanzen und VIII 49, 69, 83; vgl. a. 454f.
 — Phosphorsäurelöslichkeit und VIII 259.
 — Sodabildung im Boden durch Wechselwirkung von Kalziumkarbonat und VIII 271; IX 227, 228.
 — Unempfindlichkeit des Azotobacters gegen VII 303.
 — Wanderungsfähigkeit im Boden III 489; IX 228.
 — Wasserdurchlässigkeit der Böden und VI 192.

- Natriumkarbonat vgl. Soda-
böden.
— als Aufschlußmittel bei
der Bauschalyse
VII 206, 207.
— als Flußmittel bei der
Glaserstellung X 196,
198.
— als Wüstensalz III 482,
483.
— Behandlung des salzsäure-
unlöslichen Rückstandes
mit VIII 168.
— Bildung III 321, 333, 334;
VII 73, 74; VIII 272.
— Einfluß auf Bodenstruk-
tur VI 31; VIII 277.
— Kapillarität des Bodens
und VI 117.
— technische Nutzbar-
machung der natürlichen
Vorkommen von X 198.
— Ursachen der verschlän-
menden Wirkung des
VIII 314—316.
— Vorbereitung der Fein-
erde zur mechanischen
Bodenanalyse mit VI 20,
26.
— Zerstörung der Krümel-
struktur durch VII 73,
74; VIII 314.
- Natriumnitrat vgl. Natron-
salpeter.
- Natriumsulfat als Ausblü-
hung im Polargebiet
III 66, 67.
— als Flußmittel bei der
Glaserstellung X 196.
— als Wüstensalz III 480,
482, 483.
— Einwirkung auf Beton
X 182.
— Kapillarität des Bodens
und VI 117.
— Pflanzenwachstum auf
Salzböden und Gehalt an
VIII 314.
- Natronböden III 322, 329.
- Natronsalpeter als gesteins-
bildendes Mineral I 109.
— als Wüstensalz III 480,
483.
— Bodenstruktur und
VII 74, 79; VIII 277, 546,
547; IX 254, 255.
— Denitrifikation in Teich-
böden des IX 324.
— Entkalkung durch Dün-
gung mit IX 448.
— Erklärung für Wirkung
auf Boden VIII 272.
— forstwirtschaftliche Ver-
wendung des IX 453, 454.
— Jod im VIII 457.
- Natronsalpeter, Kapillarität
der Böden und VI 117.
— pflanzenschädigendes Per-
chlorat im VIII 457.
— Phosphorsäureabsorption
und VIII 259, 260.
— physiologische Reaktion
VIII 404; IX 453.
— Sickerwasserbewegung
und VI 192.
— Sodabildung durch Dün-
gung mit IX 254, 458.
— Verbrauch in Deutsch-
land IX 246.
— Verkrustung der Böden
durch VIII 309; IX 255.
— Verwendung in der
Sprengstoff- und Schieß-
pulverfabrikation X 197,
198.
— Wanderungsfähigkeit im
Boden III 489; IX 254.
— Wärmeleitung der Böden
und VIII 309.
— Wasserdurchlässigkeit der
Böden und VI 192;
VIII 277.
— Zusammensetzung IX 246.
- Naturboden, Bedeutung sei-
ner Eigenschaften für Bo-
denklassifikation VIII 48.
— Kulturboden und VIII 1
bis 4, 16.
— Pflanzen als Indikator
für die Kulturfähigkeit
des VIII 75, 76, 81.
- Naturbrücken II 288 (Abb.).
— Entstehung durch biolo-
gische Verwitterung II 286.
- natürlicher Dünger vgl. Stall-
mist, Jauche, Streu, orga-
nische Düngemittel.
- Naturvölker vgl. Kulturent-
wicklung.
— Anbaukulturen der X 66.
— Bedeutung des Bodens
für die Wirtschaftsweise
der X 90—95.
— Boden in der Technik der
X 79—90.
— Düngungsmaßnahmen bei
den X 92—94.
— Erdfarbenanwendung in
der Kunst der X 88—90.
— eßbare Erden als Heil-
mittel bei X 76—79.
— Geophagie der X 73—79.
— Körperbemalung mit Bo-
den und Bodenbestand-
teilen bei X 69—73.
— Kulturpflanzenanbau
durch X 91f.
— Schönheitspflege unter
Anwendung des Bodens
durch X 67—73.
- Naturvölker, technisch-wirt-
schaftliche Ausnutzung
des Bodens durch X 65 bis
95.
— Töpferei bei den X 83f.
Nebel in der Gliederung der
Wolken II 22, 23.
— in der Wüste III 442.
— Strahlung in höheren
Breiten und III 29.
- Nebensalze der Kalidünge-
mittel IX 231, 232.
— Entkalkung durch IX 448.
— Herabsetzung der Verdun-
stungskälte durch IX 242.
— Hygroskopizitätsver-
änderung durch IX 241.
— Verdunstungsherab-
setzung durch IX 241.
- negative Versickerung V 190.
- Nematoden, Anzahl im Bo-
den VII 388, 389.
— Bedeutung für Boden
VII 390.
— Einteilung der VII 389.
— Ernährung von tierischen
Stoffen VII 390.
— Klimaeinwirkung auf
VII 389.
— Verbreitung der VII 388,
390.
- Nephelein in mineralogischer
Hinsicht I 93.
— Salzlösungen in Einfluß
auf II 212.
- NERNSTSCHE Formel VIII 343.
- Netzgitterstruktur II 282;
vgl. Gitterstruktur.
- NEUBAUER-Methode VIII 487
bis 505.
— Abänderung durch HALEY
und HOLTEN VIII 505.
— Aufschlußvermögen der
Pflanzen und VIII 498
bis 500.
— Bewertung VIII 493f.,
503, 536.
— Bodenreaktion und
VIII 497.
— Charakteristik VIII 487
bis 490.
— Durchführung VIII 487
bis 492.
— Feldversuch im Vergleich
mit VIII 503, 504.
— Gefäßversuch im Ver-
gleich mit VIII 504.
— gegenseitige Beeinflus-
sung der Nährstoffe und
VIII 493.
— Grenzwerte bei der
VIII 492, 502.
— LEMMERMANN-Methode
im Vergleich mit VIII 178
bis 181.

- NEUBAUER-Methode, Licht und VIII 501.
- MITSCHERLICH-Methode im Vergleich mit VIII 514, 515.
- Pflanzenanzahl bei der VIII 488.
- praktische Auswertung der Ergebnisse der VIII 502.
- Roggen als Versuchspflanze VIII 489, 498.
- Rückwanderung der Pflanzennährstoffe und VIII 494.
- Saatgut bei der VIII 499, 500.
- Stickstoffdüngedürfnis und seine Ermittlung durch VIII 448, 449, 505.
- Umrechnung der Ergebnisse auf freies Feld VIII 491, 492.
- Wärme und VIII 501.
- Zitronensäuremethode im Vergleich mit VIII 143.
- Neutralisation, biologische VII 133, 248.
- chemische Begriffsbestimmung I 195, 199f.
- Neutralisationswärme bei der I 199.
- Neutralisationskurve von Böden VIII 356.
- Neutralisationswärme I 199.
- Neutralsalze I 194.
- Absorption der VIII 194, 198, 229, 363.
- Basenaustausch der VIII 229.
- Ursachen der Absorption der VIII 198, 199.
- Neutralsalzzersetzung I 227; VII 179—181; VIII 235, 236.
- als Kennzeichen der absorptiv ungesättigten Böden VIII 245.
- an Quarz VIII 238.
- Austauschazität und VIII 237f.
- durch Humusböden VIII 366, 370.
- durch Humussäuren VII 54, 179f.; VIII 236f.
- Frage nach der Ursache der VIII 236f.
- Wasserstoffionenaustausch und VIII 238.
- NEWTONSches Abkühlungsgesetz I 173.
- Nickelsalze, Pflanzenschädigungen durch VIII 460.
- niedere Pflanzen im Boden VII 239—335; vgl. Algen, Flechten, Mikroorganismen.
- Einfluß auf Verwitterung II 247—257.
- niedere Tiere im Boden VII 386—390.
- Niederlande, Bodenkartierung X 327, 328.
- Fehnkultur in IX 72, 73.
- Heideaufforstung in IX 462.
- Landgewinnung an Küsten in IX 86, 87.
- Niederländisch-Indien, Bleichungserscheinungen auf IV 220f.
- Bodenkartierung X 389, 390.
- Eisenanreicherungszone auf basischen Gesteinen in III 405.
- Moorbildungen auf IV 202f., 203 (Abb.), 205 (Abb.), 210 (Abb.), 211 (Abb.), 212 (Abb.), 213 (Abb.).
- Tonerdekruste auf III 406.
- tropische Lehme auf Kalk in III 384.
- Vivianit im Moor auf IV 220.
- Niederschläge vgl. Regen, Schnee, Raureif, Nebel, Klima, Reif.
- Abhängigkeit des Grundwassers von V 70.
- Abhängigkeit des Wirkungsfaktors von VIII 508.
- als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 194, 198.
- als Klimagroßwert III 4.
- als klimatisches Element II 21—26, 87, 88.
- Ammoniakgehalt als Maßstab für den der atmosphärischen Luft VI 263.
- Anreicherung des Bodens an Stickstoff durch VI 262—266; VIII 422, 435, 437.
- Arten II 23.
- Aufforstung im Karstgebiet und IX 489; vgl. 493.
- Bedeutung für Verwitterung I 150; II 160.
- Bewässerung und IX 41, 42.
- Bodenbearbeitung und IX 174f.
- Niederschläge, Bodenbefestigung im Gebirge und IX 494, 495.
- Bodentemperaturschwankungen und VI 347, 348.
- Bodentemperatur und VI 348.
- Bodentypen und III 8, 10, 175—178; vgl. VII 357.
- Dräntiefe und IX 19, 20.
- Eindringen in Waldböden IX 380, 381.
- Einfluß auf Bodenstruktur VI 31; VIII 14, 15; IX 197.
- Einfluß auf gefrästen und gepflügten Boden IX 146.
- Einwirkung auf Boden von verschiedener struktureller Beschaffenheit VIII 14, 15.
- Fruchtbarkeit und I 60.
- Grundwasser, Pflanzenertrag und IX 9.
- Herkunft der V 68f.
- Höhenlage und II 24, 88.
- im Hochgebirge II 24; III 98.
- im tropischen Regenwald III 362; VII 222, 223.
- in den verschiedenen Erdteilen II 35—53.
- in der Steppenregion III 279, 280.
- in Monsunwaldgebieten III 363, 423.
- in subtropischen Schwarzerdegebieten III 350.
- in Urwaldgebieten III 423; IV 222, 223.
- in Wüstengebieten III 440, 441.
- jährlicher Gang der II 24, 25.
- Jod in VIII 457.
- Kahlschlag, Bodenfeuchtigkeit und IX 423, 424.
- Kalklöslichmachung durch IX 449, 450.
- Klimatypen und II 26, 27.
- Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft und VI 257.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 294.
- Luftdurchlässigkeit des Bodens und VI 307.
- Menge der Bodenluft und VI 276.
- Radium-Emanationsgehalt der Böden und VI 395.
- Roterdebildung und III 215f.

- Niederschläge, Schwefelsäuregehalt I 150; IX 374; vgl. VI 266.
- Schwefelverbindungen in VIII 458.
- Stickstoffgehalt der Luft in Abhängigkeit von VI 263.
- Tiefkultur und IX 187, 188.
- Urwaldvegetation und IV 222, 223; V 267.
- Vergleich zur Verdunstung in Deutschland II 90, 91.
- Verkrustung des Bodens durch IX 196.
- Verteilung auf der Erde II 23—26.
- Verteilung in Deutschland II 88; vgl. V 310, 320, 334, 346, 366, 367, 383, 384, 397, 404, 405, 417.
- Volumveränderung des Bodens durch IX 197.
- Wald in seinem Einfluß auf II 88.
- Wasserbedarf der Pflanzen und IX 7.
- Wasserführung der Karstflüsse und V 92.
- Wasserverbrauch der Holzarten und IX 383.
- Wirkungswert in pflanzenphysiologischer Beziehung IX 527.
- Wühlkultur in Abhängigkeit von IX 183.
- zonale Verteilung auf der Erde II 26.
- Zuführung von atmosphärischen Gasen zum Boden durch VI 258.
- Zusammensetzung I 150, 151; VI 259 f.; VIII 435; vgl. IX 374.
- Niederterrassenschotter IV 73.
- Böden der IV 73, 74.
- Verwitterungsprofil auf IV 231.
- Niederungsmoor VIII 25.
- Absorptionsfähigkeit VIII 244.
- Aschengehalt X 96.
- Bakteriengehalt IV 158.
- Baumarten zur Aufforstung des IX 78.
- Bildung in der Geest IV 163.
- Böschungsneigung der Entwässerungsgräben im IX 13.
- Geeignetheit als Grünland X 96.
- Niederungsmoor, Geschichtliches über die Erschließung deutscher IX 60.
- Gleichgewicht zwischen Bakterien und Pflanzen im VIII 430.
- Kalkmulde im IV 145.
- Kulturpflanzen und IX 70.
- Leitpflanzen des VIII 74.
- Leitpflanzen für Nitrifikation im VIII 86.
- Nitratbildung im VIII 639.
- Pflanzennährstoffgehalt IV 139, 159, 160, 220.
- Schwarzkultur auf IX 65 f.
- Stickstoffhaushalt im VIII 422; vgl. IX 243.
- technische Nutzung der X 96, 98.
- Torfarten des X 99—101; vgl. IV 128 f.
- Urbarmachung des IX 59 f.
- Vegetation und Bildung des IV 130; X 96.
- Verortungsvorgang im X 98.
- Niederungsmoortorf, Hygroskopizität zur Ermittlung des Zersetzungsgrades des IV 127.
- Zusammensetzung IV 134, 139, 219, 220.
- Niefrostboden vgl. Frostboden.
- Kennzeichnung III 34, 35.
- Nilschlamm als Heilmittel X 77, 137.
- Humusgehalt IV 197, 199.
- Nitratbakterien I 84; VII 275, 276 (Abb.); IX 217.
- als typisch aerobe Mikroorganismen VII 247, 258.
- Bodenreaktion und VII 279; VIII 388.
- Empfindlichkeit gegen Ammoniak VII 278; VIII 630.
- Empfindlichkeit gegen organische Stoffe VII 277, 278.
- Fehlen in Hochmoorböden VIII 637; IX 251.
- Gesteinsangriff durch I 80; II 249; VIII 654.
- in Teichböden IX 336.
- Nährlösungen zur Kultur der VII 277.
- Reinkultur der VII 277.
- Nitratbildung VIII 630 bis 640; vgl. Nitrifikation.
- Ammoniakbildung als notwendige Vorstufe zur VIII 627.
- Nitratbildung, Beeinflussung durch Vegetation VII 371.
- bei Zersetzung organischer Substanz VII 122, 123.
- Bodenfeuchtigkeit und VIII 635.
- Bodenreaktion und VII 362; VIII 405, 628, 637—640.
- Bodentemperatur und VIII 632, 634, 635.
- Bodentiefe und VIII 633, 634.
- Durchlüftung und VIII 633.
- Erhöhung durch Regenwurmtätigkeit VII 404.
- im Moorboden VIII 639.
- Jahreszeiten und VIII 631, 632.
- Kalkung und VII 362; VIII 629, 639.
- Mangel in sauren Rohhumusböden VII 374.
- organische Substanz in ihrer Bedeutung für VIII 636, 637.
- organische Verbindungen als Ausgangsmaterial für VIII 630.
- Pufferungsvermögen des Bodens und VIII 638 bis 640.
- Sauerstoff und VIII 633.
- unter aeroben Verhältnissen VIII 630.
- Nitrate, Absorption der VIII 191, 221, 222, 229, 258, 259, 437.
- als Düngemittel IX 246, 250, 251, 253—255.
- als Endprodukt der Mineralisation VIII 436.
- als gesteinsbildende Mineralien I 109.
- als Sauerstoffquelle der denitrifizierenden Bakterien VII 280; VIII 641.
- Anhäufung in Salnitרבöden III 322; X 197; vgl. Salnitרבöden.
- Ausflockungsvermögen der VIII 283.
- Auswaschung der VIII 222, 437; IX 209.
- Bestimmungsmethoden VII 237; VIII 129, 437, 441, 449, 450, 518.
- Beziehungen zwischen Boden- und Pflanzen-VIII 449.
- Denitrifikation und VII 280; VIII 641; IX 209, 324.

- Nitrate, Fehlen im Hochmoor VIII 637.
 — Gehalt des Bodens an VIII 424, 425, 436, 621, 622, 630; X 197.
 — Gehaltsschwankungen an VIII 442.
 — Gesamtstickstoffbestimmung und VIII 440, 441.
 — im Kreislauf der Stoffe VIII 601.
 — im Regenwasser I 150, 151; II 200; VI 263; VIII 437.
 — im Schnee I 151.
 — im Trinkwasser X 231.
 — in Ausblühungen II 287.
 — in der atmosphärischen Luft I 149; vgl. VI 263; VIII 437.
 — in Niederschlägen I 150, 151; VI 263; VIII 437.
 — Jahreszeiten und Gehalt der Böden an I 42; VIII 631 f.
 — mikrochemische Bestimmung VIII 441.
 — Nachweis in Pflanzen zur Ermittlung des Stickstoffgehalts der Böden VIII 449.
 — nitrophile Pflanzen und VIII 72, 101.
 — physikalische Bodenbeschaffenheit und Düngung mit IX 254, 255.
 — physiologische Reaktion VIII 404, 406, 410; IX 254, 453.
 — Verbrauch der Pflanzen an VII 370, 371; VIII 423, 424.
 — Verwendung in der forstlichen Düngung IX 453, 454.
 — zur Schießpulver- und Sprengstoffbereitung X 197, 198.
 — Zurücktreten im Waldboden IX 361, 362.
 Nitratpflanzen, Humuszersetzung und III 144.
 — Salzaufspeicherung in VII 372.
 Nitratreduktion VII 280, 282, 283; IX 217, 218.
 Nitratstickstoff als die durch die Pflanzen bevorzugte Stickstoffform VIII 423, 424; IX 250.
 — Beweglichkeit im Boden IX 254.
 — Gehalt im Boden VIII 424, 425, 436, 621, 622, 630; X 197.
 — Unwirksamkeit in der Teichdüngung IX 324, 325.
 Nitrifikation I 54, 72; VII 274 bis 280; VIII 550; IX 248; vgl. Nitratbildung.
 — Abhängigkeit von Sauerstoffversorgung VII 279.
 — als chemischer Vorgang I 62, 84.
 — als Grund des geringen Ammoniakgehalts der Böden VIII 192, 435; IX 248.
 — als Grundlage der Ermittlung des Stickstoffdüngedürfnisses nach NEMEC VIII 451, 452.
 — als Maßstab der Fruchtbarkeit VIII 450.
 — Bodenaustrocknung und IX 284; vgl. VIII 129.
 — Bodendurchlüftung und VI 314; VII 279; VIII 633; IX 119.
 — Bodenreaktion und VII 279; VIII 387, 405, 637 f.; IX 217, 251, 281.
 — Bodentemperatur und IX 251.
 — Bodenversauerung durch VIII 405.
 — des durch Zeolithe festgelegten Ammoniaks VIII 251, 252, 436.
 — Desinfektionsmittel in ihrer Wirkung auf IX 286.
 — Düngung und VIII 436.
 — Erhöhung durch Regenwurmtätigkeit VII 403, 404.
 — Flora der Niederungsmoore als Indikator für VIII 86.
 — forstlicher Unterbau und IX 428.
 — Geschichtliches I 84.
 — im Bracheboden IX 119, 294.
 — im Teichboden IX 336.
 — im Waldboden IX 363, 364, 419, 422, 428.
 — Intensitätsfaktoren der VIII 436.
 — Kahlschlag und IX 419, 422.
 — Kalkung und VIII 387, 388; IX 248, 250, 251, 279, 281.
 — Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis in seiner Bedeutung für VIII 428.
 — Lichtzutritt zum Waldboden und IX 364.
 — Magnesiumverbindungen in ihrem Einfluß auf IX 281.
 — Mangan und VIII 460.
 — Mergelung und IX 251.
 Nitrifikation, Mikroorganismen der VII 274—280.
 — nach Impfung auf Hochmooren IX 251.
 — organische Substanz in ihrem Einfluß auf VIII 428, 429; IX 217, 281.
 — Pflanzen als Indikator für VIII 71 f., 88, 89, 102.
 — Prüfung der Stickstoffdüngemittel durch VIII 451, 637; IX 259.
 — Salinitätsböden und III 322.
 — Stallmistdüngung und IX 213.
 — Trocken des Bodens und VIII 129; vgl. IX 284.
 — Vegetation in ihrem Einfluß auf VII 371; IX 363, 364, 419, 422.
 — Waldtypen und IX 417.
 Nitrifikationskraft VIII 630, 669.
 Nitrifikationsvermögen als Maß der Wirkung organischer und ammoniakhaltiger Düngemittel VIII 451, 637; IX 259.
 — Bodenflora des Waldes als Indikator für VIII 101, 102.
 — Harzverbindungen und VIII 429.
 — Hemmung durch schwer humifizierbare Stoffe VIII 429.
 — Humusboden VIII 387, 637.
 — Mullboden VII 374.
 — Nitratgehalt der Pflanzensäfte als Maßstab des VIII 88, 89.
 — Waldböden VII 374.
 — zur Ermittlung der Stickstoffbedürftigkeit VIII 111, 452.
 nitrifizierende Bakterien VII 274—280.
 — als streng aerobe Mikroorganismen VII 247, 258, 279; IX 251.
 — Faktoren zur Beeinflussung der Tätigkeit der IX 250 f. [IX 251.
 — Fehlen im Hochmoor
 — im Regenwurmdarm VII 404.
 — im Teichboden IX 336.
 — Stalldünger und IX 214.
 — Verwitterung in alpinen Gebieten durch I 80; VIII 654.
 — Wachstumshemmung durch ätherlösliche Humusstoffe VII 161.

- Nitritbakterien I 84;
VII 275f.; IX 217.
— als typisch aerobe Mikroorganismen VII 247, 258.
— Bodenreaktion und VII 279; VIII 388.
— Empfindlichkeit gegen organische Stoffe VII 277, 278; VIII 630.
— Gesteinsangriff durch VIII 654.
— in Teichböden IX 336.
— Nährlösungen zur Kultur der VII 277.
— Reinkultur der VII 277.
— Wachstumshemmung durch ätherlösliche Humusstoffe VII 161.
- Nitrite vgl. Nitrate, Salpetersäure.
— als Ursache der Dörrfleckenkrankheit IX 80, 81.
— als Zwischenprodukt bei der Nitrifikation VIII 436; IX 217, 281.
— Aufnehmbarkeit durch Pflanzen VIII 423.
— Fehlen im Hochmoor IX 251.
— im Boden VIII 438, 630; IX 217.
— im Grundwasser VIII 630.
— im Trinkwasser X 231.
— in Niederschlägen I 150; vgl. VI 262.
- Nitrobacter VII 275, 276 (Abb.).
- Nitrohuminsäure VII 172, 173.
— Ähnlichkeit mit Nitro lignin VII 191, 192.
- nitrophile Pflanzen als Indikator für Nitrifikation VIII 71, 72.
— Arten VIII 71, 72.
— Bodennitrate und VIII 438.
- Nitrophoska, Bodenstruktur und VII 80.
— physiologische Reaktion IX 266.
— Verwendung in der Forstwirtschaft IX 455.
- nivale Bodenform, arktische Böden und III 64.
— Hochgebirgsböden und III 103.
- nivales Klima II 29; III 4.
— Böden des, vgl. arktische Böden.
— Typen des II 29.
- Nontronit I 98.
- Nordamerika, Bodenkartierung X 391—408.
- Nordamerika, Kieselsäureanreicherungen in den Wüsten und Halbwüsten von III 452.
— Klima vgl. II 38—43.
— Prärieböden in III 293, 294, 346.
— Schwarzerden in III 346.
— Stauseen und Vorzeitklima in II 132, 133.
— tropische Humus- und Moorbildungen in IV 189, 190, 192, 196.
— Vergleich russischer Schwarzerdeböden mit solchen aus III 346.
— Zusammenhang des Quotienten *hi* mit Jahrestemperatur in III 422.
- Norwegen, Bodenkartierung X 328, 329.
— Granitverwitterung in III 69.
— Klima II 51.
- NS-Quotient III 9.
— Abgrenzung der Bodentypen nach III 10, 26.
— Bewertung des Sättigungsdefizits als Grundlage des VI 245.
— Hochgebirgsgebiete III 10, 98.
— Karte des VII 357; X 263.
— Klimakarte Europas nach V 275.
- Nucleobacter VII 273.
- Nucleoproteide, mikrobieller Abbau der VII 273.
— Zusammensetzung I 168.
- Nunatakr III 33.
- Nutzboden V 10, 33; vgl. Ackerboden, Waldboden, Teichboden.
- Oasen, Grundwasser und
— III 444.
— Landschaftsbild und V 259.
— Wanderdünen und V 440.
- Oberboden, Bodendecke als Teilhorizont des V 34.
— Charakteristik V 33—46.
— Definition V 6.
— Nährstoffzufuhr zur Regenerierung des V 34.
- Oberflächenabwitterung II 194.
- Oberflächenanziehung als Ursache der Adsorption I 215.
- Oberflächenbestimmung vgl. Hygroskopizität.
- Oberflächengestaltung vgl. Landschaftsbild.
- Oberflächengestaltung als Faktor der Bodenbildung III 119; V 283.
— Bodenbonitierung und X 19, 21, 31, 49, 50.
— Einfluß auf Schwarzerdebildungen III 258.
— Grabenanstau als Bewässerungssystem und IX 45, 46.
— Verdunstung und VI 232.
- Oberflächenreaktion und deren Merkmale VIII 209f.
- Oberflächenspannung VI 90.
— Adsorption und I 226.
— des Wassers in Abhängigkeit von Temperatur VI 80.
— Hygroskopizität, Benetzungswärme, scheinbares spezifisches Gewicht als Funktion der VI 79.
— Inkonzanz der VI 94.
— verschiedener Flüssigkeiten VI 78, 79.
- Oberflächenverwitterung vgl. Verwitterung.
— im Gegensatz zur Tiefenverwitterung I 25; II 154; 156, 161.
- Oberflächenwasser V 84, 85.
Obergrundwasser V 85.
- Oberkrume vgl. Ackerkrume.
— als Teil des Oberbodens V 33.
— Definition V 6.
- Ocker vgl. Raseneisenerz.
— als Farbe X 69f., 206.
— Bedeutung in der Kunst der Naturvölker X 90.
— Bildung in Seeböden V 114.
— im Moor IV 160, 161; IX 479.
— in mineralogischer Hinsicht I 104.
— Lößentkalkung und Konkretionsbildungen von V 355.
— Pflanzenschädigungen durch IX 479.
— Verwendung in der Schönheitspflege X 67.
- Ockerbakterien IX 34.
- Ödländereien, Aufforstung von IX 459—496.
— Begrünung im Gebirge IX 494, 495.
— Müll zur Urbarmachung der IX 221; X 253.
— Pflanzen als Indikator für Kulturfähigkeit der VIII 81—83.
— Urbarmachung von IX 59f.

- Ödländereien, Verwertung limnischer X 129.
 — Wald auf trockenen Kalk IX 493, 494.
 Ökotypen vgl. VII 336—381.
 — Bedeutung für die Frage nach der Bodenstetigkeit der Pflanzen VIII 54.
 — Kennzeichnung VIII 54.
 Öle, Abbau der II 246, 247.
 — Entfärbung durch Silikate X 204.
 — Gewinnung aus Sapropel und Gytta X 134.
 — Herabminderung der Wasserbindung im Torf durch Zusatz von X 119.
 — Humusbildung aus VII 130.
 — Humussäure zur Emulgierung der X 128.
 — Schwerbenetzbarkeit der Böden und Überzüge von VI 320.
 oligotrophe Seeböden, Charakteristik V 157—159.
 — Profilschema V 150.
 — Verbreitung V 165.
 oligotrophe Torfarten IV 130; 153—156; VIII 26.
 Olivin als gesteinsbildendes Mineral I 99, 100.
 — Umwandlung des II 199.
 OMELIANSKI-Bakterien VII 313—315.
 Oolithe, Allite der Karbonzeit und IV 284.
 — Bildung der I 256.
 — Kalk-, vgl. Kalkoolithe.
 Operkessel II 266f.
 optische Eigenschaften der Minerale als Mittel zu ihrer Erkennung VII 23f.
 — kolloider Lösungen I 207, 208.
 optische Untersuchung der Bodenminerale VII 23—33.
 organische Bestandteile des Bodens VII 113—204.
 — Absorptionerscheinungen und VIII 199.
 — Absorptionsfähigkeit der Böden und VIII 10.
 — in ihrer Bedeutung für Kulturböden VIII 10.
 — Löslichkeitsverhältnisse der Kationen in Abhängigkeit von VIII 253, 254.
 — Phosphorsäurebindung und VIII 267.
 — Schädlichkeit gewisser VIII 453.
 organische Düngemittel vgl. Stallmist, Jauche, Gründüngung.
 organische Düngemittel, Abwasserteiche und IX 346.
 — Beeinflussung des Stickstoffhaushaltes durch VIII 426.
 — Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis der VII 183.
 — physiologische Reaktion VIII 409, 410.
 — Sedimentation und Erträge im Teich unter dem Einfluß IX 326—329.
 — Steppenböden und Düngung mit III 309.
 — Unterbringung der IX 123, 144.
 organische Flüssigkeiten, Adsorption der VI 78.
 — Bestimmung der äußeren Oberfläche mittels VI 58.
 organische Gase in der atmosphärischen Luft I 149; VI 266, 267.
 organischer Stickstoff, Ammoniak als Endprodukt des mikrobiellen Abbaues des VIII 435.
 — Bestimmung des IX 244, 245.
 — Beteiligung an Humusbildung IX 245.
 — Düngewirkung VIII 432.
 — Düngung mit synthetischem VIII 438.
 — Faktoren für die Wirksamkeit des VIII 435.
 — Gehalt im Boden VIII 424, 425.
 — Nitrifikationsversuche zur Prüfung des VIII 451.
 — ungünstige Wirkung des Magnesiums auf Abbau des IX 281.
 — Verwertbarkeit durch Pflanzen VIII 423, 424, 435, 438.
 organische Säuren, aerobe Vergärungsarten VII 323, 324.
 — als Kohlenstoffquelle der Mikroorganismen VII 323, 324.
 — als Wurzelausscheidungen VIII 133.
 — anaerobe Vergärungsarten VII 324.
 — biologische Neutralisation der VII 133, 248.
 — Bodenluft und Bildung der VI 278.
 — Phosphorsäurelöslichkeit in verschiedenen VIII 135.
 — Schwerbenetzbarkeit der Böden und VI 93.
 organische Säuren, Verwitterung durch Pflanzenwurzeln und II 257f.
 — Zerstörung durch Pilze VII 133, 248.
 — zur Bestimmung des Düngebedürfnisses VIII 134—145, 174—183.
 organisches Sedimentationsmaterial in Seen V 125 bis 127.
 organische Stoffe als Ansatz für Kieselsäurekonkretionen I 73.
 — als Urmaterial der Seesedimentation V 120f.
 — Bildungsweise im Boden VII 116—139.
 — Boden und I 81; VII 113 bis 204.
 — Erniedrigung der Kapillaritätskonstante des Bodenwassers durch VI 119.
 — Farbstoffabsorption durch VII 40.
 — Gehalt der Böden an VII 139—143.
 — Herkunft im Boden VII 116—139.
 — in dem vom Winde transportierten Material I 293, 294.
 — in der atmosphärischen Luft I 146, 149.
 — Methoden zur Bestimmung der Menge und Beschaffenheit der VII 139 bis 143.
 — Mikroorganismen des Abbaus der VII 322—327.
 — nitrifizierende Bakterien und VII 277, 278.
 — Vorgang der Umwandlung in geologischen Zeiträumen VII 189 (Abb.).
 organische Substanz VII 113 bis 204; vgl. Humusstoffe, Humussubstanz.
 — Abbau durch Mikroorganismen VII 266—326, 378; vgl. VIII 604f.
 — Abbauprodukte der VII 117, 125.
 — adsorbierender Bodenkomplex und VII 21, 177, 178.
 — als Bodenkonstituent VII 1.
 — Ameisen und VII 419.
 — Ammoniakbildung als Maßstab für die Zersetzung der VI 298, 301.
 — Ausgangsstoffe für die VII 117.

- organische Substanz, Bedeutung für Pflanzenwachstum VII 373.
- Beseitigung durch Termiten VII 425.
- Bestimmung der VII 143 f., 236, 237.
- biologische Verwitterung und II 263—297.
- chemische Beschaffenheit der VII 158—201.
- Denitrifikation und VIII 641.
- des Stalldüngers als Humusbildner IX 215.
- Ermittlung des humifizierten Anteils der VII 145 f.
- Fruchtbarkeitszustand der Böden in Abhängigkeit von VIII 10.
- Gehalt der Böden an VII 139—143.
- gleiche Produktion verschiedener Holzarten an IX 361.
- Glühverlust zur Ermittlung der VII 143.
- hoher Wasserverbrauch des Waldes zur Bildung der IX 383.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 295, 296.
- Kohlensäureproduktion und VII 291 f.; VIII 605, 611.
- Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis in VII 182, 183.
- Mikroorganismengehalt der Böden in Abhängigkeit von VII 263, 264; VIII 602.
- mikroskopische Feststellung der VII 156.
- Mobilisierung des Stickstoffs der VIII 427, 429, 430.
- natürliche Umbildung in geologischen Zeiträumen VII 189.
- Nitratbildung und VIII 428, 636, 637.
- Nitratreduktion und IX 218.
- Nitrifikation und VIII 428, 429; IX 217, 281.
- Nitritbildner als empfindlich gegen VII 275, 277, 278; VIII 630.
- physikalische Bodenbeschaffenheit und VIII 10.
- organische Substanz, Produktionshöhe im Urwald IV 224.
- Prüfung des Einflusses auf physikalische Bodeneigenschaften durch Gefäßversuch VIII 549, 550.
- Regenwurm-tätigkeit in Abhängigkeit von VII 397, 401 f.
- Roterdebildung in Abhängigkeit von III 217 f.
- Schema der Umwandlung der VII 138.
- Schwefelsäurebildung durch Zersetzung der II 256 f.; VII 168; VIII 649.
- Seeböden und V 163, 164.
- Stickstoffanreicherung im Boden durch Zufuhr von VIII 422.
- Stickstoffbindung und VIII 643—645.
- Stickstoffgehalt des Bodens und VIII 425 f. Stickstoffmineralisation durch Zersetzung der VII 122.
- Umrechnungsfaktor aus Kohlensäure VII 144, 236.
- Umrechnungsfaktor aus Kohlenstoffgehalt VII 144, 145.
- Umrechnungsfaktor aus Stickstoffgehalt VII 145.
- Verwitterung im arktischen Gebiet durch III 63.
- Unterschied gegen Humus VIII 10.
- Vorgang der Mineralisierung II 263—265; vgl. VIII 604 f.
- Zersetzung der II 224 bis 247; VII 122, 126.
- Zerstörung durch Tiere VII 136, 411.
- Orterde V 46.
- in den Hochgebirgsböden III 117, 118.
- Podsolböden mit III 121; VII 361.
- Reaktion VII 375.
- Rohhumus und Bildung der V 401; VII 361.
- orthokinetische Koagulation VII 66.
- Ortsböden III 161; IV 1 bis 224.
- Alkaliböden als III 315.
- Braunerden als III 161.
- des Bleicherdegebiets IV 142 f.
- Einteilung IV 142.
- Humusböden als IV 3.
- Kennzeichnung IV 2, 142.
- Ortsböden, Kulturentwicklung im Gebiete der V 434 bis 436.
- landwirtschaftliche Nutzung IV 2.
- Muttergestein und IV 2 f.; 44.
- spezielle Verwitterungslehre und I 4.
- Unterscheidung von anderen Bodenformen I 27; IV 1 f.; V 3.
- Unterwasserböden als IV 142, 143; V 97, 98.
- Ortsfällung im bodenkundlichen Sinne II 161.
- Ortsklima und Vegetation VII 355.
- Ortstein I 77; III 257, 504; IX 235, 272.
- Ähnlichkeit mit Knickbildungen IV 174.
- als Bodenentartung IX 401, 462.
- als Hindernis bei Reiskulturen V 453.
- als Prototyp der Illuvialhorizonte V 46.
- Anlaß zu stauender Nässe IX 6.
- Beeinträchtigung der Wurzelbildung durch VII 361, 364.
- Behinderung des Ackerbaues durch V 316; VIII 7.
- Bekämpfung des IX 398.
- Beseitigung V 152; IX 122.
- Bleicherdealböden und III 125.
- Bodenbearbeitung und IX 122.
- Bodendurchlüftung und VI 313.
- Bodenverdichtung durch VII 364.
- Charakteristik VIII 310.
- chemische Profiluntersuchung III 146 f., 150.
- diagenetische Verkittungen des II 282; V 343; VII 361.
- Farbe in Abhängigkeit von Feuchtigkeit V 343.
- freies Aluminiumhydroxyd im III 157.
- Gründung zwecks Zermürbung des IX 466.
- Heideböden und IX 78, 79, 428.
- Höhe des Quotienten K bei IV 254.
- Humussäuren und IX 402.
- Humus- vgl. Humusortstein.

- Ortstein im Granitprofil III 150, 151.
 — in Böden des mittleren Buntsandsteins IV 79.
 — in den Tropen vgl. tropische Ortsteinbildungen.
 — in diluvialen Sanden IV 71.
 — in mineralogischer Hinsicht I 104.
 — Kalkung und IX 447, 448.
 — Kapillarität des Bodens und VI 119.
 — Kiefern auf IX 376.
 — Kulturentwicklung im Gebiete des V 432.
 — Landschaftsbild im Gebiete des V 251, 253.
 — Oberflächengestaltung und Auftreten des V 339.
 — Pflanzen und V 251, 253; VII 358f.; VIII 7, 87.
 — Podsolböden mit III 121, 128, 167; IV 177; V 251, 400; VII 361 (Abb.).
 — podsolierter Waldboden mit V 319.
 — Reaktion des III 153; VIII 401.
 — Schädlichkeit des VIII 313.
 — Speck- V 400.
 — Tiefkultur und IX 189, 462, 466—468.
 — Ton- vgl. Tonortstein.
 — Verbreitung IV 222; V 403, 404, 412.
 — Verschiedenheit von Lateriteisenstein III 371, 409.
 — Wurzelformen der Bäume und VIII 77, 78.
 Ortsteinbildung, Ähnlichkeit mit Rindenbildung II 288.
 — Alpenhumus in seinem Einfluß auf IX 389.
 — als kolloidaler Vorgang III 151.
 — durch Alang-Alang IV 222.
 — durch Holzartenwechsel IX 394.
 — Entkalkung als Ursache der IX 235, 272.
 — Humus und II 290.
 — in den Tropen vgl. tropische Ortsteinbildungen.
 — Rohhumus und V 400, 401, 404, 432; VII 364.
 — Vorgang der VII 361.
 — Wasserführung und III 158; VII 361, 364.
 ortsteinführende Böden, Aufforstung der IX 466 bis 468.
 ortsteinführende Böden, künstliche Düngemittel zur Meliorierung der IX 467, 468.
 Ortsteinzonen III 158; V 13.
 OSEĚNSCHE Formel zur Ermittlung der Fallgeschwindigkeit VI 14.
 osmotischer Druck I 193.
 — kolloider Lösungen I 207.
 — zur Charakterisierung des Bodens VIII 115, 116.
 — zur Bestimmung der Konzentration der Bodenlösung VIII 116.
 osmotisches Wasser, Definition VI 66.
 — im Boden V 77; VI 66.
 Österreich, Analysen der Gesteine der Kalkalpen in III 103.
 — Bodenkartierung X 329 bis 339.
 — Roterdebildung in; vgl. III 231, 236.
 — Untersuchungen bzgl. Flugsandaufforstung in IX 474.
 — Zusammensetzung eines Gletscherschlammes aus III 100.
 ostfriesische Klostermoordrängung IX 28.
 Ostrakodengyttja V 119.
 Oxalsäure als Endprodukt der Harnsäurezersetzung VII 272.
 — als Humusbegleitstoff VII 160.
 — Bodenabsorption der Salze der VIII 265.
 — Dissoziationskonstante I 199.
 — Vergleich mit anderen organischen Säuren bezüglich Nährstofflöslichkeit VIII 135.
 — zur Bestimmung der Düngebedürftigkeit VIII 145.
 Oxydationszone II 154.
 — Begriffskennzeichnung I 25.
 — im ariden Klima V 12.
 — im humiden Klima V 12.
 — unter Krustenböden III 353.
 Oxyde als gesteinsbildende Mineralien I 103—105.
 Oxyuriasis in ihren Beziehungen zum Boden X 216.
 Ozon in der atmosphärischen Luft I 146, 148, 149; VI 260, 262.
 — Verwitterung und Anteilnahme des II 199.
 Packer IX 161.
 — Bodenarten, Klima und IX 177.
 — zur forstlichen Bodenbearbeitung IX 463.
 paläobiologische Klimazeugen II 98f.
 Paläoklimatologie II 92 bis 139.
 — Methoden der Forschung der II 94—104.
 — Paläobiologie und II 98 bis 101.
 — Paläogeographie und II 101—104.
 — Vegetation und II 94.
 Paläozoikum, Böden des Kaltes des IV 97.
 — Laterite im IV 283—285.
 — Zusammensetzung der Schiefer des IV 90.
 Palästina, gemeinsames Vorkommen von Roterde und Kalkkruste in III 358.
 — humusreiche Bodenarten in IV 197.
 — Kalkkrustenanalysen aus III 360.
 — Roterdeanalysen aus III 236.
 — Schutzrinden in III 493, 500.
 — Untersuchung einer schwarzen Dolomitrinde aus III 498.
 Papyrussümpfe IV 194, 195 (Abb.), 209 (Abb.), 216.
 — als Kulturboden IV 209.
 — subrezente Torflager als Residuen von IV 207.
 partielle Sterilisation IX 284, 285.
 Parzellenversuch, Gefäßversuch und VIII 526.
 peaty loam IV 203.
 Pedalfers III 25.
 Pedocals III 25.
 Peilscheibe nach REMY VIII 584.
 Pektinstoffe, Abbauschema der I 166.
 — als bodenbildende Pflanzenbestandteile I 152, 163 bis 166; VII 117.
 — Beziehungen zu Humus-säuren VII 181.
 — im wasserlöslichen Teil bei Humifizierung VII 124.
 — Kohlenstoffgehalt VII 144.
 — mikrobieller Abbau der II 234, 235; VII 320, 321.
 — Zersetzung durch *Bacillus amylobacter* VII 313.
 Pektisation vgl. Koagulation.

- Pentosane als bodenbildende Pflanzenbestandteile I 157.
- als Maßstab des Torfzersetzergrades X 97.
 - Bestimmung der VII 148.
 - Löslichkeitsstufen der VII 128.
 - Zersetzung der VII 125, 126, 320.
- Peptisation I 214—216.
- als Ursache ungünstiger Bodenveränderungen VII 71—74.
 - Begriffsbestimmung I 203; VII 71.
 - Bodenstrukturveränderungen durch VII 45, 46.
 - durch Alkalikarbonate VII 74.
 - gewisser Bodenbestandteile in Sodaböden III 121.
 - Kennzeichnung I 203.
- Perchlorate, Schädlichkeit der VIII 457.
- pergeloide Böden VIII 60.
- perhaloide Böden VIII 60.
- perhumides Klima, pseudoarides Verhalten der Hochgebirgsböden im III 98.
- Typisierung der Verwitterungsvorgänge im V 12, 13.
- Peridotite, allitische Pisolithe auf IV 282.
- chemische Zusammensetzung I 129.
 - Eisenkruste über III 405.
 - Lateritprofil auf III 412.
 - Mineralbestand der I 129.
- periglaziales Klima, arktische Strukturformen als Bildungen des III 93.
- Böden des II 95, 96, 109.
 - Dauerfrostboden als Erscheinung des III 94.
- perikinetische Koagulation VII 66; VIII 290.
- periodisch unter Wasser stehende Böden vgl. Schlick, Mangroveböden, Sumpfböden.
- der Tropen und Subtropen IV 191—200.
 - in den Savannen IV 195.
 - in der Einteilung von PASSARGE IV 191.
 - in der Einteilung von TACKE IV 143.
 - Vegetation in heißen Zonen der IV 191.
- Perm, aride Oberflächenkalke im IV 296.
- Perm, aride Verwitterungsdecken im IV 295.
- Fehlen des Laterits im IV 283.
 - Überdeckung der Kaolinite des IV 234.
- Permeabilität des Bodens für Luft vgl. Durchlässigkeit, Bodendurchlüftung.
- permotriadische Grenzkarbonate IV 299.
- Permutite als Absorptionsverbindungen im Sinne VAN BEMMELENS VIII 211.
- als amorpher Körper II 158.
 - als Ausgangsmaterial zu Versuchen über Basenaustausch und Adsorption VII 58, 107.
 - als chemische Verbindungen VIII 217.
 - als Zusatz zu Seifen X 205.
 - Ammoniakadsorption und Pflanzenausnutzbarkeit der VIII 251, 252, 436.
 - Austauschadsorption der I 229.
 - Basenaustausch der VII 58f.; VIII 210, 217, 249, 250.
 - Ergebnis der Entbasung der VII 19; VIII 218, 221, 321.
 - Herstellung der I 229; X 200.
 - Ionenhydratation und Wassergehalt der VII 77.
 - Kapillarenradius im I 221; VIII 234, 235.
 - technische Verwendungsmöglichkeit X 200.
 - Zeolithe und VII 19, 21.
- Permutitsäuren VIII 218, 221, 321.
- Permutoide als chemische Verbindungen VII 59.
- als heteropolare Verbindungen VII 60.
 - Arten der VII 58.
 - Kennzeichnung I 229; VII 58.
- Perugano IX 260.
- Pestbakterien, Lebensfähigkeit im Boden X 221.
- Vorgang der Übertragung der X 220, 221.
- PETERSENSCHER Wiesenbau IX 49.
- Petrographie als geologische Grundlage I 8.
- als Grundlage der Bodeneinteilung V 5—51; vgl. Bodenklassifikation, Bodenbonitierung.
- Petrographie, Beziehungen zur Bodenkunde I 1, 59, 60, 67; V 1.
- Bodenkunde als Teil der I 8.
 - Einfluß auf Bodenlehre I 13—16.
 - Geschichte der Bodenkunde und I 28, 29.
- Pfahlgründungen als künstliche Fundierung X 165.
- Belastungsprobe bei X 181.
 - Bodeneinteilung für X 167—171.
 - Verhalten des Bodens bei Einrammen der Pfähle bei X 167.
- Pfalz, Bodenkartierung V 401.
- Bodentypenkarte III 176.
- Pflanzen vgl. VII 239—381; vgl. Vegetation.
- Abbauprodukte in ihrer Einwirkung auf Waldböden IX 389.
 - als Bodenbefestiger VII 340; IX 494, 495.
 - als Indikatoren für Bodenfeuchtigkeit VIII 76, 77.
 - als Indikatoren für Bodenreaktion V 197; VIII 65—67.
 - als Indikatoren für Bodenungleichheiten VIII 584.
 - als Indikatoren für Grundwasser VIII 76, 77.
 - als Indikatoren für Nitrifikation VIII 71, 72.
 - als Indikatoren schädlichen Wassers IX 45.
 - als Vegetationspioniere II 248, 262, 263; VII 336, 337.
 - als Verwitterungsgens I 55, 73, 80; II 163, 164, 248—262; VII 336; VIII 2, 654.
 - Atmungsprozesse in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt der VIII 567.
 - Aufnahme der absorbierten Nährstoffe durch VIII 294f.; 297f.
 - Aufschlußvermögen der, vgl. Aufschließungsvermögen.
 - Auswaschung der Nährstoffe aus VII 371.
 - Bedarf an Stickstoff VIII 422, 423.
 - Beurteilung der Bodennährstoffverhältnisse nach dem Aussehen der VIII 466—468, 533.

- Pflanzen, Bevorzugung einer bestimmten Stickstoffform durch VIII 439; IX 250.
- biologische Verwitterung durch II 248—262, 263f.
- bodenanzeigende, vgl. bodenanzeigende Pflanzen.
- Bodenklassifikation und VIII 33, 34.
- Bodenstetigkeit der, vgl. Bodenstetigkeit.
- Bodenstruktur und Energiebedarf der IX 125, 126.
- Bodentemperatur und Entwicklung der IX 4.
- Chlorophyll und Zinkgehalt der VIII 459.
- der deutschen Steppenbodengebiete III 273.
- der Moore gemäßigter Breiten IV 128f.
- der Prärieböden III 287.
- der Rohhumusdecke VII 362f.
- der tropischen Moore IV 209—216.
- der tropischen nassen Böden IV 191f.
- der Tschernosemgebiete III 270—277.
- der Wiesensteppen III 272.
- Einfluß auf Boden I 67; VII 336—381; VIII 2, 3.
- Einfluß auf die Bestimmung von „b“ VIII 577.
- Energieverlust beim Eindringen in den Boden II 186.
- Feldversuch und Art der VIII 576f.
- Fruchtbarkeitsermittlung des Bodens durch VIII 49 bis 106, 453, 549.
- Gare unter dem Einfluß von IX 95, 96.
- Größe des Nährstoffentzugs durch VII 370; VIII 529; IX 356f.
- Humus in seiner Bedeutung für VIII 53.
- hygroskopisches Wasser in seiner Aufnehmbarkeit für VIII 542.
- Jodwirkung auf VIII 457.
- Kalientzug auf verschiedenen Bodenarten IX 230, 234.
- Kalkwirkung auf VIII 64f.; IX 270—272.
- Kapillarwasser und VI 111, 112.
- Keimpflanzenmethode und verschiedenes Aufschlußvermögen der VIII 498—500.
- Pflanzen, Klima und Verbreitung der I 53; VII 336f.; vgl. VIII 49f.
- Kohlensäureverbrauch durch Assimilation der VI 255, 256.
- Luftkapazität und VI 281; IX 2.
- Marschbildung und VII 348—350.
- *matière noire* als Nährstoff der VII 164.
- Moordammkultur und IX 68, 69.
- Nährstoffbedarf der, vgl. Nährstoffbedarf.
- physikalisch-biologische Verwitterung und II 186 bis 190.
- physikalische Bodeneigenschaften und Verbreitung der VIII 57, 58.
- physikalische Eigenschaften des Sandes und VII 344.
- Podsolierung unter dem Einfluß der VII 361.
- Reaktionsansprüche der VIII 394—399, 411.
- Schädigungen durch wurzelzerreißungen infolge Bodenrißbildungen IX 191, 198.
- Schwermetalle als Bestandteile der VIII 458f.
- Stickstoffdüngedürfnisermittlung und Art der VIII 445.
- Stickstoffentzug durch VII 370; VIII 428, 529, 535; IX 243.
- Stickstoffform in ihrer Aufnehmbarkeit für VIII 423, 424, 631; IX 250, 251.
- Taubildung in ihrer Bedeutung für VI 215—220.
- Vegetationsversuch und Art der VIII 560.
- Verdunstung und VI 236.
- verschiedenes Aufschlußvermögen für Phosphorsäure II 262; IX 262.
- Verwertbarkeit des Humusstickstoffs durch VIII 427f. [417.
- Waldtypen und IX 411 bis VI 218.
- wildwachsende, vgl. wildwachsende Pflanzen.
- Wirkungsfaktor und Art der VIII 508.
- Zusammensetzung der, vgl. Pflanzensubstanz.
- Regenwürmer und VII 395, 400, 408—410.
- Pflanzenanalyse VIII 466f.
- Bewertung betreffs Ermittlung des Düngedürfnisses VIII 447, 448, 470, 473, 474, 478, 480—482, 535.
- zur Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit VIII 466f., 533.
- zur Ermittlung des Düngedürfnisses I 50, 71, 75; VIII 468—487, 533—536.
- zur Ermittlung des Stickstoffdüngedürfnisses VIII 446f.
- zur Feststellung der assimilierbaren Nährstoffe VIII 472.
- zur Nährstoffgehaltsermittlung VIII 446f., 533—536.
- Pflanzenasche, anfallende Mengen beim Abbrennen des Trockentorfes IX 436.
- Beziehungen zwischen Kalkgehalt des Bodens und IX 349.
- Gehalt verschiedener Moore an IX 479.
- Kalkgehalt IX 350, 351.
- Kieselsäuregehalt IX 351.
- Mangan in IX 352.
- Schwefelsäuregehalt I 50; II 274.
- Verwendung im Forstgarten IX 455.
- Wechselwirkungen zwischen Boden und IX 349 bis 352.
- zur Düngung ausgebleichten Mineralbodens IX 400.
- zur Salbenbereitung bei Naturvölkern X 67.
- Pflanzendecke vgl. Bodenbedeckung.
- Azidität und ihre Erkennung durch IX 405.
- Bodendurchlüftung und VI 307.
- Erkennung des Nährstoffgehalts nach Art der VIII 84, 97.
- Ermittlung des Nährstoffgehalts von Waldböden nach VIII 98.
- Gefrornis und III 41 bis 44.
- Kohlensäureproduktion der Böden und VI 292f.
- Massenbewegungen und I 317.
- Staubbodenentstehung und I 303, 306.
- Stickstoffanreicherung durch VII 373.

- Pflanzendecke, Temperatur der bodennahen Luft und VI 212, 213.
- Verdunstung und VI 225, 236, 249.
- Windwirkung und I 294 f.; IV 235.
- Pflanzenerträge, Abhängigkeit von Wachstumsfaktoren IX 497.
- als Grundlage der wirtschaftlich-statistischen Bodenkartierung X 261.
- bei steigenden Kaligaben IX 505.
- bei Steigerung zweier Wachstumsfaktoren IX 508.
- bei Tiefkultur IX 189, 190.
- Bekühlen in seinem Einfluß auf IX 90, 91.
- Beregnung und IX 55, 56, 58.
- Beziehungen zwischen Wasser, Bodentiefe und IX 525.
- Bodenbearbeitung und IX 140, 141, 148, 149, 182, 183, 185, 205, 521.
- Bodenbonitierung nach X 3, 11, 22, 32.
- Bodenstruktur, Wasserführung und IX 180 f.
- Bodentemperatur und IX 4.
- Düngung in ihrem Einfluß auf IX 529—540.
- Durchlüftung auf Heideböden zur Beeinflussung der IX 79.
- Grundwasserstand, Bodenart und IX 9.
- Impfung in ihrer Wirkung auf IX 229.
- Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis im Boden und VII 182 f.
- Krümelstruktur in ihrem Einfluß auf IX 126.
- Maximalwerte bei verschiedenen Kulturpflanzen IX 224.
- Pflanzenanzahl und IX 516 f.
- Schädigungen durch Überdüngung und Wirkungsgesetz IX 512.
- Standardraumsweite und IX 516 f.
- Stickstoffformen und IX 247.
- Tiefe der Bodenschicht und IX 519 f.
- unzersetzter Stalldünger und IX 212.
- Pflanzengeographie als Grundlage der Bodenkartierung X 263.
- Pflanzengesellschaften, Produktion von organischen Substanzen auf alpinen und subalpinen Podsolböden durch III 113.
- Pflanzengifte vgl. Pflanzenschädigungen.
- als Ursache der Müdigkeit der Teichböden IX 317.
- Bedeutung für Waldbau IX 373, 375.
- Bildung bei stauender Nässe IX 3.
- Ermittlung der Schädlichkeitsgrenze durch Wasserkulturversuch VIII 458.
- im Wasser IX 34, 35, 45.
- in Kippen IX 492.
- Pflanzenkrankheiten VIII 393; vgl. Pflanzenschädigungen.
- Pflanzennährstoffe vgl. Nährstoffgehalt.
- Absorption im Teichschlamm IX 301.
- Absorptionskraft des sauren Bodens für VIII 371 bis 373.
- Absorption und Aufnehmbarkeit der VIII 192.
- Aufschluß durch Waldfeldbau IX 438.
- Auswaschung der, vgl. Auswaschung.
- Bedarf der Holzarten an IX 356—361.
- Bestimmung der, vgl. chemische Bodenanalyse, Fruchtbarkeit.
- Bestimmung für Düngedürftigkeit durch Feststellung des Verhältnisses der VIII 473.
- Bestimmung der leichtlöslichen VIII 106—148.
- Bestimmung der in Salzsäure löslichen VIII 148 bis 174.
- Bewertung des Salzsäureauszuges bei der Ermittlung der VIII 165.
- Bodenaustrocknung in ihrem Einfluß auf VII 71.
- Bodenlösung und IX 225.
- Dämpfen des Bodens zur Ermittlung der VIII 120.
- Dialyse zur Bestimmung der aufnehmbaren VIII 118.
- Pflanzennährstoffe, elektrischer Gleichstrom zur Ermittlung der VIII 121, 122.
- Entzug der Holzarten an IX 356—361, 446.
- Entzug durch Kulturpflanzen und Nährstoffeinheiten IX 535.
- Gele in ihrer Bedeutung für die Aufnehmbarkeit VIII 254.
- Geschichtliches über Boden und I 33, 41, 44, 45, 55.
- Gesteine als Lieferanten von II 208 f., 258 f.; VII 37; VIII 494.
- Historisches über Düngung mit I 36, 37, 41, 45.
- Holzarten und Umlauf der IX 357.
- Humusstickstoff als schlechter VII 186; VIII 427 f.
- im Moorwald IX 478.
- in den Wurzeln als Maßstab für assimilierbare VIII 446, 472, 534.
- Klima, Bodenbildung und III 5, 6.
- kohlen säurehaltiges Wasser zur Bestimmung der VIII 130—134.
- Konstanz des Wirkungsfaktors eines bestimmten IX 511.
- matière noire als VII 164.
- Mineralien als Lieferanten von II 208 f., 258 f.; VII 37.
- Mineralsäuren zur Bestimmung der VIII 146 bis 174.
- Moorbrennen in seinem Einfluß auf die Löslichkeit der IX 71, 117.
- Nährstoffeinheiten der IX 534, 535.
- NEUBAUER-Methode und gegenseitige Beeinflussung der VIII 493.
- organische Säuren zur Bestimmung der VIII 135 bis 145, 174—183.
- Reisigdeckung des Waldbodens und IX 431.
- Rückwanderung der, vgl. Rückwanderung.
- starke Ausnutzung beim Gefäßversuch VIII 553.
- Umlauf der, vgl. Umlauf.
- Umwandlung des Ackerbodens in Teichboden und IX 300.
- Veränderung des Löslichkeitsgrades der VIII 182.

- Pflanzennährstoffe, Verarmung durch Streunutzung IX 434.
- Verwitterung und I 47; III 6.
 - Waldtypen und Mobilisierung der IX 413.
 - wasserlösliche, vgl. wasserlösliche Nährstoffe.
 - Wirkungsfaktor der, vgl. Wirkungsfaktor.
 - Witterung und Aufnahme der VIII 475.
 - wurzellösliche, vgl. Keimpflanzenmethode.
 - Zeitdauer der Erschöpfung des Bodens durch Holzarten an IX 361.
 - Zurückhaltung durch Absorption VIII 192.
- Pflanzenökologie, Bodenbegriff vom Standpunkt der VII 336.
- pflanzenphysiologische Bodenkunde I 82, 83; IX 497 bis 541.
- Bodenbegriff und I 21, 22, 82, 83; VIII 2.
 - Einordnung in die Bodenlehre I 5, 82.
 - Geologie und I 12; V 3.
 - Vegetation als Grundlage der I 21, 22.
- Pflanzenreich als Ursprungsmaterial des Bodens und Bodenbegriff I 2.
- Beziehungen zwischen Landschaftsbild, Bodenbildung und V 234.
 - Ortstein und V 251, 253.
- Pflanzenschädigungen durch Abflußwasser VIII 306.
- ätherische Öle VIII 429.
 - Aluminiumsalze VIII 461.
 - Arsen VIII 306, 458, 463, 464.
 - arsenige Säure VIII 464.
 - Arsenwasserstoff VI 267.
 - Blei VIII 306, 458, 463; IX 374.
 - Bodenreaktion VIII 304, 403, 453.
 - Bor VIII 464, 465.
 - Chlorate VIII 457.
 - Chloride VIII 456.
 - Chrom VIII 461.
 - Cyanamid IX 257, 258.
 - Dicyandiamid IX 257, 258.
 - Dihydrostearinsäure VI 278.
 - Eisenoxydsalze VIII 461; X 131.
 - Endlaugenkalk VIII 456.
 - Erschütterung beim Gefäßversuch VIII 565.
- Pflanzenschädigungen, Ferricyankalium VIII 461.
- Flugstaub IX 374.
 - Fluoride IX 374.
 - Gerbsäure IX 374.
 - Heraufholen von Totboden VIII 6.
 - hohen Ammoniakgehalt VI 266.
 - hohen Salzgehalt VIII 305, 314, 453; vgl. Plasmolyse.
 - Kalkstickstoff VIII 465.
 - Kochsalz VIII 456.
 - Kohlensäureüberschuß VI 313; VII 379; VIII 453; IX 370.
 - Kupfer VIII 306, 458, 462, 463; IX 374.
 - Maibolt IV 175.
 - Mangan VIII 460.
 - mangelnde Bodendurchlüftung VI 278, 279, 313, 314; VIII 453.
 - Meeresüberschwemmungen VIII 271.
 - Nebenbestandteile gewisser Düngemittel VIII 465, 466.
 - Nickelsalze VIII 460.
 - Nitratgehalt der Salnitrobdöden III 322.
 - Nitrite IX 80, 81.
 - Ocker IX 479.
 - organische Verbindungen VIII 453, 454.
 - Perchlorate VIII 457.
 - Phosphorwasserstoff VI 267.
 - Rauchgase VIII 458.
 - Rhodanverbindungen VIII 465, 466.
 - Rißbildung III 232; IX 197, 198.
 - Sauerstoffdefizit VI 313; VII 379; VIII 453; IX 3.
 - Schwefeleisen nach Moormelioration IV 161.
 - Schwefelverbindungen VIII 458; IX 374, 479; X 131.
 - stagnierendes Wasser IX 528.
 - Sulfide im Teichboden IX 317, 337.
 - Termiten VII 425.
 - ungünstiges Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis im Boden VIII 426.
 - Wasser beim Gefäßversuch VIII 464.
 - Windwirkung I 296, 297.
 - Zink VIII 305, 306, 458 bis 460; IX 374.
- Pflanzenschädigungen, Zink der Vegetationsgefäße VIII 459, 557.
- Pflanzensubstanz I 152 bis 166; VII 116, 117.
- Bestandteile I 152—166.
 - Bodenfeuchtigkeit in ihrem Einfluß auf Zusammensetzung der VIII 481, 482.
- Pflanzenvereine, Abhängigkeit der Bodenbildung von III 119.
- als Grundlage der Waldtypen VIII 103—105.
 - Bodenbeurteilung nach dem Auftreten der VIII 102.
 - der podsoligen Böden III 139—146.
- Pflanzenwachstum, Abhängigkeit von Bodendurchlüftung VI 313, 314; IX 104.
- Bodenabsorption und VIII 254, 544.
 - Bodenfeuchtigkeit und VIII 542—544.
 - Bodenlösung in ihrer Bedeutung für VIII 295 f.
 - Bodenstruktur in ihrem Einfluß auf IX 125.
 - Geschichtliches über Bodenfruchtbarkeit und I 41.
 - Geschichtliches über Gefäßversuch und Erforschung des VIII 519 bis 523.
 - Grenzwerte der Salzkonzentration für VIII 314.
 - Humusstickstoff und VII 186.
 - Hygroskopizität in ihrer Beziehung zum VIII 542 bis 544; X 34, 35.
 - in Abhängigkeit von Bodenreaktion VIII 64 f.; bis 348, 394—399.
 - Kohlensäuregehalt der Bodenluft in Abhängigkeit vom VI 292.
 - Kohlensäurekonzentration und IX 109.
 - Licht und VIII 501.
 - notwendige Luftkapazität für VI 281.
 - Regenwürmer und VII 409, 410.
 - Schädlichkeit der Humussäure auf I 58.
 - Stickstoffestlegung und VIII 431, 432, 646.
 - Theorien des I 52; vgl. Humustheorie, Mineraltheorie.

- Pflanzenwachstum, Unterschmelzung und V 34.
 — Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit durch VIII 113.
- Pflug IX 135, 136.
 — Anwendung bei Naturvölkern X 66.
 — Arten IX 40, 316, 317, 463, 466.
 — beim Dryfarming und Windschäden I 297.
 — Frühjahrsarbeit mit IX 194.
 — Geschichtliches I 29 f.; V 436.
 — Herbstarbeit mit IX 173 f.
 — zum Umbruch bei der Moormelioration IX 62.
- Pflugarbeit IX 135—146.
 — Bodenkrümel und IX 174, 175.
 — Eindringen des Frostes nach IX 115.
 — Luftadsorption durch Boden und VI 316.
 — Pflanzenertrag zur Beurteilung der IX 185.
 — Tiefkultur und IX 186.
 — Verdunstung und VI 251.
 — Verzicht in Trockengebieten auf IX 183.
 — Zeitpunkt der IX 181.
- Pflugdammkulturen IX 441, 442.
- Pflugsohle, Bodenverdichtung durch Tiere und VII 435; IX 122, 177.
 — Charakteristik V 6.
 — Entstehung V 35; IX 122.
 — Luftdurchlässigkeit und VI 194.
 — Sickerwasserbewegung und VI 194.
 — Tiefkultur und IX 189.
 — Tiere und VII 435; IX 122, 177.
 — Wenden des Bodens durch Beseitigung der IX 122.
- Pflugtiefe, Bodenarten und IX 185.
 — zur Bemessung des Begriffs „Krume“ VIII 6.
- Philippinen, Bodenkartierung X 389.
- Phonolith, Absorptionsvermögen VIII 197.
 — als bodenbildendes Gestein I 131.
 — als neovulkanisches Gestein IV 93.
 — Böden des IV 58, 62.
 — Humusstoffe in ihrer Einwirkung auf II 265.
- Phonolith, Löslichkeit und Verwendung als Kalidüngemittel II 208 f., 258, 259; IX 228, 229.
 — Verwendung in der Forstwirtschaft IX 455.
 — Zusammensetzung I 131; IV 62.
- Phosphate vgl. Rohphosphate, Phosphorsäure.
 — Absorptionsfähigkeit VIII 222.
 — als gesteinsbildende Mineralien I 105, 106.
 — Aufnehmbarkeit aus Gesteinen durch Pflanzen II 261, 262; IX 262.
 — Auswaschung VIII 260, 307.
 — Düngung in ihrem Einfluß auf Löslichmachung der VIII 260, 261.
 — Festlegung durch Aluminium VIII 304.
 — in Ausblühungen II 287, 288.
 — mikroskopische Untersuchung auf VII 36.
- Phosphor, Festlegung durch Mikroorganismen VIII 652.
 — Gehalt des Torfes an IV 134.
 — im Kreislauf der Stoffe VIII 601.
 — Kreislauf des VIII 652, 653.
- Phosphorite vgl. Rohphosphate.
 — Phosphorsäureaufnahme durch Pflanzen aus IX 262.
- Phosphorsäure vgl. Phosphate, Aufnehmbarkeit aus Gesteinen durch Pflanzen II 261, 262; IX 262.
 — Ausnutzung der Boden VIII 495.
 — Austausch der Arsen säure gegen VIII 464.
 — Azotobacterwachstum und VII 303; VIII 664.
 — Bedarf verschiedener Holzarten an IX 358.
 — Bedeutung der in kohlen säurehaltigem Wasser löslichen VIII 131.
 — Bestimmung bei der Keimpflanzenmethode VIII 490.
 — Bestimmung bei der LEMMERMANN-Methode VIII 175 f.
- Phosphorsäure, Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 171.
 — chemische Bestimmung in der Bauschanalyse VII 219—221.
 — Dissoziationskonstante I 199.
 — Eiweißersetzung und II 226; VII 267.
 — Entzug der Holzarten an IX 446.
 — Entzug durch verschiedene Pflanzen VIII 529.
 — Festlegung im Boden und Wasserauszug VIII 109.
 — Fischproduktion und IX 306.
 — Herabsetzung der Schädlichkeit der Aluminiumsalze bei Zugabe von VIII 462.
 — Humus und VII 166, 167, VIII 112.
 — kolloide Kieselsäure und Aufnehmbarkeit der VIII 265.
 — mikrochemische Bestimmung VII 36.
 — Mobilisation durch Kalkung VIII 264.
 — Mobilisierung im Moorboden unter Wald IX 478.
 — organische Bodenbestandteile und Bindung der VIII 267.
 — relative Löslichkeit der, vgl. relative Löslichkeit.
 — Unentbehrlichkeit für Mikroorganismen VII 264, 303.
 — unvollständige Aufnahme durch Keimpflanzen VIII 495.
 — Verarmung des Bodens durch Streunutzung der Nadelhölzer IX 434.
 — Verluste durch Auswaschung IX 225.
 — Vertorfung bei Umwandlung des Ackerbodens in Teichboden IX 300.
 — Vertretbarkeit durch Kieselsäure IX 265, 270, 351.
 — Vorkommen in der Natur IX 260.
 — Wirkung bei physiologisch-saurer Reaktion IX 263.
 — Wirkungsfaktor VIII 507, 510, 574.
 — Wirkungsgesetz und Düngung mit IX 511.
 — Wirkungswert IX 531.

- Phosphorsäure, Zeitdauer der Erschöpfung des Bodens durch Holzarten an IX 361.
- Zitronensäure zur Ermittlung der assimilierbaren VIII 134—143, 174 bis 183.
- zur Düngung der Heideböden IX 81.
- Phosphorsäureabsorption VIII 191, 256—269.
- Bodenreaktion in Einfluß auf VIII 263f.
- Einwirkungsdauer in Einfluß auf VIII 256, 258.
- Geschichtliches VIII 185, 256—258.
- im Teichschlamm IX 301.
- Kalkkarbonat in Einfluß auf VIII 260, 261.
- Konzentration und VIII 257.
- Magnesiumkarbonat in Einfluß auf VIII 261.
- Natriumnitrat in Einfluß auf VIII 259, 260.
- Sesquioxide in ihrer Einwirkung auf VIII 196, 257, 260.
- Steigerung der Kaliabsorption durch VIII 256, 257.
- Temperatureinfluß auf VIII 257.
- Ursachen der VIII 258, 259.
- Phosphorsäuredüngebedürfnis, Aussehen der Pflanzen zur qualitativen Feststellung des VIII 467.
- CHRISTENSENSCHE Azotobactermethode zur Ermittlung des VIII 518, 665.
- Ermittlung aus der Aschenzusammensetzung schwedischer Rüben VIII 473.
- Grenzwerte bei Wasserauszügen VIII 111.
- HEINRICHSCHES Methode und Grenzwerte für VIII 471; X 297.
- Heuanalyse und Grenzwerte für VIII 484.
- kohlenstoffhaltiger Wasserauszug und Grenzwerte für VIII 133.
- LEMMERMANN-Methode und Grenzwerte für VIII 178, 179.
- Nährstoffverhältnis zur Ermittlung des VIII 474 bis 477, 479.
- NEUBAUER-Methode und Grenzwerte für VIII 492.
- Phosphorsäuredüngebedürfnis, organische Säuren zur Bestimmung des VIII 134 bis 145.
- relative Löslichkeit zur Bestimmung des VIII 174 bis 183.
- Salpetersäure zur Bestimmung des VIII 146 bis 148.
- Wasserauszüge zur Ermittlung VIII 109—112.
- Zitronensäure zur Ermittlung des VIII 134—143.
- Phosphorsäuredüngemittel IX 260—267.
- Bodenstruktur und IX 266.
- Kalkung und Wirkung der IX 273.
- Löslichkeit im Teichwasser IX 307.
- Steppenböden und III 309.
- Ursachen der Nachwirkung in Teichböden IX 322.
- zur forstlichen Düngung IX 453.
- zur Teichbodenmelioration IX 322—324.
- Phosphorsäuregehalt IX 261.
- allitische Lehme III 387.
- Alpenhumus III 111.
- arktische Böden III 63.
- Azotobacter VII 303; VIII 664.
- Beziehungen zur Bodenqualität X 25, 26.
- Dopplerit IV 140.
- Eindeichung der Marschböden und IV 168.
- Einstreu IX 212.
- Eschboden IV 183.
- Fabrikabwässer IX 42, 44.
- Fäkalien IX 220.
- Flottsande IV 182.
- frischer Stalldünger IX 212, 224.
- Harn verschiedener Haustiere IX 211.
- Hochmoorboden IV 139.
- Holzasche IX 455.
- Humusstoffe VII 166, 167.
- Knick IX 89.
- Kompost IX 222.
- Kot verschiedener Haustiere IX 210.
- Kuhlerde IV 175; IX 89, 91.
- Kulturpflanzen IX 224.
- Laterit III 329.
- Marschboden IV 170, 171; VIII 28.
- Phosphorsäuregehalt, Meeressdünen IX 468.
- Meerwasser IX 306.
- Moorboden IV 139.
- Moorwasser IV 159.
- Raseneisenstein IV 178.
- Roterde III 254.
- Salpetersäure zur Ermittlung des VIII 146.
- Scheideschlamm IX 269.
- Schlick IV 170; IX 222.
- Schutzrinden III 499.
- Schwarzerde VII 167.
- siallitische Lehme III 387.
- städtische Abwässer IX 42, 44.
- Streu verschiedener Holzarten IX 432.
- Teichböden IX 319.
- Torfarten IV 134—140, 149—156, 216—220.
- Torfstreudünger IX 223.
- tropische Böden III 380.
- tropische Torfe IV 216 bis 220.
- verschiedene Moore IX 479.
- verschiedene organische Düngemittel IX 259.
- Wasserauszug zur Ermittlung des VIII 108f.
- Phosphorsäurelöslichkeit, Bodenaustrocknung und IX 117, 284.
- Bodenazidität und VIII 398; IX 274, 275, 473.
- Bodentrocknung und IV 157, 171; VII 166; VIII 138, 267f.
- der Wurzeln vgl. NEUBAUER-Methode.
- Gareerreger und IX 541.
- Humussäuren und VIII 261.
- Kaliohsalze und VIII 260.
- Kalkgehalt und IX 274, 275, 453.
- Kochsalz und VIII 259.
- Mikroorganismen in ihrem Einfluß auf VIII 654, 655.
- organische Säuren und VIII 134f.
- Veränderungen während der Vegetationsperiode VIII 495.
- Wasserauszug und VIII 109.
- Phosphorwasserstoff im Boden X 238.
- in der atmosphärischen Luft VI 267.
- photosynthetisch arbeitende Mikroorganismen VII 246.

- Phragmitestorf vgl. Schilftorf.
 phreatische Oberfläche V 10.
 phreatisches Wasser V 56, 78.
 Phyllit IV 245.
 — als bodenbildende Ge-
 steine I 144.
 — Böden des IV 68, 69;
 V 420.
 — klimatische Verwitterung
 und IV 252.
 physikalisch-biologische Ver-
 witterung II 164, 186 bis
 190.
 physikalisch-bodenkundliche
 Wachstumsfaktoren
 IX 498.
 physikalische Abwitterung
 II 164.
 — Faktoren der II 164, 165.
 physikalische Bodeneigen-
 schaften I 73, 74.
 — allitische Rotlehme
 III 403, 404.
 — als maßgebend für die Zu-
 sammensetzung der Pflan-
 zendecke VIII 57, 58.
 — aride Roterden III 256.
 — Bedeutung für Kultur-
 boden VIII 8—10, 17.
 — Bekuhlen und IX 89—92.
 — Beziehungen zwischen
 Boden als Vegetations-
 faktor und IX 521—529.
 — Bodenbearbeitung und
 IX 97—117, 123.
 — Bodenbonitierung auf
 Grund der IX 372; X 12,
 26, 30, 31, 35, 51, 297, 298.
 — Bodenkartierung auf
 Grund der X 262, 263, 287,
 297, 298, 307, 330f., 356,
 363.
 — Bodenstetigkeit der Pflan-
 zen und I 70.
 — Bodenversauerung in
 ihrer Einwirkung auf
 VIII 377—386.
 — Digoerde und IX 92.
 — Düngemittel in ihrem
 Einfluß auf IX 226, 227.
 — Einfluß auf Bodengestal-
 tung IV 2.
 — Ermittlung durch Gefäß-
 versuch VIII 540—549.
 — Fruchtbarkeit und I 60.
 — Gare und IX 541.
 — Gipsdüngung und IX 282,
 283.
 — Hilfsmittel zur Bestim-
 mung bei natürlicher La-
 gerung V 521—527.
 — Humusboden IV 124—127.
 — intermittierende Boden-
 filterung in Abhängigkeit
 von X 249.
 physikalische Bodeneigen-
 schaften, Kahlschlag und
 IX 423, 424.
 — Kalkung in ihrem Einfluß
 auf VIII 270, 308, 309,
 379; IX 276f.
 — kastanienbraune Böden
 III 298f.
 — Kochsalz in seinem Ein-
 fluß auf VIII 424.
 — Marschböden IV 164—166.
 — Meeresüberschwemmun-
 gen und VII 53.
 — organische Substanz und
 VIII 10.
 — Pflanzen als Indikator für
 VIII 52, 53.
 — Pflanzen und VII 344.
 — Podsolboden III 153 bis
 155.
 — Prärieböden III 294.
 — Regenwürmer in ihrem
 Einfluß auf VII 392, 407.
 — Roterde III 230—233.
 — Salpeterdüngung und
 IX 254, 255.
 — Sand und VIII 9.
 — saurer Humus und VII 53.
 — Steppenschwarzerde
 III 265—270.
 — Szikbodeneinteilung nach
 III 338, 339.
 — Teichboden IX 316—318.
 — Ton und VIII 9, 273f.
 — Unterbau und IX 427.
 — Verbreitung der Holz-
 arten und IX 352.
 — Waldböden III 153—155.
 — Waldfeldbau und IX 438.
 — Windwirkung auf Boden
 und I 291, 292.
 — Zink in seinem Einfluß
 auf VIII 460.
 physikalische Verwitterung
 I 76, 80; II 162—191;
 III 445, 446; vgl. mecha-
 nische Verwitterung.
 — an Sandsteinen IV 76.
 — arktische Böden und
 III 45—54.
 — Beteiligung der Tierwelt
 am Vorgang der II 189.
 — Bewegungsvorgänge bei
 der II 164.
 — Charakteristik II 162;
 V 280.
 — Faktoren der II 163—165.
 — Gesteinslockerung durch
 II 162—191.
 — Gesteinsstruktur und
 III 51—53.
 — im ariden Gebiete IV 235.
 — im Hochgebirge III 99.
 — im Kambrium und Prä-
 kambrium IV 301, 304.
 physikalische Verwitterung in
 den Tropen III 365; V 265.
 — in Wüstengebieten
 III 445, 446, 448, 455.
 — klimatische Bodenbildung
 und III 17.
 — Klima und II 162f.
 — Landschaftsbild und
 V 229—231.
 — physikalische Abwitte-
 rung und II 164.
 — Staubböden und III 469f.
 — Temperaturwechsel und
 III 45.
 — Unterscheidung von che-
 mischer Verwitterung
 II 191.
 — Vergrusung und IV 293.
 physikalische Wachstums-
 faktoren IX 498.
 — Schädigungskonstante
 IX 515.
 physiologische Reaktion der
 Düngemittel VIII 403 bis
 410.
 — Ammonsalze IX 352.
 — Bedeutung für die Ermitt-
 lung des Nährstoffgehalts
 der Böden VIII 529, 531,
 532.
 — des Natriumnitrats und
 Wachstum der Holzarten
 IX 453.
 — Einteilung der Dünge-
 mittel nach VIII 404.
 — Kalisalze IX 240, 241.
 — Phosphorsäureaufnahme
 bei verschiedener IX 263.
 — verschiedener Phosphor-
 säuredüngemittel IX 266.
 physiologische Tiefgründig-
 keit IX 388.
 physiologische Trockenheit
 humusreicher Böden
 IX 378.
 Phytoerosion II 272.
 phytogene Bodentypen
 III 23—25.
 Pilze VII 243.
 — als Ammoniakbildner
 VII 270.
 — als Eiweißzersetzer
 VII 270f.
 — an Pflanzenwurzeln
 VII 266, 373.
 — Anzahl im Boden VII 256.
 — Assimilation von organi-
 scher Substanz durch
 VIII 602.
 — Bedeutung für Humus-
 bildung VII 133.
 — „biologische“ Neutralisa-
 tion durch VII 133, 248.
 — biologische Verwitterung
 durch II 248—257.

- Pilze, Bodenreaktion und VII 248, 259, 260; VIII 387.
 — Desinfektionsmittel und Anzahl der IX 286.
 — Farbstoffbildung durch VIII 658f.
 — Hemizellulosenabbau durch VII 320.
 — Huminbildung durch VIII 659f.
 — im Regenwurmdarm VII 405.
 — im Teichboden IX 337, 338.
 — Kohlensäurekonzentration und VII 379, 381.
 — Ligninzersetzung durch VII 321.
 — Pektinzerstörung durch VII 321.
 — photosynthetisch arbeitende Formen der VII 246.
 — Spezialkulturen bei VII 253.
 — Stickstoffestlegung durch VIII 626; IX 365.
 — Strahlungsklima und VII 356.
 — Tätigkeit im Moorboden IV 157f.
 — Zelluloseabbau durch II 227—233; VII 318, 319.
 — Zerstörung organischer Säuren durch VII 133.
 Pilzfelsen II 276, 286, 289 (Abb.).
 Pilzmethode nach BENNECKE und SÖDING VIII 451, 665.
 Pionierholzarten in ihrer Bedeutung für die Aufforstung IX 460, 461.
 Pionierpflanzen, Algen als II 248f.; VII 336f.; IX 459.
 — Flechten als II 248f.; VII 336f.; IX 459.
 — Moose als II 255f.; IX 459.
 — Schwarzföhre auf Karst als IX 490, 491.
 Pionierv egetationsboden als alpine Humusböden III 108.
 Pipettmethoden bei der mechanischen Bodenanalyse VI 24—27.
 — bei der bautechnischen Bodenuntersuchung X 161.
 — Voraussetzungen für einwandfreies Arbeiten der VI 26.
 Pisolithe, vgl. Eisenkonkretionen.
 — auf Peridotit IV 282.
- Pisolithe im Bauxit IV 285.
 — in Kalkroterden III 404.
 — in lateritischen Anreicherungs zonen IV 277, 278.
 — Tonerdeanreicherung in gewissen karbonischen IV 284.
 Plaggenwirtschaft IV 182 bis 184; V 336.
 — Auswaschung des Bodens nach IX 437.
 — Eschbodenentstehung und V 336, 337.
 — forstwirtschaftliche Nachteile durch IX 437.
 — zur Erzeugung des Stalldüngers IX 78, 211.
 Plankton als Sedimentationsmaterial in Seen V 125f.
 — Förderung durch Düngung IX 335.
 — Salpeter einwirkung auf IX 325.
 — Marschbodenbildung und IV 167.
 Planktopel IX 305.
 Plasmolyse durch leichtlösliche Aluminiumsalze VIII 461.
 — Nährlösungen und VIII 531.
 Plastizität der Böden und ihre Ermittlung VI 37f.
 — des Eises I 261.
 Plattenkalk, Sickertrichter und Verwitterung des VI 186.
 — Verwitterung des IV 105.
 Plattensandstein, Böden des IV 79, 80; V 409.
 — Verwitterungsstudien am IV 77.
 Plattenverfahren bei der mikrobiologischen Untersuchung, Durchführung VII 251.
 — Mängel des VII 251, 252.
 — Vergleich mit Verdünnungsverfahren VII 252, 253.
 — zur Bestimmung der Zahl der Protozoen VII 385.
 Plenterwald, Aussehen der Dünenwälder wie IX 471.
 — schlechte Durchführung des IX 426.
 — Vorteile gegenüber anderen forstwirtschaftlichen Verfahren IX 424, 425.
 Pliozän, Eiszeitvorboten im II 106, 107.
 Pluvialklima II 113f.
 — Entstehung gewisser ägyptischer Böden im III 448, 451.
- Pluvialzeit, Ausdehnung II 113f.
 — Klimazeugen der II 96.
 pneumatolytisches Wasser V 49—61.
 Podsolboden III 120f. vgl. de-
 gradierte Böden, Ortstein.
 — alpiner III 107, 113.
 — als Ackerboden III 125, 129.
 — als humider Bodentypus III 184; VII 358.
 — als wasserstoffreicher Bodentypus VIII 312.
 — austauschbare Basen im VIII 164.
 — begrabener IV 229.
 — Bleichungserscheinungen als typisches Zeichen für VIII 313.
 — Bildungszeitdauer IX 403.
 — Bodenaustrocknung zur Erhöhung der Nährstofflöslichkeit im IX 118.
 — Bodenreaktion im Profil des VII 375.
 — Chemismus III 184, 185; V 38f.; VII 165, 166, 360, 361.
 — Einteilung III 121.
 — Faktoren zur Beeinflussung der Bildung des III 124, 125, 155—158.
 — Gehalt an anorganischen Gelen als charakteristischer Unterschied zwischen Braunerden und III 165, 166.
 — Hochgebirgs- III 107, 108.
 — Höhe der Quotienten *K* und *B* bei IV 254.
 — im Tundrangebiet III 73, 134.
 — in der Interglazialzeit II 126.
 — Jod im VIII 457.
 — Klima und III 159, 160.
 — Krümelung der III 125.
 — Kulturentwicklung im Gebiete des V 432, 433.
 — Landschaftsbild im Gebiete des V 251, 252.
 — morphologische Kennzeichen III 121—124.
 — Nitrifikation im VII 374.
 — Ortsteinbildung im IV 177.
 — Pflanzenvereine des III 139, 140.
 — physikalische Eigenschaften des III 153—155.
 — Profile III 125—128; V 22 bis 25, 38f.; VII 361 (Abb.).
 — Rendzinaentwicklung zum VII 377, 378.

- Podsolboden, schematische Darstellung der Stoffwanderung im V 13.
- tropische III 364, 371; IV 187, 188, 221.
 - unter deutschem marinen Zechstein IV 300.
 - Unterscheidungsmerkmale von Mullböden VII 366.
 - unter Urwald III 409; IV 188, 221.
 - Ursachen der Entwaldung des VII 369, 370.
 - Vegetation und Eigenschaften des IX 404.
 - Veränderung des VII 355.
 - Verbreitung III 73, 134, 158—160; V 290f., 363, 416.
 - Vergleich mit Braunerde III 165f.
 - Vergleich mit Gelblehm-bildung V 41, 42.
 - zonale Verbreitung des III 159.
- Podsolierung vgl. Degradation.
- Alpenhumus und IX 389.
 - als Klimazeuge II 97, 127.
 - Bleichung des Rotliegenden zu Grauliegendem als IV 300.
 - Bodenbearbeitung und IX 94.
 - Bodengare und IX 95.
 - Bodenreaktion und VII 375.
 - der Braunerde je nach Holzarten IX 403.
 - der Steppenschwarzerde III 516.
 - des Mullbodens VII 366, 367.
 - Einwirkung auf Wald VII 370.
 - Förderung durch Waldklima IX 401.
 - Gehalt der Streudecke an Pufferstoffen und IX 404.
 - Geschwindigkeit der VII 365; IX 403.
 - Heiden als Gebiete stärkster III 145.
 - Höhe der Quotienten K und B bei IV 254.
 - im Urwald III 409; IV 187, 221.
 - in den Tropen III 364, 371; IV 187, 188, 221.
 - in Heideböden IX 78.
 - Kaolin und IV 292.
 - Kennzeichnung II 296.
 - Klima und IX 466.
- Podsolierung, Ortsteinbildung unter VII 364.
- Quarzanreicherung und Sesquioxidverminderung als typische Kennzeichen der III 167.
 - Rohhumus und VII 358 bis 365; IX 395.
 - unter Dünen sand IV 229 (Abb.).
 - Untergrundlockerung und IX 190, 191.
 - unter Steppenwaldboden IV 223.
 - unter tropischen Mooren IV 221.
 - Vegetation und Grad der VII 361.
 - Vorgänge bei der III 151.
 - Waldtypen und IX 417.
- podsolige Böden III 119 bis 160.
- auf Löß III 171.
 - Pflanzenvereine der III 139, 140.
- podsolige Waldböden III 134f.
- in der altdiluvialen Landschaft Deutschlands V 343f.
- podsolige Wiesenböden III 129—134.
- Profil III 130.
- POGGENDORFSche Kompensationsmethode VIII 343, 344.
- polare Adsorption I 228; VII 60.
- Polargebiete vgl. hierzu I 257 bis 288; III 27—96.
- äolische Bildungen im III 74—82.
 - chemische Verwitterung im III 54—72.
 - Faktoren der physikalischen Verwitterung in den II 163; III 45—54.
 - Größe der Vereisung der III 32.
 - Insolation in II 177.
 - Klima der II 52, 53; III 27—33, 50, 51.
 - Kulturentwicklung in V 430, 431.
 - Landschaftsbild und Bodenbildung in V 245f.
 - Salzausblühungen im III 66—69.
 - Vegetation in ihrer Anteilnahme an der Bodenbildung in III 72—74.
 - Vergletscherung der III 32.
 - Zusammenhänge zwischen Klima und Bodenbildung in III 68—72.
- polarisiertes Licht zur Mineraluntersuchung VII 28 bis 33.
- Polen, Bodenkartierung X 339—346.
- Poliermittel, Kaolin und Ton zur Herstellung der X 205.
- Kieselgur als X 134.
- Poljen V 92, 93; vgl. Dolinen.
- Pollen im Flugstaub I 309.
- Konservierung durch Humusstoffe II 140.
 - Verbreitung durch den Wind II 140.
- Pollenanalyse II 97, 99.
- Bedeutung für Paläoklimatologie II 96, 127.
 - Begriffsbestimmung II 140.
 - Bewertung II 146.
 - Durchführung II 141f.
 - zum Nachweis der Klimaverhältnisse der Vorzeit und des Alters der Humusablagerungen II 139 bis 147.
 - zur Altersbestimmung der Torfe II 139f.
 - zur Erforschung der Seebodenablagerungen V 104, 105.
 - zur Erkennung fossiler Böden IV 260.
- Pollengyttja V 118.
- Pollenmudde IV 146, 148.
- Polwanderungstheorie II 94.
- Polychaeten vgl. Sandwurm.
- Polygonboden I 319; III 82f; V 246; vgl. Struktur-boden.
- Aufbau des III 85f.
 - Bedeutung für Paläoklimatologie II 96.
 - Korngröße des Materials und III 88f.
 - Landschaftsbild und V 246, 247.
 - Typen des III 82f.
- Polyone I 217.
- Austausch im Innern der VII 68.
 - Koagulation der Protone zu VII 65.
 - Verhalten bei Quellung I 220.
- Polytrichum vgl. Widertonmoostorf.
- in nährstoffarmen Mooren IV 130, 152.
 - in tropischen Mooren IV 210.
- Porengrundwasser V 89.
- Porenverstopfung durch Gasblasen VI 149.

- Porenvolumen VI 253; vgl. Hohlraumvolumen.
 — Berechnung VI 127, 270.
 — Bestimmung im gewachsenen Boden V 223; VI 45 f., 129, 270, 277, 278.
 — Beziehungen zwischen Durchlüftung, Wasserführung und VI 312.
 — Bodenbearbeitung und VI 273; IX 148.
 — Bodengare und IX 293.
 — Bodenlagerung und VI 28, 29, 268, 269; IX 100.
 — Bodenstruktur und VI 275.
 — Diffusion der Kohlensäure aus dem Boden und VI 304.
 — Durchlüftung und VI 273; IX 103, 104.
 — Ermittlung des VI 29, 30, 44—49, 129, 278.
 — Filterversuche mit verschiedenen VI 156.
 — Frost und VI 276.
 — Hygroskopizität in ihrem Einfluß auf VI 76, 78, 82.
 — Korngröße und VI 272, 283.
 — kritisches VI 88.
 — Luftdurchlässigkeit der Böden bei verschiedenen VI 170.
 — Luftgehalt des Bodens und VI 268 f.; IX 111.
 — Salze in ihrer Einwirkung auf VI 277.
 — scheinbares VI 78.
 — spannungsfreies VI 82.
 — Tiere und VI 30, 275, 276.
 — verschiedener Bodenarten VI 270.
 — verschiedener Waldböden VI 272.
 — wahres VI 78.
 — wirksames VI 82.
 — zur Bestimmung der Bodendispersitätsänderungen VII 104.
 Porenwasser V 81.
 Porenwinkelwasser als Haftwasser VI 120.
 — Aufsaugung des Häutchenwassers durch VI 122, 126.
 — Definition VI 121.
 Porosität V 76.
 Porphyr vgl. I 115 f.
 — Böden des IV 55—57.
 — Zusammensetzung IV 55, 56.
 Porphyrite, Böden der IV 56, 57.
 Porphyrite in mineralogisch-geologischer Hinsicht I 127—129.
 Portlandzement X 193, 194.
 Porzellanerden X 188.
 Porzellanfabrikation vgl. Keramik.
 Porzellantone I 137.
 Postglazialzeit, Auswirkung auf arktische Bodenverhältnisse III 71.
 — Beginn der II 131.
 — begrabene fossile Böden aus der II 126.
 — Entstehung der heutigen südrussischen Schwarzen-See-Küste in der II 114.
 — Entwicklung der II 96.
 — fossile Terra rossa aus der II 127.
 — Klima der II 127—139.
 — Moorbildungen als Kriterium einer Wärmezeit in der II 100, 134.
 potentielle Azidität, Bestimmung VIII 352—357.
 — Charakteristik VIII 353.
 — Kalkbedarfsermittlung und VIII 412.
 potentieller Säurewasserstoff VIII 329.
 Poudrette IX 220, 259.
 Prärieböden III 287—294.
 — chemische Beschaffenheit III 293, 294.
 — dryfarming der V 443.
 — Eindringtiefe der Pflanzenwurzeln in VII 369.
 — landwirtschaftliche Nutzungsfähigkeit III 288, 289.
 — Mineralgehalt III 6.
 — physikalische Beschaffenheit III 294.
 — Profile III 289, 292, 293.
 — Ursachen der Entwaldung der VII 369.
 — Vegetation der III 287 bis 289.
 — Vergleich mit Schwarzerden III 346.
 — Wassergehalt des Untergrundes und Ausbildung der V 285.
 — Zusammensetzung III 6.
 Pressen zur Gewinnung von Bodenlösung VIII 125.
 Preußen, Bodenartenkartierung X 299.
 — Bodentypenkarten der Provinzen von V 328, 329 (Abb.), 340, 341 (Abb.), 380, 381 (Abb.).
 — Bodenübersichtskarte X 279, 280.
 Preußen, Bodenverhältnisse in V 290—404, 417—424.
 — Geschichtliches über die Moormelioration in IX 69.
 Primärteilchen vgl. Protone.
 — des adsorbierenden Bodenkomplexes VII 21.
 — Haftung an größeren Bodenfraktionen VII 22.
 Primitivböden I 80; IV 36, 37, 40; V 1.
 Probegruben V 210 (Abb.).
 — für bakteriologische Untersuchungen V 211.
 — für Profiluntersuchungen V 215.
 — zur Entnahme von Monolithen V 215, 216 (Abb.).
 Probenahme bei Vegetationsversuchen VIII 557.
 — Bodenbonitierung und Notwendigkeit der X 3, 27.
 — der Mineralböden V 204 bis 211.
 — der Moorböden V 211 bis 214.
 — der Seeböden V 104.
 — der Torfproben zur Pollenanalyse II 142, 143.
 — des Teichwassers IX 307.
 — Ermittlung des Düngbedürfnisses und IX 532.
 — Ungeeignetheit der MITSCHERLICH-Methode der Stickstoffbestimmung auf Grund der VIII 446.
 — Vorsichtsmaßnahmen zwecks Stickstoffbestimmung VIII 442.
 — zur bautechnischen Bodenuntersuchung X 159, 160.
 — zur Ermittlung der Strangentfernung der Dräns IX 24, 25.
 — zwecks Untersuchung vollständiger Profile V 214 bis 217.
 Profil vgl. Bodenprofil.
 profunde Wasserzirkulation V 85.
 protaminophage Bakterien VII 273.
 Proteine vgl. Eiweiß.
 Protone I 217, 220.
 — Kalkung in ihrem Einfluß auf VII 46.
 — Koagulation und VII 65.
 — Quellung und I 220.
 Protozoen VII 382—386.
 — Anzahl im Boden VII 257, 385.
 — Artenreichtum im Boden VII 382.

- Protozoen, Beteiligung an der Zusammensetzung der organischen Substanz des Bodens IX 390.
- Bodenfruchtbarkeit und VII 386.
- Bodenmüdigkeit und IX 287.
- Bodentrocknung und Abtöten aktiver IX 284.
- Bodentypen und Verbreitung der VII 382.
- Humusbildung und VII 136.
- im Teichboden IX 341.
- Kohlensäurebildung und VIII 608.
- Vernichtung durch Desinfektionsmittel IX 286.
- pseudoaride Böden III 98.
- Kennzeichnung IV 4.
- Pseudofieber III 137.
- Pseudomycelien in Steppenschwarzerden III 260, 263.
- Psilomelan als Lateritelement IV 397.
- in lateritischen Roterden IV 300.
- psychophile Mikroorganismen VII 261.
- Temperatur und Wachstumsoptimum der VII 247.
- Pufferfläche nach JENSEN VIII 361.
- Puffergemisch I 201.
- Puffermikrozonen in Seen V 137.
- Pufferstoffe, Bikarbonat als VIII 327.
- Gehalt der Streu verschiedener Holzarten an IX 404.
- Humifizierung der Streu in Abhängigkeit von VII 360.
- Pufferungsvermögen des Bodens VIII 357—362.
- Bestimmung VIII 359f.
- Charakteristik VIII 359.
- Nitratbildung und VIII 638—640.
- Steppenschwarzerdeprofil III 269.
- Wasserstoffionenaustausch und VIII 241.
- Pulvererde I 71; IV 175, 176; vgl. Maibolt.
- Pulvermoor IX 238.
- Purpurbakterien VII 246; IX 336.
- Putzmittel, Kaolin und Ton zur Herstellung der X 205.
- Sand zur Herstellung der X 199.
- Puzzolanerde vgl. I 134.
- zur Herstellung der Mörtel X 192.
- Zusammensetzung X 192.
- Pyrit vgl. Markasit, Schwefel-eisen.
- als gesteinsbildendes Mineral I 110.
- als Neubildung im Laterit IV 281.
- Beziehungen zwischen Grundwasser, Kohlenlagerstätten und X 183.
- Entstehung I 110.
- im Maibolt IV 176.
- im Moor IV 160, 161.
- in Pulvererden IV 176.
- in Siallitvorkommen IV 282.
- Kleinformen der Verwitterung und II 285.
- Neubildung im tertiären Laterit IV 281.
- Oxydation zu Schwefelsäure II 199, 285; X 183.
- See-Erz in Form von VI 13, 115.
- Pyrohymatomelansäure VII 172.
- Pyroxen als gesteinsbildendes Mineral I 96—98.
- mineralogische Unterscheidungsmerkmale von Hornblende VII 45.
- Olivinumwandlung in I 100.
- Pyrolusit als Lateritelement III 397.
- Quadersandstein, Böden des IV 82, 83; V 277, 421.
- Mineralneubildungen im II 276.
- Strukturverhältnisse und Inkrustierung des II 282.
- Wabenverwitterung im II 275.
- Zusammensetzung I 137.
- Quarréboden III 82; vgl. Polygonboden.
- Quarz, Absorptionsvermögen VIII 221, 238, 242.
- als Magerungsmittel beim Brennen der Tone X 189.
- als Mineral I 103.
- als Verwitterungsrückstand im Laterit III 393, 418.
- Ammoniakadsorption durch VI 328f.
- Angreifbarkeit durch Flechten II 253.
- Anreicherung bei der Podsolierung III 151, 167.
- Quarz, Anreicherung im Bleichsand III 149.
- Hygroskopizität VI 336, 337.
- Kohlensäureadsorption durch VI 323, 324.
- Methanadsorption durch VI 334.
- mineralogische Unterscheidungsmerkmale von Feldspäten VII 44.
- Neutralsalzzersetzung am VIII 238.
- Sand und VII 3, 4.
- Schwefelwasserstoffadsorption durch VI 334.
- Schwellenwert einiger Basen in Suspensionen von VIII 285.
- spezifisches Gewicht VI 43; VII 41.
- Stickstoffadsorption durch VI 325.
- Trennung von kolloider Kieselsäure VII 98.
- Vorkommen im Boden VII 39.
- Wasserdampfadsorption durch VI 337.
- zur Glasherstellung X 196.
- zur Karborundherstellung X 199.
- Quarzgesteine und ihre Böden IV 94.
- Quarzit I 145.
- Boden des IV 94.
- Entstehung durch Kontaktmetamorphose reiner Sandsteine I 143.
- in tertiären und kretazischen Sanden IV 294.
- physikalische Verwitterung des III 53.
- Limno- vgl. Limnoquarzite.
- Verbreitung IV 294.
- Quellen, Arsengehalt verschiedener X 237.
- Arten V 58f.
- Dräns zum Abfangen der IX 6.
- Ergiebigkeit V 88, 91.
- Exposition und Schüttung der VI 198.
- Gebirgswald in seinem Einfluß auf Speisung der IX 381.
- Gesteinszersetzung durch heiße V 250.
- in Wüstengebieten III 444.
- Luftdruck in Wirkung auf Schüttung der VI 146.
- Radioaktivität VI 392, 393.
- Salzgehalt V 65.

- Quellen, Speisung durch absteigenden Wasserstrom im Winter I 91.
 — Tau und Bildung der VI 220.
 — Ursachen der Bildung der V 60.
 — Zusammensetzung V 91.
 Quellerosion V 243 (Abb.), 244.
 Quellgase, Emanationsgehalt VI 393.
 Quellkreide V 111.
 Quellmoor IV 132.
 — Kalksinter und IV 145.
 — Leitpflanzen des VIII 74.
 — Salzausblühungen im V 90.
 Quellung VII 74.
 — als Folge der Wasseraufnahme I 225.
 — als ungünstige Wirkung des Natriums im Boden VIII 316.
 — Art der austauschbaren Kationen im Boden und VIII 380.
 — Bestimmung VII 107, 108.
 — Bestimmung der äußeren Bodenoberfläche und VII 84.
 — Bodenarten und VII 74.
 — Bodenstruktur und VII 74—79.
 — der Gele I 219—221; VII 74.
 — der Humuskolloide VII 53, 74.
 — der Tone II 190.
 — Hydratation und VIII 292.
 — Veränderung der Viskosität durch VII 108.
 Quellwasser V 83.
 — als besondere Gruppe des Grundwassers V 83.
 — Emanationsgehalt VI 393.
 — Gründe der Keimfreiheit der VII 258.
 — Herkunft des V 58 bis 61.
 — Rückschlüsse auf chemische Verwitterung aus II 215.
 — Schwefelsäuregehalt II 275.
 — Unterscheidung vom Grundwasser V 81.
 — Unterscheidung vom Tagewasser V 68.
 — Zusammensetzung II 215, 216.
 Quellwiesen VIII 12.
 Querdränung IX 25.
- Rädertierchen in ihrer Wirkung auf den Boden VII 386, 387.
 radioaktive Strahlen, Anregung der Stickstoffbindung des Azotobacters durch VII 303.
 — Arten der VI 382, 383.
 — Halbwertzeiten der VI 382.
 radioaktive Substanzen und ihre Strahlungen VI 381 bis 383.
 Radioaktivität, Bestimmungsmethoden VI 383f., 393, 394.
 — Boden VI 380—396.
 — Bodenluft VI 393—396.
 — der Wasser in Beziehung zum Kropf X 226, 227.
 — Erdwärme und VI 391.
 — Gesteine VI 383—385.
 — Gewässer VI 391—393.
 Radiumemanation, Einheiten für VI 392, 393.
 — in der atmosphärischen Luft VI 268, 394, 395.
 — in der Bodenluft VI 383, 393f.
 — in Höhlungen VI 383.
 Randböden III 5; IV 3.
 — Terra rossa als III 194.
 Randroterden als rezente Bildungen III 249.
 — chemische Zusammensetzung III 245.
 — Klima und III 194.
 Raseneisenerz vgl. Ocker, Limonit.
 — als Anlaß zu stauender Nässe IX 6.
 — als Baumaterial V 314.
 — als Gleiboden IV 177, 178.
 — Aufforstung und IX 468.
 — Behinderung des Ackerbaues durch VIII 7; IX 122.
 — Bildung unter Heideböden IX 466.
 — Glühprodukte als rote Farbstoffe X 206.
 — im Moor IV 160; IX 468.
 — in anmoorigen Böden V 337.
 — in mineralogischer Hinsicht I 104, 140.
 — Vegetation arktischer Gebiete und Bildung des III 69, 70.
 — Verhüttung der V 314.
 — Vivianit im IV 178.
 — Zusammensetzung IV 178.
 Rasenerden III 108.
 Rasenschädigung durch Wind V 239 (Abb.), 240, 250; vgl. I 296.
- Ratten als Überträger von Krankheitserregern X 220 bis 223.
 — Einwirkung auf Boden VII 432, 433.
 — Trichinosis und X 222, 223.
 Raubbau, Brache als IX 291.
 — im Wirtschaftswalde gegenüber Urwald IX 360.
 — Waldfeldbau als IX 402.
 Raubtiere in ihrer Einwirkung auf Böden VII 434, 435.
 Rauchgase, Arsen in VIII 464.
 — Einfluß auf Vegetation VIII 458.
 — Einwirkung auf Böden VIII 305.
 — Empfindlichkeit der Flechten gegen II 251.
 — Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft und VI 258.
 — Schwefelsäure in II 296, 297; VI 266.
 — Schwefelverbindungen in VI 266; VIII 458.
 — Schwermetalle in VIII 305, 458, 464.
 — zerstörender Einfluß auf Baumaterialien II 223, 296, 297.
 Rauhreif I 258; II 22, 87.
 Rauschbrand, Boden und X 213.
 Rautenböden vgl. Polygonboden.
 — Unterschied von Fließerden IV 180.
 Regulation I 189, 261; II 176f.
 — Einfluß auf Pflanzendecke III 72, 73.
 — Strukturbodenbildung und III 91.
 — Temperaturschwankungen und II 176f.
 — Tjäle und II 176f.
 Regen, Ammoniakgehalt als Maßstab für Ammoniakgehalt der Luft VI 263.
 — Bedeutung der abkühlenden Wirkung für Wüstenverwitterung III 445.
 — Degradation unter Einfluß des III 511, 512.
 — Einfluß auf Rindenbildung III 493, 494.
 — Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre und VI 304.
 — Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 289.
 — lösende Wirkung auf Gesteine II 213.

- Regen, Mengen und Verteilung in den verschiedenen Erdteilen II 35—53.
- Ozongehalt der Atmosphäre und VI 261.
 - Prellwirkung IX 197.
 - Reinigung der Atmosphäre von organischen Verunreinigungen durch VI 268.
 - Salzgehalt I 293.
 - Zusammensetzung I 150, 151; II 213; VI 258f.
 - Zusammensetzung der gelösten Gase des VI 259.
- Regenfaktor III 7.
- beeinflussende Faktoren des III 8, 9.
 - Bodeneinteilung nach III 8; IV 45; VIII 30.
 - Brauchbarkeit im Gebirge III 98.
 - Gelberden III 216.
 - Kartierung des X 263.
 - Roterden III 216.
 - Schwarzerden III 350, 351.
 - Unzulänglichkeit des II 91; III 9.
- Regenklemmen IX 58.
- Regenwurmexkremate, Abhängigkeit von humosen Bodenstoffen VII 395.
- Bakteriengehalt der VII 406.
 - Beziehungen zwischen Temperatur, Niederschlagsmenge und VII 396.
 - Mengenbestimmung VII 394f.
 - Schichthöhe der VII 397 bis 399.
- Regenwürmer VII 390—410.
- Abbau der organischen Stoffe durch IX 393.
 - Arten VII 391f.
 - Beeinflussung der physikalischen Eigenschaften der Roterde IX 486.
 - Bodenaustrocknung und VII 391, 392, 396.
 - Bodenbildung und I 76, 77; VII 366, 390—410.
 - Bodendurchlüftung und VI 311; VII 401.
 - Bodenlockerung und VII 401f.; IX 3.
 - Bodenreaktion und VII 366, 404; VIII 394.
 - Bodentiefe und VII 391.
 - Bodentypen und VII 392.
 - Düngewert der VII 393, 410.
 - Erdmengenbewegung durch VII 366, 394.
- Regenwürmer, Fehlen in Rohhumus und Heideboden IX 393.
- Gefäßversuche zur Prüfung der Bodenveränderung durch VIII 552.
 - Höhenlage und Verbreitung der VII 392, 393.
 - Hohlraumvolumenveränderung durch VI 30, 275, 276; VII 399, 401.
 - Humusbeschaffenheit und VII 366.
 - im Karstwald IX 393.
 - im Moorwald IX 478.
 - im Tschernosem III 275.
 - in Roterde-Waldstreu III 219; IX 486.
 - in Steppenschwarzerde III 259, 275.
 - in tropischen Schwemmlandböden V 451; VII 398.
 - Kohlensäureproduktion des Bodens und VI 298.
 - Lebensweise VII 390f.
 - Luftkapazität der Böden und VI 281; VII 402.
 - mechanische Beeinflussung der Mineralbestandteile des Bodens durch VII 399, 400.
 - Nitrifikation und VII 403, 404; IX 364.
 - Stickstoffanreicherung des Bodens durch VII 401, 403, 404.
 - Streuzersetzung und IX 478, 481.
 - unter Nadelwald IX 393.
 - Pflanzenwachstum und VII 408—410.
 - Verhalten zum Kalk VII 404.
 - Wasserdurchlässigkeit und VII 401.
 - Wasserkapazität und VII 402.
- regionale Böden, Gegensatz zu aklimatischen Bodenbildungen IV 3—5.
- Klima und I 26; III 1 bis 521; V 10f.
 - Kulturentwicklung und V 434.
 - spezielle Verwitterungskunde und I 4.
- regionale Bodenkunde III 27 bis 521.
- Entwicklung in Deutschland V 271f.
- regionale Limnogeologie V 161—189.
- Regression I 244.
- Regur, Ähnlichkeit mit Tschernosem III 341, 342.
- Regur, chemische Beschaffenheit III 345, 346.
- Entstehung III 343, 344.
 - Fruchtbarkeit III 344, 345.
 - Herkunft der schwarzen Farbe des III 342, 343.
 - im Savannenklima III 278.
 - Kalkkonkretionen in III 343, 345.
 - Klima und Bildung der III 341.
 - Ribbildung als charakteristisches Merkmal des III 343.
 - Verbreitung III 341.
 - Vergleich mit black adobe III 345.
- Rehböden III 315; vgl. Soda-böden.
- Reif II 22, 87; vgl. Rauhreif.
- maximale Menge des VI 210, 211.
 - Ursachen der Bildung des VI 220.
- Reinertrag vgl. Grundsteuer-reinertrag.
- als Grundlage der ökonomischen Bodenklassifikation VIII 31; X 30.
 - Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit, Roh-ertrag und X 23.
 - Ertragswert und X 54.
 - Faktoren zur Beeinflussung des VIII 42, 44.
 - Grundlagen der Berechnung des X 13.
 - im Schätzungsrahmen des Bewertungsbeirates VIII 43, 44.
 - Kennzeichnung VIII 31.
 - Nutzungswert der Böden und X 4.
 - Steuerveranlagung nach V 271.
 - zur Bodenbonitierung VIII 35, 36; X 8, 27—29, 32, 41.
- Reinzüchtung bei der mikrobiologischen Bodenunter-suchung VII 249.
- der Nitrit- und Nitrat-bildner VII 277.
- Reisfelder, Denitrifikation in VIII 641.
- Kalkstickstoffdüngung und Tötung der Spiro-chäten auf X 222.
 - Ortsteinbildung in V 453.
- Reisigbedeckung IX 431.
- auf Kahlschlägen IX 431.
 - bei der Dünenaufforstung IX 470.

- Reisigbedeckung, Beruhigung des Flugsandes durch stehende IX 475.
 — Bodenbeschaffenheit unter dem Einfluß der IX 431.
 — Durchlässigkeit des Bodens und IX 426.
 — Heideaufforstung und IX 465.
 — zur Herabsetzung der Windschäden I 297.
 Reisigdüngung als forstliche Maßnahme IX 444.
 Reisigpackung IX 431, 458.
 Reiterdrän IX 28.
 Reizdüngemittel VIII 454.
 Reizwirkung, Bedeutung in pflanzenphysiologischer Hinsicht IX 529.
 — durch Düngemittel VIII 454.
 — durch Mangan IX 352.
 — höhere Kohlensäurekonzentration und IX 370.
 relative Bodenfeuchtigkeit als Verhältnis von vorhandener Bodenfeuchtigkeit zur Hygrokopizität VI 141.
 — Kennzeichnung VI 133.
 — Wurzelverteilung und VI 133—135.
 relative Feuchtigkeit VI 202.
 — Abhängigkeit der hygroskopischen Wassermenge von der VI 75.
 — Einfluß des Meeres auf II 86, 87.
 — Taubildung in Abhängigkeit von VI 218.
 — Verdunstungsgröße in Abhängigkeit von VI 229, 244.
 relative Löslichkeit der Phosphorsäure VIII 174—183.
 — Ausführung VIII 175, 176.
 — Auswertung der Ergebnisse VIII 178 f.
 — Azidität in ihrem Einfluß auf VIII 178.
 — Berücksichtigung des Kohlenstoffgehalts bei VIII 176, 177.
 — Fehlerquellen VIII 182, 183.
 — Vergleich mit NEUBAUER-Methode VIII 178—181.
 — Wesen VIII 174, 175, 178.
 relative moistness VI 141.
 relative wetness VI 133.
 Rendzina III 258.
 — alpine V 423.
 — Alvarböden als V 36.
 — Borowinaböden als V 36.
 Rendzina, Degradierung der III 173, 518—521; V 414.
 — Einfluß des Muttergesteins auf Bildung der IV 1.
 — Entwicklung zum Podsolboden VII 377, 378.
 — Gips- V 426.
 — in den Alpen III 102, 106, 117; V 423.
 — Kulturentwicklung im Gebiete der V 436.
 — landwirtschaftliche Nutzung V 413.
 — Bodenprofil V 19, 20, 35, 36, 379, 413, 414.
 — Profile degradiertes III 519—521; V 22, 379, 414.
 — Verbreitung in Deutschland V 378, 379, 382, 383, 396, 413, 414.
 — Vergleich mit Roterden III 227 f., 253.
 — Verwitterungsböden alpiner Sedimentgesteine als III 105, 106.
 Reptilien, Einwirkung auf Boden VII 427.
 resorgentes Wasser V 57, 62.
 Rhenianphosphat IX 261.
 — Bodenstruktur und VII 79; IX 266.
 — physiologische Reaktion VIII 408—410; IX 266.
 — zur Teichbodendüngung IX 324.
 Rhodanverbindungen als Pflanzengifte VIII 465, 466.
 Riedboden V 369.
 Rieselfelder X 246, 247.
 — Bodenarten und X 246.
 — Bodenmüdigkeit auf IX 287.
 — Furchenbewässerung auf IX 46.
 — Jodanreicherung auf X 247.
 — Verwendung der Fäkalien auf IX 220.
 Riesenkessel II 266 f.
 Riesenquellen V 92.
 Riffbildung I 254—256.
 — Verwitterung zu Roterde IV 272 f.; vgl. III 200.
 RIMPAUSche Moordammkultur IX 66 f., 441.
 Rinden IV 226.
 — anachorische III 497.
 — Arten der V 44, 45.
 — Dicke der III 496.
 — epachorische III 497.
 — Gletscher- III 504, 505.
 Rinden, Mangan- vgl. Mangarinden.
 — Schutz- vgl. Schutzrinde.
 — Verwitterungs- vgl. Verwitterungsrinden.
 — Wüsten- III 490, 498.
 Rindenbildung(en) III 490 bis 505.
 — als Schutz vor Bodenbewegung V 261.
 — am nubischen Sandstein III 456.
 — Arten V 44, 45.
 — aus salzverkittetem Grus III 488; V 261.
 — Austrocknungs-, vgl. Austrocknungsrinde.
 — Begriffsabgrenzung gegenüber Krustenbildung V 45.
 — Eisen- II 277 f.; III 353; V 260.
 — Gletscher- III 504, 505.
 — Gips- II 277 f.; III 353; V 260.
 — Schutz-, vgl. Schutzrinde.
 — Sickerlösungen und Entstehung der II 277.
 — Verbreitung III 491 f.
 — Verkittungs- vgl. Verkittungsrinde.
 — Wüsten- III 490, 498.
 — Wüstensalze und III 484.
 — Zerstörung durch Tiere V 261.
 — Zusammensetzung II 281.
 Rindenböden vgl. Krustenböden.
 Rißbildung III 344 (Abb.), 476 (Abb.).
 — als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 195.
 — als Folge des Schwindens der Böden VI 86.
 — als Merkmal der Regurböden III 343.
 — durch Bodenaustrocknung III 47; IX 197.
 — durch Frosttemperaturen III 47.
 — im Badob III 348.
 — im Regur III 343, 344.
 — im Tschernosem III 259, 261.
 — in Roterden III 232.
 — in Salzkrusten III 487, 488.
 — in Steppenböden III 259, 287.
 — kapillarer Aufstieg in Böden und VI 111.
 — Pflanzenschädigungen durch III 232; IX 197, 198.
 — polygonale III 487, 488.

- Rißbildung, Tongehalt der Böden in Einfluß auf VIII 9.
 — Wasserdurchlässigkeit und VI 166.
- Rodung vgl. Stockrodung.
 — als Ursache der Bodenverdichtung IX 424.
 — Anbaukulturen der Naturvölker und X 92, 93.
- Rogensteine vgl. Kalkoolithe.
 — Bindemittel der IV 96.
 — in mineralogisch-geologischer Hinsicht I 139.
- Rohböden V 10.
- Rohhertrag, Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit, Reinertrag und X 23.
 — Entbehrlichkeit bei Bonitierung X 27.
 — zur Bodenbonitierung X 28, 32, 41.
- Rohhumus I 77; IX 389; vgl. Trockentorf, Humus.
 — Abbau durch Kahlschlag IX 399.
 — Abbrennen des IX 436; vgl. Brandkultur.
 — als Auflagehumus der Bleicherdewaldböden III 124.
 — als Schutzkolloid I 213; VIII 313; vgl. Humussol.
 — als Schwefelsäurelieferant II 274, 282, 285, 286; vgl. VII 168.
 — als Verdunstungsschutz der Bodenschichten VII 364.
 — Ausblühungen und II 282 f.
 — Azotobacter und IX 393.
 — Bakterienarmut des IX 393.
 — Bedeckung mit Sand als forstliche Maßnahme IX 441.
 — Bekämpfung des IX 398 bis 400.
 — Bleicherdebildung unter V 400, 401; VIII 313.
 — Bodenausbildung in Abhängigkeit von V 278, 279.
 — Bodendeckenvegetation und IX 395.
 — Bodendurchlüftung, Pflanzenbestand der Waldböden und VI 313.
 — chemische Zusammensetzung IV 156.
 — Eindringen des Wassers in den Boden und IX 381.
 — Entfernung zur Sicherstellung der Stickstoffversorgung des Waldes IX 399, 400.
- Rohhumus, Entstehung I 71; VII 358—365.
 — Fehlen der Nitratbildung im VIII 637.
 — Fehlen der Regenwürmer im IX 393.
 — Hohlformenbildung durch II 270 f.
 — im Dünenwald IX 472.
 — im Urwald IV 222, 278 (Abb.).
 — in den Tropen III 369 bis 371; IV 184—224.
 — Kennzeichnung IV 131; VII 119; VIII 313.
 — Klima in seinem Einfluß auf Bildung des Nadelholzes IX 420.
 — Leitpflanzen für VIII 74.
 — Möllern zur Nutzbarmachung des IX 399.
 — Mykorrhizen und IX 367.
 — Ortsteinbildung unter V 400, 401; VII 358 f.; VIII 313.
 — Podsolierung und VII 358 bis 365; VIII 313; IX 395.
 — Schwarzwässer und IV 207, 220; vgl. Schwarzwässer, Moorwasser.
 — Stickstoffwirkung auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen VIII 427, 428; IX 433.
 — Tonerdeauswaschung und VII 49, 361.
 — Torfmoose und IX 396 bis 398.
 — Umwandlung in Humusdünger IX 451.
 — Waldtypen und IX 417.
- Rohhumusbildner VII 363.
 — Alang-Alang als IV 222.
 — Geschwindigkeit der Podsolierung und VII 365.
 — Heidelbeere als VII 363.
- Rohhumusboden, alpiner Humusboden als III 108.
 — Bakterienarmut in VII 260; IX 393.
 — Fehlen der Nitrifikation im VII 374.
 — Klima und Übergang der Mullböden in VII 366.
 — Kohlensäureproduktion der VII 381.
 — Mikroorganismengehalt VII 260.
 — Pilze und Kohlensäureproduktion der VII 381.
 — Regenfaktor und klimatische Einordnung der III 8.
 — Reichtum an Pilzen VII 260.
- Rohhumusboden, tropische, vgl. tropische Rohhumusbildungen.
 — Übergang der Mullböden in VII 366.
- Rohhumuskultur IX 399, 400.
- Rohkultur bei der mikrobiologischen Bodenuntersuchung VII 249.
 — Nährlösungen für die Herstellung von Azotobacter VII 301.
- Rohphosphate vgl. Phosphate
 — als Zusatz bei Kompostierung des Torfes IX 451.
 — Anwendung auf Hochmoor IX 81, 261, 262.
 — Aufnehmbarkeit der Phosphorsäure aus II 262; IX 261.
 — Aufschluß durch Schwefelbakterien VIII 651.
 — forstliche Verwendung IX 453.
 — Kalkung und Wirkung der IX 274.
 — physiologische Reaktion VIII 409; IX 266.
 — Verarbeitung zu löslichen Phosphaten IX 261.
- Rohton vgl. Ton, Kolloidton.
 — als Einteilungsprinzip bei der mechanischen Analyse VI 2; VII 4—6, 55.
 — chemische Beschaffenheit des VII 4—7.
 — FORCHHAMMERSche Kaolinformel und VII 6, 7.
 — hohe Dispersität des VII 46.
 — Roterde und III 232.
 — Stärke der Angreifbarkeit durch Salzsäure VIII 153.
 — Zusammensetzung des VII 6, 7.
 — Zusammensetzung der Teilfraktionen des VII 7.
- Rollege IX 436.
- Rollschutt II 165.
- Rollspatenegge IX 65, 80, 463.
- Romanzement X 192, 193.
- Rotatorien VII 386, 387.
- rote Erden, Gegensatz zu Roterden III 248.
 — Zusammensetzung III 246.
- Roterde I 78; III 194—257; V 42; IX 484 (Abb.), 485 (Abb.), 486 (Abb.); vgl. Mediterran-Roterde, Terra rossa, Karstroterde.
 — Allgemeines III 194 bis 230.

- Roterde, allitische Siallite in tertiärer IV 279 (Abb.).
 — als B-Horizonte von Waldböden III 138, 219, 228f., 250f.
 — als Boden der Dolinen III 254, 255 (Abb.); V 439; IX 485 (Abb.).
 — als herrschende Bodenart auf Kalkgestein III 194f.; IV 251; V 257; IX 485.
 — als illuvialhorizont III 219; V 42.
 — als Verwitterungsprodukt des Kalksteins; vgl. Rückstandstheorie.
 — Ammoniakadsorption VI 331, 332; IX 249.
 — aride III 255—257; vgl. aride Roterde.
 — auf glazialen Schottern III 212, 213, 249.
 — barytführender Psilomelan in lateritischer IV 300.
 — Bedeutung der Humuserhaltung für Nutzung der IX 486.
 — Bildungsdauer III 211 bis 213.
 — Bodenprofile III 251f.; V 29, 42.
 — Bodenreaktion im Profil der VII 376.
 — Charakteristik III 194f.
 — chemische Beschaffenheit III 233—257.
 — Degeneration zu Braunerde unter Heide im Karst IX 489, 490.
 — Farbänderung bei Lagerung V 195.
 — fossile, vgl. fossile Roterde.
 — Fruchtbarkeit der III 254; IX 485.
 — Geschichtliches III 194 bis 230.
 — Herkunft der Farbe der III 242, 243.
 — Humus in seiner Bedeutung für III 217f.
 — Hygroskopizität zur Charakteristik der III 242f., 382, 383; vgl. VI 332.
 — in den Tropen III 363, 367, 369, 371, 385; vgl. tropische Roterde.
 — in der Interglazialzeit II 126.
 — Karst-, vgl. Karstrotterden.
 — Klima und Bildung der III 194f., 214f.
 — Korallenkalke und III 200; IV 272.
- Roterde, Kulturentwicklung im Gebiete der V 437, 439.
 — Landschaftsbild im Gebiete der V 233, 257 (Abb.).
 — Lößlehm eingebettet in IV 258 (Abb.).
 — Mediterran-Roterde als besondere Form der III 194; vgl. Mediterranroterde.
 — physikalische Beschaffenheit III 230—233.
 — Rand-, vgl. Randroterden.
 — Regenfaktor im Gebiete der III 8, 216.
 — Regenwurmtätigkeit in IX 486.
 — salzsäurelöslicher Anteil der Sesquioxide zur Charakteristik der III 242f.
 — siallitische IV 275.
 — Stellung im klimatischen Bodensystem III 215.
 — substantielle Verschiedenheit der einzelnen III 196.
 — Termiten- VII 426.
 — Turgit als färbender Bestandteil der VI 64.
 — Vegetation und Bildung der III 214f.
 — Vorkommen der I 50; III 196f.; V 257; IX 484f.
 Rotlehm III 184f., 363, 371 bis 387.
 — allitischer III 368, 401 bis 404.
 — Allophane im III 398.
 — als Laterittypus III 185; IV 277.
 — als tropischer Bodentyp III 368, 401.
 — auf Korallenkalk III 384.
 — besondere Kennzeichen des III 185—187.
 — Eisenkonkretionen im III 368.
 — eisenhaltiger III 368.
 — Entstehung III 429—431.
 — Erbsensteine im III 389.
 — Erhaltung im Karst IV 233.
 — im Lateritprofil IV 277.
 — interglazialer II 126.
 — Landschaftsbild und V 233.
 — lateritischer III 368, 401 bis 404.
 — Profile III 187f.
 — Rolle des Humus für III 187f.
 — unreife III 368.
 — Verbreitung III 188f.
- Rotliegendes, Böden der Tonschiefer des IV 91.
 — Konglomerate im IV 298, 299.
 — Konglomeratböden des IV 85, 86.
 — landwirtschaftliche Nutzung der Böden des V 389.
 — Verwitterungsprodukte des V 370.
 Rübenerzfäule und Bodenreaktion VIII 393.
 Rübenvorwurzelbrand und Bodenreaktion VIII 393.
 Rückenbau bei der Berieselung IX 48f.
 rückständige Böden I 78; V 2.
 Rückstandstheorie III 203 bis 213, 221, 222.
 — Einwendungen gegen III 208, 213, 214.
 — kalkhaltiges Muttergestein als Voraussetzung für III 203.
 — Roterdeentstehung auf Grund der III 199f.
 Rückwanderung der Nährstoffe, Gefäßversuchsergebnisse und VIII 565.
 — Keimpflanzenmethode und VIII 494.
 Ruhr in ihrer Beziehung zum Boden X 211, 212.
 Rumänien, Bodenkartierung X 346—349.
 — Roterdeanalysen von III 235.
 Rundhöcker als Klimazeugen IV 258.
 — Gletscherschliffe auf I 279.
 Rundholzdrän IX 28.
 Rundholzkastendrän IX 28.
 Rußland, Boden und Kulturentwicklung in V 432, 433.
 — Bodenkartierung X 367 bis 385.
 — Borowinaböden als Rendzinaböden in V 36.
 — flächenhafte Verbreitung der Bodenzone in X 373.
 — Lufttemperatur III 280.
 — Methoden der Kartierung in X 369—372.
 — Natur der Seeböden in V 178, 179.
 — Niederschlagsmengen im europäischen III 279.
 — Podsolprofile aus V 22 bis 24, 39.
 — Rendzinaprofil aus V 19 (Profil 1), 36.
 — Schwarzerdeklima in III 278, 280, 281.

- Rußland, Tschernosemprofile aus V 20, 21.
 — Waldtypen in IX 417.
 Rutil in mineralogischer Hinsicht I 104.
 Rutmark III 82, 84; vgl. Polygonboden.
 Rutschungen vgl. Bodenrutschung, Böschungen.
 — bei Seen V 146.
 — in den Tropen V 266, 269.
 — in gemäßigten Breiten V 255, 256.
 — Kulturentwicklung und V 437.
 — Landschaftsbild und V 240, 255, 256, 258, 266, 268, 269.
 — Seespiegelschwankungen und V 146, 147.
- Saat, Beschaffenheit und Menge bei Vegetationsversuchen VIII 560.
 — Bodenbearbeitung vor der IX 166—196.
 — Frühjahrsarbeit vor der IX 191—196.
 — Herbstarbeit vor der IX 173—191.
 — Sommerarbeit vor der IX 166—173.
 — Vorzug der Pflanzung bei der Wiederbewaldung des Karstes vor der IX 492.
- Sachsen, Bodenkartierung V 328, 329, 365, 380, 381, 422, 423; X 288f.
 — Lößvorkommen in V 354 bis 357.
 Sackkalk IX 268.
 säkulare Verwitterung vgl. Tiefenverwitterung.
 saline Alkaliböden III 324.
 saline Böden III 324, 332.
 Salnitרבöden III 314f.
 — Entstehung III 322.
 — Pflanzenschädlichkeit III 322.
 — zur Schießpulverbereitung III 322; vgl. X 197.
- Salpeter vgl. Nitrate.
 — als Endprodukt des mikrobiellen Stickstoffumsatzes im Boden VII 280.
 — als Vegetationsprinzip I 42.
- Salpeterbakterien vgl. Nitratbakterien.
 Salpeterpflanzen vgl. Nitratpflanzen, nitrophile Pflanzen.
 Salpetersäure vgl. Nitrate.
 — als Verwitterungsgagens II 200, 249; VIII 654.
- Salpetersäure, Bestimmungsmethode VII 237.
 — in der atmosphärischen Luft I 147, 149.
 — im wurmhaltigen Boden VII 403.
 — Koagulation durch VIII 272.
 — Lateritstehung und II 200; III 427.
 — mikrobielle Verarbeitung der VII 248.
 — Produktion im echten Mullboden VII 374.
 — Tropenregen reich an III 427.
 — zur Bestimmung der Düngebedürftigkeit VIII 146—148.
- salpetrige Säure, Adsorption durch Boden VI 335.
 — als Verwitterungsgagens II 192.
 — Lateritstehung und II 192.
- Salzausblühungen vgl. Ausblühungen.
 Salzböden I 83; III 294, 295, 314—340; vgl. Alkaliböden, Szikböden.
 — als Bodentypen trockener Gebiete III 295.
 — als frühere Überschwemmungsgebiete trockener Gebiete III 295.
 — Azotobacter in VII 303, 306.
 — Charakteristik III 317f.; VIII 314.
 — chemische Beschaffenheit III 317f.
 — Einteilungsprinzipien III 323—325.
 — Flora der VIII 50, 67 bis 69; vgl. Salzpflanzen.
 — Klima und III 314f.
 — marine I 78.
 — natürliche Pflanzendecke als Indikator für Naturfähigkeit VIII 81.
 — Pflanzenschädigungen auf VIII 271, 305, 314, 453.
 — Pflanzen und VII 369; VIII 305, 314.
 — physikalische Bodeneigenschaften der verschiedenen VIII 314.
 — Profil V 31, 32, 42, 43.
 — terrestre I 78.
 — Verbreitung III 317.
 — Wasserauszüge zur Beurteilung der VIII 110, 111.
- Salze vgl. Ausblühungen.
- Salze, Absorption in Abhängigkeit von Konzentration der VIII 188, 209, 217, 230, 246.
 — als Anzeichen arider Verwitterungsbedingungen IV 295, 303.
 — als Verwitterungsgagens II 161, 185, 186, 192.
 — als Wüstenbildungen III 479—490.
 — Anreicherung in ariden Böden IV 293; VII 369.
 — Anreicherungen in geologischer Vorzeit IV 293 bis 295, 299, 300.
 — Armut der Moorböden an VII 365.
 — Azotobacter und VII 303, 306.
 — Beziehungen zwischen Grundwasser und V 89f.
 — Bodenabsorption ganzer VIII 206.
 — Bodenvolumen unter dem Einfluß der VI 30.
 — chemische Begriffsbestimmung I 194.
 — der Alkaliböden III 317f.; VIII 271, 314.
 — Einfluß auf Bodenstruktur VI 31.
 — Einfluß auf Löslichkeit der Gesteine II 212; VIII 195.
 — elektrische Leitfähigkeit zur Bestimmung der löslichen VIII 112—115.
 — Kapillarität des Bodens und VI 116f.
 — Koagulation und Wertigkeit der VIII 281.
 — Mikroorganismen und VII 370—374.
 — Pflanzenschädigungen durch Anhäufungen an VIII 305, 314, 453.
 — Porenvolumen der Böden und VI 277.
 — Reaktionsverschiebung bei Zugabe von VIII 348.
 — saure Böden in ihrem Verhalten gegenüber Lösungen von VIII 362 bis 371.
 — Unterwasserböden und V 108.
 — Verfrachtung durch Wind I 293; VII 337.
 — Wasserdurchlässigkeit in Abhängigkeit von VI 161.
 — Wasserverdunstung aus dem Boden und VI 224, 233, 234.

- Salzfolge bei der Entstehung der Salzlagertätten I 138.
- Salzgehalt, Alkaliböden III 317f.; VIII 314.
- als Grundlage zur Herstellung der Bodenkarte X 366.
- der Seen als Sedimentationsfaktor V 124.
- Flußwasser I 236, 244.
- Gesundheitsschädlichkeit des Trinkwassers in Abhängigkeit vom X 230, 231.
- Grundwasser II 154.
- mechanische Bodenanalyse und VI 20.
- Meerwasser I 244; III 317.
- Mikrobiologie des Bodens in Beziehung zum VII 370 bis 374.
- Pflanzenproduktion auf Salzböden in Abhängigkeit vom VIII 305, 314, 453.
- Proportionalität zwischen chemischer Verwitterung und III 488.
- Regen I 293.
- Schwankungen in Quellen V 65.
- Szikbodeneinteilung nach III 338, 339.
- Salzkrusten in der Salzsteppe III 484f.
- in der Wüste III 484f.; V 260—262.
- Trockenrisse in III 487, 488.
- Zusammensetzung III 320, 321.
- Salzlehm, Entstehung unter Grauwackenhamada III 456, 457.
- Vorkommen III 463.
- Salzlösungen, Eigenschaften I 194.
- Einfluß auf Verwitterung II 211f.; vgl. Salzverwitterung.
- kapillare Steighöhe von VI 116.
- Salzmarschen in Australien IV 198.
- Salzpfannen I 237; III 485 (Abb.).
- Bedeutung für Tiere V 440.
- Grundwasser und III 485f.
- Krustenbildung in III 484f.
- Salzpflanzen VIII 50, 67 bis 69.
- Alkaliböden und III 323.
- Salzpflanzen als erste Besiedler von Meeresablagerungen VII 338.
- als Vegetationspioniere VII 338, 347.
- Arten VIII 68.
- Beeinflussung des Landschaftsbildes durch V 234.
- Bodenbeurteilung nach V 197.
- Salzaufspeicherung in VII 372.
- Salzsäure vgl. Chloride.
- Ausflockung durch VIII 272.
- in der atmosphärischen Luft I 149; VI 266.
- in Niederschlägen I 150.
- mineralogische Bodenuntersuchung und VII 33, 34.
- Stärke der Angreifbarkeit des Rohtones durch VIII 153.
- Vorbereitung der Feinerde zur mechanischen Analyse mit VI 41, 26.
- zum Studium der Kaliassimilation II 209.
- Salzsäureauszug, Ausführung IV 249, 250; VIII 168, 169.
- Auswertung der Ergebnisse des VIII 171—174.
- Bestimmung der Einzelbestandteile des VIII 170, 171.
- Beurteilung der Verwitterungsvorgänge nach IV 248—250; VIII 149, 151.
- Bewertung in bezug auf die Rekonstruktion des absorbierenden Bodenkomples VIII 164, 165.
- Methode nach VAN BEMMELN-HISSINK als offizielle Methode der Internationalen bodenkundlichen Gesellschaft VIII 165f.
- Vergleich verschiedener Methoden des VIII 151 bis 153, 165—167.
- Zeitdauer der Behandlung in Einfluß auf die Ergebnisse des VIII 151.
- zur Bestimmung der Nährstoffe I 54, 59; VIII 148 bis 174.
- zur chemischen Charakterisierung des Bodens VIII 172—174.
- zur Gewinnung des absorbierenden Bodenkomples VIII 154f.
- salzsäureunlöslicher Rückstand, Bestimmung VIII 167—169.
- Kennzeichnung VIII 168.
- Salzschwarzerden III 350.
- Salzseen im arktischen Gebiet III 67.
- Verbreitung V 188.
- Salzsprengrung als Verwitterungsfaktor II 163.
- Charakteristik II 185, 186; III 446.
- in Wüstengebieten III 461, 463, 464, 470.
- Salzstaub III 467, 488.
- Salzstaubboden V 260, 261, 443.
- Salzsteppen, Charakterisierung III 323f.
- Kulturentwicklung und V 440, 441.
- Landschaftsbild und V 260, 261.
- Salzkrusten in III 484f.; V 440, 441.
- Sandfelder in V 441.
- Verkittungsrinde und Windwirkung in I 294.
- Salzsümpfe V 188. [295.
- tropische IV 196 (Abb.).
- Vegetation und VII 348.
- Salzverwitterung vgl. II 211f.; VIII 195.
- im arktischen Gebiet III 66, 67.
- Landschaftsbild und V 265.
- Staubbodenbildung und III 469f.
- Salzwüste VII 347; vgl. Wüste.
- Sand, Absorptionsvermögen VIII 185.
- als Baustoff X 135f.
- als Bestandteil der Wüstenböden III 460, 465, 466.
- als Bodenkonstituent VII 3, 4; VIII 8—10.
- als Schüttmaterial X 155.
- Beseitigung der in den Dräns vorkommenden Ablagerungen von IX 36.
- Böden der losen IV 70 bis 72.
- Brownsche Bewegung der feinsten VII 55.
- Einteilung IV 70.
- Gefäßversuch und Beimischung von VIII 558.
- Gewinnung des limnischen X 135.
- Glasqualität in Abhängigkeit von Beschaffenheit des X 196, 198.

- Sand, Größe der Wasserdampfadsorption durch VI 216.
- in der Nomenklatur der Korngrößen I 312; VI 1.
- Koagulierbarkeit VIII 274.
- kolloide Überzüge bei VIII 274.
- Muddebödenmelioration durch IV 148.
- NEUBAUER-Versuch und Beimischung von VIII 496.
- Oberflächenwirkungen des VII 54, 55.
- Saugkraft VI 103.
- spezifischer Widerstand VI 379.
- technische Verwendungsmöglichkeiten X 199, 200.
- Vegetation in ihrem Einfluß auf Wasserführung des VII 342, 343.
- WIESSMANN-Verfahren und Beimischung von VIII 515, 516.
- Wirkung bei der Blausandmelioration IX 91, 92.
- Zinkabsorption durch VIII 200.
- zur Herstellung von Karborundum X 199.
- zur Herstellung von Kunststeinen X 190.
- Sandbedeckung der Böden, Anbaukulturen der Naturvölker und X 94.
- Kalidüngewirkung bei II 259.
- Kohlensäuregehalt der Moorbodenluft und VI 289.
- Sandboden IV 111.
- Adsorptionsvermögen in Beziehung zur Phosphorsäureaufnahme aus VIII 495.
- alluviale IV 71.
- Bedeutung des Humus als Nährstoffträger auf IX 388.
- Bodenbearbeitung auf IX 145—148, 161, 193.
- Bodenlockerung und IX 112.
- diluviale IV 71, 72.
- Durchlässigkeitsziffer VI 173.
- Eigenschaften IV 71, 72.
- Entstehung IV 70—72; vgl. VII 340 f.
- fehlende Frostgare auf IX 179.
- Geeignetheit zum Teichboden IX 304, 305.
- Sandboden, Größe der Bodenatmung im VII 381; VIII 606. [270f.
- Hohlraumvolumen VI 29,
- Humus als Ersatz für Feinerde auf IX 373.
- Humusüberzüge in IV 70.
- in der landwirtschaftlichen Bodenklassifikation VIII 21, 36, 37; X 5 f.
- Kalkstickstoffgabe und IX 257.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft im IX 109.
- Kohlensäureproduktion VI 283 f.; VII 379; VIII 609.
- Krümelstruktur und IX 127.
- Luftkapazität auf gefrästem und gepflügtem IX 146, 148.
- Luft- und Wasserkapazität im IX 101.
- Melioration I 40, 42, 57.
- Mergeln als Meliorationsmaßnahme bei IX 92.
- Mikroorganismengehalt VII 263.
- Parallelität zwischen abschlämmbaren Teilen und Kaligehalt des IX 229.
- Radiumemanationsgehalt VI 395. [VII 392.
- Regenwürmer und
- Schwerbenetzbarkeit und ihre Ursachen bei VI 321; IX 380.
- spezifische Oberfläche VI 173.
- spezifisches Gewicht VI 143.
- täglicher Wärmeaustausch des VI 373.
- Undurchführbarkeit der Wühlkultur auf IX 184.
- Vegetation auf VII 339 bis 347.
- Vorkommen V 312 f., 330 f., 335 f., 347 f.
- Wasserdampfströmungen in VI 206.
- Wasserführung, Durchlüftung und Bodenbearbeitung des IX 112.
- Wasserkapazität auf gefrästem und gepflügtem IX 101.
- Wasserkapazität und Bodenlockerung bei IX 178, 179.
- Wert für Waldvegetation IX 372.
- Windwirkung auf I 299 f.; V 239, 240; VII 340 f.; vgl. Dünen.
- Sandboden, Zusammensetzung der Bodenluft in VI 299.
- Sandhaut und ihre Entstehung I 295.
- Sandkrabben VII 413.
- Sandkultur und ihre Bedeutung in pflanzenphysiologischer Hinsicht I 66.
- Sandlöß, Charakteristik V 350.
- Verbreitung V 350, 355, 357, 387.
- Sandmischkultur bei Moorböden VI 313.
- Sandmudde IV 129, 146.
- Zusammensetzung IV 139.
- Sandrseeböden V 172.
- Sandschliff I 295, 296.
- Fehlen der Rinden bei starkem III 494; V 261.
- Glanz der Rinden und III 493.
- Humuszerstörung durch I 296.
- Politur als III 495.
- Sandstein, Angreifbarkeit durch Flechten II 253.
- arktische Verwitterung der III 55—59.
- Ausblühungen der II 276 f.
- Bildung I 136, 138; IV 74.
- Bindemittel der IV 75.
- Böden der IV 74—84.
- Denudation der II 275 f.
- Größe des Abfrierens an I 271.
- Grundwassereinfluß auf V 80, 81.
- Höhe der erosiven Tätigkeit auf I 238.
- Kleinformen der Verwitterung an II 276 f.
- Loch- und Wannenbildung bei II 270.
- Radioaktivität VI 390.
- Radiumemanationsgehalt VI 395.
- spezifischer Widerstand VI 379.
- Verwitterung der IV 76 f.
- Zusammensetzung verschiedener I 137.
- Sandwurm, Lebensweise VII 412.
- Marschbodenbildung und IV 167; VII 412.
- Saprokoll V 117; IX 327.
- Sapropel vgl. Faulschlamm, Teichschlamm.
- als Baugrund X 136.
- Fischproduktion und IX 328.
- Kennzeichnung V 117, 119, 120; IX 301, 327.

- Sapropel Ölgewinnung aus X 134.
- Schwefelbakterien als Leitorganismen des IX 336.
 - Unterschied von Humusbildungen IV 141, 143.
 - Verbreitung V 177.
- Sapropelkohle I 141; II 247.
- Sättigungsdefizit II 21, 86, 91.
- als Maßstab der Verdunstung III 9; VI 229, 244, 250.
 - Bewertung in bezug auf Bodeneinteilung VI 245.
- Sättigungsgrad nach HISSINK VIII 245, 373.
- als Maß für den Versauerungsgrad der Böden VIII 373—377.
 - Bedeutung der Karbonate für III 307; VIII 245, 246.
 - Bestimmung VIII 373 f.
 - Bewertung des Verfahrens zur Bestimmung des VIII 377.
 - Kalkbedarfsermittlung durch Bestimmung des VIII 419, 420.
 - Steppenboden III 304 f.
 - Tschernosem III 304.
- Sauerstoff als Verwitterungsagens I 55; II 192, 198, 199; III 62.
- Auftrieb der Seeböden durch V 146.
 - Bedeutung für Stoffkreislauf VIII 600.
 - Bodentiefe und Bedarf der Mikroorganismen an VII 258.
 - Entstehung schädlicher Stoffe bei Mangel an IX 3.
 - in der atmosphärischen Luft VI 259, 260.
 - Knöllchenbakterien und VII 288.
 - Methanbildung im Teichschlamm und Minimum an IX 318.
 - Moorboden und Mangel an VII 365.
 - Nitrifikation und VI 314; VII 279.
 - Tiefwurzler als Flachwurzler infolge Mangel an IX 478.
 - Verbrauch des atmosphärischen I 146, 147.
 - Verhalten der Mikroorganismen gegenüber VII 247, 279, 288; VIII 615, 626, 627, 633, 640, 641.
- Sauerstoff, Wechselbeziehungen zwischen Vegetation, Mikroorganismen und IX 2 f.
- Zufuhr durch Bewässerung und Beregnung IX 44, 53, 54.
- Sauerstoffadsorption durch Seeböden V 129.
- Geschichtliches I 53.
 - verschiedener Bodenarten VI 325; VIII 203.
- Sauerstoffdefizit im Boden
- Anpassung verschiedener Pflanzen an VII 379.
 - Jahreszeiten und VI 291.
 - Pflanzen als Indikator für VIII 77.
 - Pflanzenschädlichkeit des VI 278, 313; VII 379; VIII 453; IX 3.
- Sauerstoffgehalt, atmosphärische Luft I 146; VI 254, 259, 260.
- Beziehungen zum Kohlen säuregehalt der Bodenluft VI 290 f.
 - Beziehungen zum Stickstoffgehalt der atmosphärischen Luft I 147.
 - Beziehungen zum Stickstoffgehalt der Bodenluft VI 299, 300.
 - Bodenluft VI 290—299.
 - Einwirkung der Wasserpflanzen im Teich auf IX 315.
 - Grundwasser II 154.
 - Humusstoffe VII 162.
 - Meerwasser I 244.
 - Moorboden VI 291.
 - Moorwasser IX 45.
 - Regenwasser I 150; VI 259.
 - Torfarten IV 134.
- Säugetiere in ihrer Einwirkung auf den Boden VII 427—437.
- Saugkraft des Bodens vgl. kapillare Steighöhe.
- als Ausdruck für den Kolloidgehalt VIII 281.
 - Bestimmung im gewachsenen Boden VI 102—104, 128.
 - feuchter Böden VI 186.
 - Salzeinfluß auf VIII 281, 282.
 - verschiedener Bodenarten VI 103.
- Säulensolonetz V 31, 42; vgl. Solonetzböden.
- saure Böden VIII 317—421; vgl. Bodenreaktion, Bodenazidität.
- saure Böden, Absorptionskraft für Pflanzennährstoffe VIII 371—373.
- Kalkbedarfsbestimmung der VIII 317 f., 410 f.
 - Kalkstickstoffumwandlung im VIII 392.
 - Nitrifikation in VIII 387.
 - Pflanzenschädigungen durch VIII 304, 453.
 - Salzlösungen in ihrem Einfluß auf VIII 362 bis 371.
 - Säuren in ihrem Einfluß auf VIII 357—362.
 - Verhalten der wasserlöslichen Phosphorsäure des Superphosphats auf VIII 262 f.
 - Wasserdurchlässigkeit VI 192.
- Säuren vgl. organische Säuren.
- Begriffsbestimmung I 194.
 - Beurteilung der Verwitterungsvorgänge nach Auszügen mit IV 248—251; vgl. VIII 130—183.
 - Bodenluft und Bildung der VI 278.
 - Dissoziationsgrad I 196.
 - Dissoziationskonstante einiger I 199.
 - Einfluß auf Koagulation VIII 281.
 - Einwirkung auf Suspensionen VIII 378.
 - Hemmung der katalytischen Kraft der Böden durch VIII 670.
 - Koagulation und Wertigkeit der VIII 281.
 - Mikroorganismen und Bildung der VII 248.
 - Pflanzenschädlichkeit freier VIII 453.
 - saure Böden in ihrem Verhalten gegenüber VIII 357—362.
 - Ton- VIII 321, 350.
 - Zeolith- VIII 322, 323.
 - zur Bestimmung der Pflanzennährstoffe VIII 130—183.
- saurer Humus vgl. Humus, Humussole, Humussäuren.
- Bildung im humiden Klima VII 358.
 - physikalische Bodenbeschaffenheit und VII 53.
 - Sesquioxidwanderung durch VII 49, 52.
 - Unempfindlichkeit gegen Elektrolyte VII 52, 360.

- Savannen, Bodentypen der III 372, 436; IV 278.
 — Galeriewald in Abhängigkeit vom Grundwasser der V 266.
 — Niederschlagsmengen in III 423.
 — periodisch unter Wasser stehende Böden in IV 195.
 — schwankender Grundwasserstand in den III 432.
 — Sickerwassermengen in III 423.
 — Verwitterungsverlauf der III 363, 365.
 Savanneneisenstein III 409.
 — Profil III 410.
 — unabhängiges Auftreten von Laterit III 389.
 — Vergleich mit Laterit III 374.
 Savannenklima III 423.
 — als Wechselklima III 363.
 — Grundwasser, Lateritbildung und III 432.
 — in den verschiedenen Erdteilen II 36—50.
 — in der KÖPPENSchen Klimaklassifikation II 32.
 — Regur im III 278.
 — Wanderung der Bodenlösung im III 423.
 schädliche Stoffe im Boden VIII 620; vgl. Pflanzengifte, Pflanzenschädigungen.
 — des Waldes IX 373 bis 375.
 Schälarbeit IX 169—171.
 Schalengyttja V III, 119.
 Schamotteton als Magerungsmittel beim Brennen der Tone X 189.
 Schattengare IX 133; vgl. Bodengare.
 — Beeinflussung des Wasserhaushaltes durch IX 293.
 — Erhaltung nach der Ernte IX 169.
 Scheibenegge IX 156.
 — forstliche Bodenbearbeitung mit IX 463.
 — landwirtschaftliche Anwendung IX 64, 65, 79, 80, 173, 194.
 Scheidenschlamm als Kalkdüngemittel IX 269.
 — Melioration ausgelaugter Alkaliböden mit III 339, 340.
 scheinbares Porenvolumen VI 78.
 scheinbares spezifisches Gewicht VI 40, 76.
 scheinbares spezifisches Gewicht als Funktion des Kompressionskoeffizienten V 79.
 — als Funktion der Oberflächenspannung V 79.
 Schelf vgl. I 243 (Abb.).
 — als Schauplatz der Transgression und Regression I 244.
 — Kennzeichnung IV 241.
 Schelfablagerungen I 252.
 Schependorfer Verfahren IX 218.
 Scheuneriatorf IV 130, 154; VIII 26.
 — Aschengehalt IV 137.
 — chemische Zusammensetzung IV 138, 154.
 Schichtgesteine vgl. Sedimentgesteine.
 Schichtwasser V 81.
 Schiefer, Analyse paläozoischer IV 90.
 — bituminöse I 141.
 — kristalline I 114; vgl. kristalline Schiefer.
 Schiefergesteine, Böden der IV 88—92.
 — Untersuchung spitzbergischer kalkhaltiger III 62.
 — Zusammensetzung I 137; IV 90.
 Schieferton, Böden der IV 91, 92.
 — Entstehung I 137; IV 89, 245.
 — Ton und Verwitterung der IV 108.
 Schieferung des Glimmerschiefers und Verwitterung IV 67.
 — des Gneis und Verwitterung IV 64.
 — des Phyllits und Verwitterung IV 68, 69.
 — Ursachen der VI 88, 89.
 Schilfkompost zur Teichdüngung IX 305, 328.
 Schilfsümpfe, tropische IV 194, 197.
 Schilftorf IV 129; VIII 25; X 100.
 — Darg als IV 129, 149.
 — Heizwert X 100.
 — Kennzeichnung IV 129, 148, 149.
 — Lebertorf als Liegendes von IV 146.
 — Zusammensetzung IV 135, 137, 138, 148, 149; X 100.
 Schill V 111.
 Schimmelpilze VII 244 (Abb.).
 — Bodenreaktion und VIII 620; IX 251.
 Schimmelpilze, Cystinabbau durch VII 328.
 — Fettabbau durch VII 322.
 — Frage nach der Stickstoffbindung der VII 307, 308; IX 210, 237.
 — Gerbstoffabbau durch IX 374.
 — Harnsäurezerersetzung durch VII 272.
 — im Teichboden IX 337, 338.
 — Pentosanabbau durch VII 320.
 — Schwefeloxydation durch VII 328, 329.
 — Tanninzerersetzung durch VII 326.
 — Wirkungsgesetz und VIII 509.
 — Zellulosezerersetzung durch VII 318, 319.
 Schirmschlag, Beeinflussung des Wasserhaushalts des Bodens durch IX 379.
 — Groß- IX 426.
 Schlafkrankheit in ihren Beziehungen zum Boden X 220.
 Schlamm als Bezeichnung für Unterwassertone V 107.
 — als Bodenfraktion in seinen Beziehungen zum adsorbierenden Bodenkomplex VII 177, 179.
 — als Heilmittel X 69, 137.
 — als Pflanzennährsubstrat VII 336.
 — Bedeutung in der Hygiene X 69, 137.
 — Berechnung der Deterionsgröße aus Höhe des durch Gletscherbäche fortgeführten I 280.
 — Geophagie bei Naturvölkern und X 74.
 — Krauthumus- V 119.
 — Mikroschichtung im V 138 (Abb.).
 — Schwefelwasserstoff im VI 301.
 — Teich- V 119; vgl. Teichschlamm, Dammyttja.
 Schlammanalyse vgl. mechanische Bodenanalyse, Bodenfraktion.
 — Durchführung VI 7—27.
 — Ergebnisse mit einigen Bodenarten X 147.
 — Faktoren zur Beeinflussung der Ergebnisse der VIII 9, 10.
 — Geschichtliches I 32, 48, 54.
 — Vorbereitung der Substanz zur VI 3—7; VII 81.

- Schlammanalyse zur bautechnischen Bodenuntersuchung X 160, 161.
 — zur Bestimmung der Bodendispersität VII 81, 82.
 — zur Beurteilung der Waldböden IX 372.
- Schlammapparate, Geschichtliches I 32, 70; VI 8.
 — nach APPIANI VI 16.
 — nach ATTERBERG VI 18 bis 20; vgl. VII 4—7, 57, 90, 97.
 — nach CLAUSEN VI 17.
 — nach FRESenius VI 7.
 — nach GARDNER VI 24, 25.
 — nach GOLDSCHMIDT VI 23.
 — nach HILGARD VI 13.
 — nach KNOP I 72.
 — nach KÖHN VI 24, 26; X 161.
 — nach KOPECKY VI 12, 13.
 — nach KÖTTGEN VI 24—26.
 — nach KRAUSS VI 24—26.
 — nach KÜHN I 72; VI 17, 18.
 — nach MÜLLER I 70; VI 7.
 — nach NÖBEL I 70, 71; VI 8.
 — nach ROBINSON VI 24, 25.
 — nach SCHLÖSING I 72.
 — nach SCHÖNE I 70; VI 8 bis 12.
 — nach SCHULZE VI 7.
 — nach SIKORSKI VI 18.
 — nach SVEN ODÉN VI 21, 22.
 — nach WAGNER VI 17.
 — nach WIEGNER VI 22 bis 24; vgl. VII 81.
- Schlammfieber X 221, 222.
 Schlammwürmer IX 341.
- Schlauchberieselung IX 50 f.
 schleifende Erosion I 278 bis 281; vgl. Sandschliff.
 — Gegenüberstellung zur Detraktion I 281.
 — Größe der Gesteinsabnutzung durch I 280.
- Schleifmittel X 199.
 Schleifpapiere, Glas zur Herstellung der X 199.
- Schleppenarbeit IX 157 bis 159.
 — bei der Bearbeitung vor der Saat IX 173, 175.
 — Bodenstruktur und IX 195.
 — zur Frühjahrsarbeit IX 194.
- Schleppsand vgl. Flotssand.
- Schlick IV 124.
 — als Ausgangsmaterial der Marschböden IV 165; V 238; VIII 28; IX 83 f.
- Schlick, als Bezeichnung für marine Böden V 107.
 — arktischer III 62.
 — Behandlung der Geest- und Moorböden mit IX 74.
 — bei der Dünenaufforstung IX 472.
 — Bildung I 253, 254; V 237.
 — chemische Zusammensetzung IV 169, 170; IX 222.
 — Grundwasser und Vegetation in ihrer Einwirkung auf V 298, 299.
 — Höhe der zu gebenden Mengen an IX 75.
 — im Darg IV 129.
 — in Aueböden IV 72.
 — Knöllchenbakterien im IX 75.
 — mechanische Zusammensetzung I 253, 254; IV 165.
 — Mangroveböden als Ablagerungen von IV 192, 194.
 — Nährstoffabsorption durch IV 171.
 — Ortsveränderung des IV 3.
 — Schwefeleisen im IV 161, 170.
 — Stickstoffgehalt des getrockneten IX 259.
 — Vegetation und Bildung des I 254.
 — Wirkungsweise IX 75.
 — zur Herstellung keramischer Produkte X 188.
- Schlickboden, Charakteristik V 386.
 — landwirtschaftliche Nutzung V 388, 389.
 — Polychaeten und VII 412.
 — Profil V 387.
 — Strandschnecken und VII 413.
- Schlickkalkstickstoff IX 258.
- Schlicklehm IV 165.
- Schlicksand IV 165, 168.
- Schlickton IV 165, 168.
- Schlierboden IV 181; vgl. Flotssand.
- Schluff als Bodenfraktionsbezeichnung VI 2.
 — in der Nomenklatur der Korngrößen loser und bindiger Massen I 312.
- Schmirgel vgl. Korund.
- Schnecken II 247; VII 414.
 — als Krankheitsüberträger X 223.
- Schnee I 103; II 23.
 — als Wärmeisolator I 258; II 8, 67; III 30, 31, 36, 47; V 34, 35; VI 355 bis 357.
- Schnee, Bodentemperatur und V 355—357.
 — Bodentiefe, Auftauen des Bodens und V 34.
 — Böschungneigung und Bewegung des I 259.
 — Dauerfrostboden und III 36.
 — Gefronnis in Abhängigkeit von III 36—38.
 — physikalische Verwitterung und III 47.
 — Schmutz- I 303.
 — Staub und III 76 f.; V 35.
 — Übergang in Firn I 258.
 — Wasserdampfkondensation am VI 210.
 — Zusammensetzung I 151.
- Schneggglisande V 112 (Abb.).
- Schneidentorf IV 130, 150, 151; VIII 25.
- Schneitelstreunutzung IX 435.
- Schollenanalyse V 224; IX 130, 131.
- Schotter als mechanisches Sediment I 136.
 — Böden der IV 72—74.
 — Hochterrassen- IV 73, 230.
 — Niederterrassen- IV 73, 231.
 — Radium-Emanationsgehalt VI 394.
 — spezifischer Widerstand VI 379.
- Schubfestigkeit des Bodens als Grundlage zu bautechnischen Berechnungen X 161.
 — Bestimmung X 161, 162.
- Schubwiderstand des Bodens als Grundlage zur Berechnung der Standfestigkeit X 149 f.
 — Bodenrutschungen und X 149.
 — Bestimmung X 163, 164.
 — Grundwasser in seinem Einfluß auf X 144.
 — Werte bei verschiedenen Bodenarten X 151, 152.
- SCHULZESCHE Wertigkeitsregel I 211.
- Schürfgruben X 159, 160.
- Schüsselbildungen II 266 f.
- Schutt als Schutz gegen Abblation III 42, 44.
 — als Verwitterungsprodukt II 165; III 460 f.
 — arider, vgl. Fanglomerate.
 — Arten II 153, 165.
 — Bedeutung der Solifluktion für Bildung des IV 258.
 — Bewegungen des I 314, 315.

- Schutt, Landschaftsbild und V 236, 237.
 — mechanische Zusammensetzung III 463.
 Schuttboden im landwirtschaftlichen Sinne VIII 23.
 Schüttelmethode bei der Vorbereitung des Bodens zur mechanischen Analyse VI 3, 4.
 Schuttfächer, wüstenhafte III 477.
 Schüttlagerung des Löß als Folge der Luftadsorption VI 318.
 — als Ursache der leichten Verfrachtung durch Wind VI 320.
 Schuttpflaster III 76.
 Schuttmühlen V 239, 245.
 Schuttwüste III 461 (Abb.).
 Schutzkolloide, Begriffsbestimmung I 213.
 — Eisenwanderung unter dem Einfluß der I 213; II 264, 265; IV 177; VII 52, 176, 361.
 — Humus als I 213; II 264, 265; III 155, 156, 223f., 434; IV 177; V 185; VII 50, 52, 176, 360, 361; VIII 287, 288.
 — kolloide Kieselsäure als III 226, 227, 429; VIII 288.
 — Mangandioxydsol als III 225, 226.
 — Mitwirkung bei Podsolbodenbildung III 151, 155f.; IV 220f.; VII 361.
 — Roterdebildung und III 223f.
 — Tonerdewanderung unter dem Einfluß der I 213; II 264, 265; VII 49, 52.
 Schutzrinde III 352, 490 bis 505; IV 226; V 258, 259.
 — als typisches Merkmal arider Bedingungen II 281; III 493, 494; IV 261, 267.
 — als Verwitterungsprodukt III 490.
 — Beschaffenheit des Muttergesteins unter III 497, 498.
 — Bildungs- und Lebensdauer der III 496.
 — chemische Beschaffenheit III 498, 499.
 — Entstehung III 499—503.
 — Kleinformen der Verwitterung und II 281, 288.
 — Klima und III 493, 494.
 — Rindendicke III 496, 497.
 Schutzrinde, Verbreitung III 355, 356, 491, 495.
 — Wüstenlack als dünne III 495.
 Schwartenbildungen, Eisen- vgl. Eisenschwarte.
 Schwefelsäure und Bildung der II 281.
 Schwarzalkaliböden III 314; vgl. Sodaböden.
 — Bodenstruktur VIII 314.
 — russische III 321.
 — Sodagehalt und Bezeichnung der III 314; VIII 314.
 Schwarzerde I 67, 71; vgl. Steppenschwarzerde, Tschernosem.
 — Absorptionsvermögen VIII 229.
 — als typischer Vertreter des kalzium- und magnesiumreichen Bodentypus VIII 312.
 — Amid- und Aminosäurestickstoff in IX 244.
 — Degradation der V 362f.
 — Entstehung III 285—287; VII 367, 368; VIII 312, 313.
 — fossile IV 262—265.
 — Frage nach der Entstehung der ostdeutschen V 323f.
 — Humusgehalt V 362; VII 367.
 — Hygroskopizität VI 81.
 — in der Interglazialzeit II 126.
 — in der Postglazialzeit II 138.
 — Kalk- III 350.
 — Kalkkrusten über II 117.
 — Klebeplattenprofil III 178 (Abb.), 181 (Abb.).
 — Klima und V 324, 325; VII 367.
 — Krümelstruktur auf IX 127.
 — Kulturentwicklung im Gebiete der V 434, 436, 437.
 — Leitpflanzen für VIII 75.
 — Löß und Bildung der I 306; V 346f., 351, 352, 360, 391.
 — mechanische Zusammensetzung V 352.
 — NS-Quotient und III 10.
 — Oberflächengestaltung und V 325.
 — Phosphorsäuregehalt der VII 167.
 — Porosität, Bodentiefe und IX 121.
 Schwarzerde, Profil V 21, 38, 321, 361f.; VII 367 (Abb.).
 — Regenfaktor und klimatische Einordnung der III 8, 350.
 — Salz- III 350.
 — Schädigung durch übertriebene Eggenarbeit auf IX 155.
 — schematische Darstellung der Stoffwanderung im V 13.
 — Stickstoffgehalt IX 243.
 — subtropische, vgl. subtropische Schwarzerde.
 — tropische III 369; V 448.
 — Vegetation und III 258, 259, 277—285; V 325; VII 367f.
 — Verbreitung in Deutschland V 323, 346, 353, 360 bis 363, 390, 394, 395.
 — Vergleich mit Prärieböden III 346.
 — Vergleich ostpreußischer, russischer und Bördel- V 322.
 — Zusammensetzung des Humusstickstoffs der VII 165.
 schwarze Turfböden Transvaals III 352.
 Schwarzkultur IX 65.
 — Pflanzen und IX 68.
 Schwarzwasser, Beeinflussung des Landschaftsbildes durch V 233.
 — Beziehungen zu tropischen Rohhumus- und Bleicherdebildungen IV 188f., 207, 220.
 — Bleichsandbildung in den Tropen durch IV 221.
 — Färbung durch Faulschlamm und Rohhumus IV 185.
 — Gehalt an freien Säuren IV 159.
 — Humussole im I 236.
 — im Gebiet der Bleicherden V 233.
 — im Urwald IV 189, 222; V 233.
 — in Tropen I 236; III 370; IV 159, 185—191, 204, 205, 207; V 233.
 — Reaktion IV 190.
 — Zusammensetzung IV 159, 160.
 Schweb in der Einteilung der durch fließendes Wasser transportierten Stoffe I 240.
 — Kennzeichnung I 233.

- Schweden, Bodenkartierung X 349—352.
- Karte der limnischen Sedimente von Süd- V 161 (Abb.).
- Nährstoffkapital der Sandböden Norddeutschlands im Vergleich zu dem der Böden von IX 404.
- Podsolprofil aus V 24.
- Übersichtskarte über die regionale Limnologie von Süd- und Mittel- V 160 (Abb.).
- Verbreitung der Holzarten in X 349.
- Waldtypen in IX 416, 417; vgl. X 351, 352.
- Schwedische Zeitskala II 96.
- Schwefel als Krustenbildung III 68.
- Bedarf der Mikroorganismen an VII 328.
- Bedeutung der Umwandlung im Boden V 286.
- chemische Bestimmung des Gesamt- VII 230, 231.
- im Kreislauf des Stoffs VIII 601.
- in mineralogischer Hinsicht I 111.
- in seinen Beziehungen zum Humus II 272f.; VII 167, 168.
- Kreislauf des VIII 649 bis 652.
- mikrobielle Oxydation zu Schwefelsäure VII 328, 329.
- Szikbodenverbesserung durch III 337; VII 78.
- Schwefelbakterien VII 327 bis 331; VIII 649—651.
- als Leitorganismen des Sapropels IX 336.
- Arten der VII 327f.
- beim Stoffkreislauf der Faulschlammgewässer V 120; vgl. IX 336.
- Dränschäden durch IX 34, 35.
- gefärbte VII 329, 330.
- Geschichtliches I 86.
- in marinen Sedimenten I 254; VIII 650.
- in Moorböden IV 159, 161; VIII 650.
- in Teichböden IX 336.
- Mineralisierung des organischen Schwefels durch II 273; VIII 649—652.
- Radiumausfällung durch VI 392.
- Zugehörigkeit zu Beggiatoen VII 242.
- Schwefeleisen vgl. Pyrit.
- als Lieferant der Bodenschwefelsäure II 199, 272f., 276, 285; IV 161; X 131, 243.
- Betonzerstörung durch IV 162; X 182, 183.
- im Darg IV 149.
- im Limanschlamm VIII 650; X 137.
- im Moor IV 160, 161; X 99, 100.
- im Schlick IV 161, 170.
- in Grundwasserböden V 300.
- in Muddebildungen IV 141.
- in Unterwasserböden V 113, 115; X 131.
- Kleinformen der Verwitterung und II 285.
- Pflanzenschädlichkeit des IV 161; X 131.
- Schwefelgehalt älterer Moostorf X 102.
- Böden VIII 649.
- jüngerer Moostorf X 102.
- Niedermoor X 96.
- Schilftorf X 100.
- Torfarten IV 134f.
- Torfgas X 127.
- Torfkohle X 128.
- Waldtorf X 101.
- Schwefelsäure als Verwitterungsgagens I 53; II 199, 265, 272f.; III 504; IV 221; VII 168; VIII 650, 651.
- Alaunausblühungen und II 276f.
- Anreicherung im B-Horizont bei Podsolierung III 151.
- Baumaterialienzerstörung durch II 296, 297; IV 162; vgl. X 182.
- Bedeutung für Lateritisierungsvorgang III 427.
- Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 171.
- Bildung aus Pflanzeneiweiß II 265, 272f., 284; III 427, 506; VII 168; VIII 650.
- Bodenazidität und II 272f.; VII 168, 179; VIII 650; IX 401, 409, 479.
- chemische Bestimmung in der Bauschanalyse VII 225—227.
- Cystin als Ausgangsmaterial der Entstehung der II 272f.; VII 168, 328.
- Schwefelsäure, Eisenoxydlösung durch II 273.
- Entbasung des Bodens durch IX 401.
- Entkalkung der Marschböden durch V 304.
- Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit der Alkaliböden durch VI 164.
- Gesteinsbleichung durch II 295; IV 221.
- Gipsausblühungen und II 277f.; III 481.
- Grundwasserböden und Bildung der V 304; X 183.
- Bedarf verschiedener Holzarten an IX 358.
- Grundwasserspiegelschwankungen und Bildung der V 285.
- Herkunft bei der Bildung der Wüstensalze III 481.
- Kaolinisierung und II 292, 295.
- Koagulation durch VIII 272, 282.
- mikrobielle Bildungsweise der VII 328, 329.
- mikrobielle Quellen der Bildung der VIII 649 bis 651.
- mineralogische Bodenuntersuchung und VII 34.
- Mooraufforstungen und IX 479.
- Oberflächenpodsolierung der Prärieböden durch III 292, 293.
- Oxydation der Schwefelkiese zu II 199, 272f., 276, 285; III 427; IV 161, 170, 175; X 131, 183, 243.
- Pflanzenschädigung bei Moormelioration durch IV 161.
- Pflanzenschädlichkeit des Anhydrits der IX 374, 401.
- Schwartenbildungen und II 281f.
- Stufendissoziation der I 196.
- Szikbodenverbesserung durch III 337.
- Tonerdelösung durch II 273.
- Tonerdewanderung bei Lateritbildung und III 427.
- Vegetationsschädigungen durch IV 161; VIII 458.
- Verwitterungskleinformen und II 276f., 284f.
- Schwefelsäureauszug, Ausföhrung IV 250, 251.

- Schwefelsäureauszug, Beurteilung der Verwitterungsvorgänge nach IV 248 bis 251; vgl. III 240, 381, 407, 413, 422.
- zur Bestimmung des Verwitterungssilikates B III 64; VIII 150, 169.
- Schwefelsäuregehalt, atmosphärische Luft I 149; VI 266.
- Gytjabböden II 272.
- Heideböden II 272.
- Hochmoorböden II 272.
- Huminsäuren II 273.
- Humus I 57; II 265, 272f.
- Laubholz II 274; vgl. IX 357f.
- Marschboden IV 170, 171.
- Moorboden II 273.
- Moorwässer II 274f.; IV 159.
- Nadelholz II 274; vgl. IX 357f.
- Niederschläge I 150; IX 374.
- Pflanzenasche I 50; II 274.
- Raseneisenstein IV 178.
- Rauchgase II 296, 297; vgl. VI 266.
- Schlick IV 170.
- Süßwasserseen V 126, 127.
- Torf I 57; II 272f.; IV 135, 136, 149—156.
- tropische Torfe IV 216 bis 220.
- Waldstreu II 274; IX 401.
- Schwefelwasserstoff, Absorptionskoeffizienten im Wasser VI 145. [VI 334.
- Adsorption durch Boden
- Bodenmüdigkeit der Teichböden und IX 317.
- Brunnenanlage und VI 150. [I 199.
- Dissoziationskonstante
- eiweißzersetzende Mikroorganismen und Bildung des VII 267, 328.
- Giftwirkung in Teichen IX 328, 330.
- im Kreislauf des Schwefels VIII 649. [650.
- im Meerwasser VIII 649,
- im stagnierenden Grundwasser V 285.
- im Stoffkreislauf VIII 601.
- im Stoffkreislauf der Faulschlammgewässer V 120.
- in der atmosphärischen Luft I 149; VI 267.
- in Moorböden IV 159; VI 301; IX 35.
- mikrobielle Bildung aus Sulfaten VII 328.
- schweflige Säure als Verwitterungsgagens II 192.
- in der atmosphärischen Luft I 149; VI 266.
- in Niederschlägen I 150, 151.
- Schweiz, Bodenkartierung X 352—354.
- Klima der Alpen II 51.
- Schwellen des Bodens VI 83—89.
- Bedeutung für Erdbau X 148.
- Einfluß der schuppenförmigen Mineralbestandteile auf VI 87.
- Veränderung der hygroskopischen Schichtdecke und VI 83.
- Schwellenwert I 210.
- als nicht scharf kenntlicher Punkt VIII 273.
- Ausflockung und VIII 272.
- der Basen VIII 276, 285.
- der Humussole VIII 286.
- klimatischer III 11.
- Schwemmfächer I 241.
- Schwemmlandböden I 78, 80.
- Bedeutung als Einteilungsprinzip VIII 3; X 12.
- Kulturentwicklung im Gebiete der V 437, 447, 449f.
- Landschaftsbild und V 250, 266.
- Schwemmlöß I 305, 306; V 385; vgl. Löß.
- Schwemmsand IX 10.
- Schwemmschutt II 165; III 477; vgl. Fangolomerate.
- Durchsalzung des III 489.
- Salzkonzentration des III 489.
- Schwemmtorf V 116.
- in Dyseeböden V 116.
- telmatischer V 151 (Abb.)
- Verwertung X 130.
- Schwerbenetzbarkeit VI 319 bis 322.
- als Ursache der Vermulung der Moorböden IX 8.
- Bedeutung in ackerbaulicher Beziehung IX 205.
- Beziehungen zur Verdunstung VI 240.
- der Moorböden VI 318f.; IX 8.
- der Streu VI 319.
- des Staubes VI 320.
- des Torfes VI 318, 328.
- Harzüberzüge als Ursache der I 225; VI 94, 240, 320; IX 380.
- Schwerbenetzbarkeit, Humussäure als Ursache der VI 58, 93, 322.
- Humusüberzüge als Ursache der VI 58, 240, 322.
- Luftadsorption als Ursache der I 225; VI 94, 240, 316, 318—322; IX 380.
- Ölüberzüge als Ursache der VI 320.
- organische Säuren als Ursache der VI 93.
- Wachse als Ursache der VI 240, 320; IX 380.
- Schwermetalle als stete Pflanzenbestandteile VIII 459.
- Anreicherung in fossilen Böden IV 299.
- Pflanzenproduktion und VIII 458f.
- Schwerspat als Flußmittel beim Brennen der Tone X 189.
- als Konkretion im Buntsandstein IV 300.
- aride Herkunft des IV 300.
- Geophagie mit X 133.
- in mineralogischer Hinsicht I 108.
- Schwimmäfa V 146.
- schwimmende Inseln, Auftauchen der V 145.
- Entstehung V 140.
- Sedd und IV 198.
- schwimmende Moore IX 10.
- schwimmender Sand vgl. Tribsand.
- Flottsande als IV 181.
- in bautechnischer Hinsicht X 168.
- schwimmende Wiesen in den Tropen IV 191, 198.
- Schwimmsande I 315; X 172.
- Schwinden des Bodens VI 83—89.
- Einfluß der schuppenförmigen Mineralbestandteile auf VI 87.
- Garezustand und VII 75.
- Hygroskopizität und VI 86.
- Veränderung der hygroskopischen Schichtdicke und VI 83.
- Schwungmoore, Bleicherdebildung unter IV 221.
- in den Tropen IV 188, 204.
- Schwungpflug IX 466.
- Scirocco II 20, 50.
- Sedd IV 198.
- sedentäre Böden I 78; V 2.
- sedimentäre Böden IV 15, 43, 47.

- Sedimentationsfaktoren bei der Bildung der Unterwasserböden V 121—153.
 — Düngung als V 124.
 — Eis als V 145.
 — Salzgehalt als V 124.
 Sedimentationsgrundwasser V 67, 83.
 Sedimentationswasser V 62 bis 67, 83, 95.
 — Kalziumchlorid als Hauptmerkmal des V 62.
 Sedimentbildung im Teiche IX 301—316.
 — Einfluß der natürlichen Bodenverhältnisse auf IX 301—306.
 — ohne Stickstoffdüngung IX 332.
 — organische Düngung in ihrem Einfluß auf IX 326 bis 329.
 — Zulaufwasser der Teiche und IX 306—316.
 Sedimentgesteine I 134—141.
 — arktische Verwitterung der III 52, 53.
 — Bewegung der Erdrinde und IV 238.
 — Böden der IV 69—94.
 — Charakterisierung I 113.
 — chemische I 134, 135, 138 bis 140.
 — Gruppierung nach Entstehung X 145.
 — Hochgebirgsverwitterung der III 103f.
 — mechanische I 134, 136 bis 138.
 — Mineralneubildung in IV 244.
 — organogene I 135, 140, 141.
 — Radioaktivität VI 389, 390.
 — spezifischer Widerstand VI 379.
 — Unterscheidung von Verwitterungsgestein IV 227.
 — Ursache der schiefrigen Beschaffenheit gewisser VI 88.
 — Verwitterung in der Wüste III 454—458.
 Sedimentgruppen der Unterwasserböden V 106—121.
 Sedimentierverfahren bei der mechanischen Bodenanalyse VI 14—27.
 — Bedenken gegen VI 15, 16.
 — Stokésche Formel als Grundlage des VI 14; VII 90.
 Seeablagerungen der nördlichen humiden Breiten V 97—189.
 Seeablagerungen, technische Verwertbarkeit X 130 bis 137.
 Seeböden I 77, 81.
 — Bedeutung für Fischerei X 132.
 — dystrophe, vgl. dystrophe Seeböden.
 — Einteilung V 106.
 — eutrophe, vgl. eutrophe Seeböden.
 — Farbe V 169, 170.
 — Flächenverbreitung der V 99.
 — oligotrophe, vgl. oligotrophe Seeböden.
 — produktionsbiologischer Wert X 132, 133.
 — Sauerstoffadsorption in V 129.
 — Sedimentgruppen der V 106—121.
 — Strömungen und Bildung der V 142f.
 — Wachstumsgeschwindigkeit V 133, 134.
 — Wasserbewegung und Bildung des V 140f.
 — wirtschaftliche Bedeutung X 129—137.
 — zonale Fazies V 147—153.
 — Zusammenhänge mit terrestrischen Bodenbildungen V 100f.
 Seebodenprofil, Schema des V 149 (Abb.).
 — Schema eines eutrophen V 136 (Abb.).
 — Strukturdiagramm V 105 (Abb.).
 — Zeitfolge und V 152, 153.
 Seebodenprovinzen, Aufstellung von V 164.
 — stenoaride V 186—188.
 — stenopolare V 186, 187.
 Seebodentypen V 153—159.
 See-Erz, Arten der in Unterwasserböden vorkommenden V 113f.
 — Eisenbakterien und Bildung des V 124, 125.
 — Gewinnung X 133.
 — Glühprodukte als rote
 — Farbstoffe X 206.
 — Kartierung der Vorkommen in Finnland X 309.
 — Menge in Unterwasserböden V 114; X 133, 134.
 — technische Verwertbarkeit X 133.
 — Verbreitung V 181—185.
 Seeklima II 72, 135.
 Seekreide IX 315.
 — als Meliorationsmittel X 130, 131.
 Seekreide als Prototyp der limnischen Kalksedimente V 109.
 — Ungeeignetheit zum Brennen X 131.
 — Verbreitung X 131.
 Seelöß I 305, 306; vgl. Löß.
 Seemarsch, Böden der IV 162 bis 178.
 — Charakteristik IV 162, 163.
 — Fruchtbarkeit VII 350.
 — Vegetation und Bildung der VII 348f.; IX 83.
 Seemergel V 107, 109.
 — zur Bodenmelioration X 130.
 Seen, Bodenströme in V 144.
 — chemische Zusammensetzung V 126, 127.
 — Deltabildung in V 122 bis 124.
 — dystrophe V 182 (Abb.).
 — Eiszeit und II 132; V 164f.
 — erodierende Wirkung der V 140.
 — eutrophe V 175 (Abb.).
 — Klassifikation V 155, 159.
 — Linienbohrprofil V 152 (Abb.).
 — Sichttiefe der V 127.
 — stenoaride V 186—188.
 — stenopolare V 186, 187.
 — Stoffkreislauf in V 153 bis 155.
 — Spiegelschwankungen der II 104, 128, 137.
 — Toneisenböden in V 169, 182.
 — Trinkwasserversorgung aus X 137.
 — unterirdische Entwässerung der V 95.
 — Vegetation im humiden Gebiet und Nährstoffgehalt der VII 357.
 — Walzenbildungen in V 143 (Abb.), 144 (Abb.).
 Seeschlamm vgl. Fangoschlamm.
 Seetypen V 153—159.
 — Charakteristik V 157 bis 159.
 — Klima und Verbreitung der V 98.
 — regionale Verbreitung V 161—189.
 Segerkegel als Mittel zur Feststellung der Feuerfestigkeit der Tone X 187.
 — Rohstoffe zur Herstellung der X 202.
 — zur Feststellung der Brenntemperatur X 187, 202.

- Seggentorf IV 129, 135, 149, 150; VIII 25; X 100.
Seihwasser V 94.
Sekundärböden IV 47.
Sekundärteilchen kolloidaler Lösungen I 217; vgl. Polyone.
Selbstbeschattung, Gefäßversuch und VIII 564, 565.
— NEUBAUER-Methode und VIII 501, 502.
— Pflanzenwachstum und VIII 501, 564.
semiaride Böden III 5.
semihumide Böden III 5.
Senkelboden vgl. Flottsand.
Serizit, Kalientzug durch Pflanzen im Vergleich zu dem aus Biotit I 101.
Serizitisierung als hydrothermaler Vorgang I 93.
— als Tiefenverwitterung II 155.
— unter Druck IV 268.
Serpentin in mineralogischer Hinsicht I 100.
— Lateritprofil auf III 417.
— Umbildung der Amphibole zu I 99.
— Umwandlung der Pyroxene in I 97.
Serpentinböden, Unfruchtbarkeit trotz starken Absorptionsvermögens X 10.
— ungünstiger Kalkfaktor in VIII 69.
Serpentinisierung als Tiefenverwitterung II 155.
— der Amphibole I 99.
— der Olivine I 100.
Serpentinpflanzen VIII 69.
Sesquioxyde vgl. Eisenoxyd, Tonerde.
— Anreicherung als Kennzeichen des Unterbodens III 46.
— Anreicherung im *B*-Horizont der Braunerden und Gelberden III 172, 188.
— Anreicherung im Laterit III 184, 404—410, 431 bis 435.
— Anreicherung in tropischen Böden III 363, 404 bis 410.
— Basenabsorption in Abhängigkeit vom Gehalt an III 382.
— Bestimmung VII 212f.
— Braunerden und Wanderung der V 327.
— chemische Trennung von Mangan und Erdalkalien VII 210—212.
Sesquioxyde, Hygroskopizität in Abhängigkeit von III 382, 383; VI 340.
— Phosphorsäureabsorption unter dem Einfluß von VIII 196, 257, 260.
— Prärienböden und III 293.
— Roterdebildung und Wanderung der III 249.
— Verdichtung zum Ortstein als kolloider Vorgang III 151.
— Verhalten in echten Steppeböden III 302.
— Verminderung als typisches Kennzeichen der Podsolierung III 167.
— Ursachen der Wanderung in tropischen Gebieten III 431—435.
Siallite II 296.
— allitische IV 279.
— Definition III 399.
— fossile, vgl. fossile Siallite.
— im Lateritprofil IV 277.
— in Gelblehmen III 186.
— in plastischen Böden III 367.
— in Terra rossa III 196.
— lateritische IV 280.
— lateritische Zersatzzone als III 416, 419.
— Mikroorganismen und IV 305.
— Umbildung in Allit durch tektonische Einflüsse IV 246.
— Umwandlung des Muttergesteins in IV 226.
— Zusammensetzung IV 290, 291.
siallitische Lehme als plastische Böden III 367.
— Beschaffenheit III 386.
— Unterscheidungsmerkmale gegenüber allitischen Lehmen III 386, 387.
siallitische Roterde IV 246, 275.
Siallitisierung, Kennzeichnung II 295.
Siallitzersatz als Tiefenverwitterung unter Urwald IV 287.
— im Lateritprofil IV 277.
Sibirien, Bodeneis als Relikte der Eiszeit in II 95.
— Gefornisausdehnung in III 35—37.
— Rutmark in den Tundren von III 84.
Sickerdohlen IX 30.
Sickergeschwindigkeit VI 186f.
— in Sickertrichtern VI 186.
Sickergeschwindigkeit, Korngröße und VI 187.
— scheinbare VI 181.
Sickertrichter VI 186.
— hängendes Kapillarwasser und VI 123 (Abb.), 186.
— Sickergeschwindigkeit in VI 186.
Sickerwasser vgl. Lysimeterversuche VI 178—198.
— als Teil des Grundwassers V 81.
— als vadoses Wasser V 57.
— Begriffsbegrenzung V 79; VI 178.
— Bestimmung im gewachsenen Boden V 225.
— Beziehungen zwischen Kleinverwitterungsformen und 276f.
— Bodenarten und Ammoniakgehalt des IX 247.
— „fossile Wege“ des II 280.
— Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre und VI 304.
— Grundluftspannung und VI 178—180.
— im Boden V 77; VI 178f.
— in forstwirtschaftlich und landwirtschaftlich genutzten Böden IX 384.
— Nährstoffmengen in IX 225.
— Zerstörung der Staudämme durch X 157.
— Zusammensetzung einiger II 214.
Sickerwasserbewegung, Bodenschichten und VI 194, 195.
— Elektrolytgehalt des Bodenwassers und VI 192, 193.
— Luftdruck und VI 191, 192.
— Temperatur und VI 190, 191.
Sickerwassermenge VI 195 bis 198.
— Bestimmungsmethoden VI 195, 196.
— Faktoren der Beeinflussung der VI 196—198.
— Grundwasserstand und VI 198.
— in tropischen Gebieten III 423.
Siderit vgl. Spateisenstein.
— in mineralogischer Beziehung I 106.
Siebmethode bei der bautechnischen Bodenuntersuchung X 160, 161.
— Durchführung VI 2, 3, 7.

- Siebmethode zur Korngrößenbestimmung I 54, 56, 70.
- Siedlung, Bedeutung der Bodenkartierung für X 425.
- Bodenkartierung auf Grund der Erforschung historischer X 261.
- der Lößlandschaften V 442.
- der Tundren in Abhängigkeit vom Boden V 431.
- Kalkkrustenbildungen und V 440.
- Seeböden in ihrer Bedeutung für X 136.
- Wasserdurchlässigkeit der Böden in Beziehung zu V 258.
- Zusammenhänge mit Bodenbeschaffenheit V 194.
- Sienaerde X 206.
- Silicifikation III 449.
- Silikate, Abbau der Tonerde II 296.
- Absorptionsvermögen VIII 205, 206.
- als gesteinsbildende Mineralien I 90—103.
- Angreifbarkeit durch Flechten II 253; VII 336 f.
- Aus- und Eintauschvorgänge bei VIII 324.
- Bauschanalyse und Aufschlußmethoden der VII 206—209.
- Bodenreaktion und hydrolytisch aufspaltbare VIII 326.
- Bodenversauerung und VIII 326.
- höhere Pflanzen in ihrer Einwirkung auf II 208 f., 258 f.; VII 336 f.
- Humusstoffe in ihrer Einwirkung auf II 265.
- Hydrolyse der II 200 f.
- Hydroxyl als Hauptträger der Zersetzung der II 161, 203.
- mikrochemische Untersuchung VII 36.
- Salzlösungen in ihrem Einfluß auf Umwandlungen der II 211.
- Sodabildung durch Einwirkung der Atmosphären auf Natrium-III 334.
- Terra rossa als kolloidveranlagtes III 243.
- Ton als Endprodukt der Verwitterung der IV 108.
- Silikatgesteine, Hochgebirgsböden der III 106 bis 108.
- Silikatgesteine, Kieselsäuregehalt und Einteilung der IV 55.
- Untersuchung von Humus in den Alpen auf III 112.
- Sillimanit, Herstellung X 203.
- zur Anfertigung von Vegetationsgefäßen X 203, 204; vgl. VIII 557.
- Soda vgl. Natriumkarbonat.
- Sodaaufschluß des Bodens VII 206.
- Sodabildung im Boden III 321, 333, 334, 482, 483; VII 73, 74.
- Sodaböden I 78; III 314 f.; vgl. Alkaliböden, Szikböden, Salzböden.
- Beziehungen zwischen Humus und III 314, 328 f.
- chemische Beschaffenheit III 326 f.
- Einteilung der III 338, 339.
- Entstehungsbedingungen IX 227.
- Holzarten zur Aufforstung von IX 426.
- Podsoltypus der III 121.
- Sodaentstehung in III 321, 333, 334; IX 227.
- Sodagehalt und Pflanzenwachstum auf VIII 271, 314.
- Verbesserung durch Gipsdüngung IX 283.
- Verkrustung der VIII 314.
- Waldvegetation auf IX 373.
- „Sodakrankheit“ der Böden VII 78; vgl. Sodaböden, Szikböden.
- Sodaseen V 188.
- Sohlschwellen bei der Grabenentwässerung IX 16.
- Sol vgl. Humussol.
- Gewinnung VII 89, 90.
- gleiches Verhalten von Gel und I 205, 214.
- Methoden zur Bestimmung der Teilchengröße der VII 90 f.
- Wirkung der Basen auf VII 47.
- solares Klima II 5, 7.
- Solarkonstante II 6.
- Solarkurve II 103, 139.
- Solfataren V 61.
- Solifluktion I 284, 316 f.
- Begriffsbestimmung I 317, III 87.
- Blockströme als Folge der I 316.
- in der Wüste III 478, 479.
- fossile Böden und IV 258 f.
- subaquatische I 246.
- Solonetzböden III 314 f.
- braune Steppenböden als III 307.
- chemische Beschaffenheit III 327, 328.
- in der Bodeneinteilung III 316.
- Profil V 31, 32, 42, 43.
- Verbreitung III 158.
- Solontschakböden III 314 f.
- als A—C-Boden V 45.
- in der Bodeneinteilung III 316.
- Salzgehalt der III 321, 322.
- Profil V 32, 42, 43.
- Solotiböden III 324, 331 bis 333.
- Solverwitterung II 223.
- Analogie mit alpiner Silikatverwitterung III 107.
- Gegensatz zur Lateritverwitterung III 185.
- Kennzeichnung II 297.
- Sömmerung der Teichböden als Meliorationsmaßnahme IX 316.
- Gründung und IX 329.
- Sonnenbestrahlung II 5, 54 f., 68; vgl. Insolation, Strahlung.
- als Verwitterungsfaktor II 163 f., 177.
- an Abhängen III 45.
- Bedeutung für Verwitterungsvorgänge II 177; III 455.
- Bodenerwärmung und Dauer der VI 348, 349.
- in den Tropen III 367.
- in höheren Breiten III 28, 45.
- Radium-Emanationsgehalt der Böden und VI 395.
- Temperaturverwitterung durch II 165—174.
- Wasserverdunstung aus dem Boden und VI 231.
- Spaltbarkeit der Kristalle I 182.
- der Mineralien in Einfluß auf ihre Wärmeleitfähigkeit I 177.
- der Mineralien in ihrer Bedeutung für die Verwitterung I 267; II 173.
- Spaltenbildungen im Gestein vgl. Rißbildung.
- als verwitterungskundliches Beobachtungsmoment V 194.
- Kulturentwicklung in Kalksteinländern und V 438, 439.

- Spalteneis I 265, 266.
 Spaltenfrost I 189, 260, 283, 284; II 174—185; III 48f., 99.
 — Abhängigkeit der Wirkung vom Gestein I 283.
 — als Verwitterungsfaktor II 111, 163, 174f.; III 48f., 99; V 245.
 — Schneebildung und I 258.
 — Unterstützung der Wirkung durch Wasser II 178.
 Spaltengrundwasser V 82, 89.
 Spaltennetz vgl. Polygonboden.
 Spaltenquellen V 82.
 Spaltenwasser V 81, 82.
 Spaltpilze, Harnstoff und Harnsäureumwandlung durch II 246.
 — Tätigkeit in Unterwasserböden V 137.
 — Zelluloseabbau im Boden durch II 231, 232.
 Spanien, Bodenkartierung X 355.
 spannungsfreies Porenvolumen VI 82.
 Spateisenstein als Neubildung im tertiären Laterit IV 281.
 — im Moor IV 160, 178.
 — im Tropenmoor IV 220.
 — in mineralogisch-geologischer Beziehung I 139.
 — in Silikatvorkommen IV 292.
 Spatenegge IX 65.
 Spatenrollig IX 463.
 Speckortstein V 400.
 Speckstein als Erdfarbe X 206.
 — zur Herstellung von Steatit X 203.
 Spezialkulturmethoden zu mikrobiologischen Bodenuntersuchungen VII 253.
 spezifische Feuchtigkeit II 21.
 spezifische Oberfläche, Abhängigkeit der Durchlässigkeitsziffer von VI 173.
 — Bestimmungsmethode VI 62, 63.
 — der Bodenluft VI 206.
 — Ermittlung aus der mechanischen Bodenanalyse VI 62.
 — Hygroskopizität und VI 57, 73, 74.
 — Strangentfernung der Dräns und IX 24.
 — verschiedener Bodenarten VI 173.
 — Wasserkapazität und VI 140, 141.
 spezifischer Widerstand des Bodens VI 378, 379.
 spezifische Schwellungszeit — Definition VI 87.
 — Korngröße und VI 87.
 spezifisches Gewicht VII 41 bis 45.
 — Benetzungswärme und VI 76, 78.
 — Bestimmung in Böden VI 40f.; VII 41f.
 — Bewertung der Bestimmungsmethoden VI 79.
 — der Bodenmineralien VII 41.
 — Hygroskopizität von Mineralböden und VI 76 bis 78.
 — Korngrößenbestimmung mittels Lösungen von verschiedenem VI 27, 43, 44.
 — scheinbares VI 40, 76, 79.
 — verschiedener Bodenarten VI 43.
 spezifische Wärme, Beziehungen zwischen Wärmekapazität des Bodens und VI 370.
 Sphagnumarten, Deckung des Mineralbedarfs aus äolischem Staub VII 336.
 — desinfizierende Wirkung des X 120.
 — Einfluß auf Wald IV 31.
 — Hochmoorbildung und IV 131; VII 354.
 — tropische Moore und IV 210, 212, 214, 216.
 — Verwendungsmöglichkeiten X 121.
 Sphagnumtorf IV 131, 154 bis 156.
 — Entstehung IV 131, 132.
 — Heizwert IV 156; X 102.
 — Kennzeichnung IV 131, 154, 155; VIII 26; X 101, 102.
 — technische Verwertbarkeit X 101—103, 120 bis 129.
 — Wassergehalt der verschiedenen Arten des X 104, 105.
 — Zusammensetzung IV 135—138, 155; X 101, 102.
 Spitzmaus in ihrer Einwirkung auf Boden VII 428.
 Sprengkraft des gefrierenden Wassers vgl. Spaltenfrost.
 Sprengmittel, Bodennitrate zur Herstellung der X 197.
 — zur Stubbenbeseitigung IX 61.
 Sprengschutt II 165.
 Springwasser V 87; VI 143.
 Springquellen V 58.
 Spritzverfahren X 112.
 Spülmethode bei der mechanischen Bodenanalyse VI 7—14.
 — Mängel der VI 7.
 Sq-Quotient III 400.
 Sserir I 299; II 168.
 Ssudsümpfe IV 191, 194.
 Stachelwalze IX 177, 208.
 städtische Abwässer, Anreicherung des Grundwassers an Sulfaten durch X 183.
 — Ausnutzung zur Düngung IX 220, 222.
 — Bedeutung für Binnenseen X 137.
 — Beregnung mit IX 51, 54.
 — Jodreichtum der X 246, 247.
 — Pflanzennährstoffgehalt der IX 42.
 — Reinigung mittels Boden X 246f.
 — Zusammensetzung verschiedener IX 44.
 Stallmist, Anbaukulturen der Naturvölker und Düngung mit X 93.
 — Ausnutzung der Pflanzennährstoffe des IX 224.
 — Bodenatmung und IX 216.
 — Bodentemperatur und IX 215.
 — Denitrifikation und IX 214, 218.
 — Einfluß verschiedener Faktoren auf Zersetzung des IX 213f.
 — Einwirkung auf Boden IX 210—219.
 — Geschichtliches über Düngung mit I 36, 41.
 — Humusbildung und IX 215.
 — Kohlensäureproduktion als Maßstab der Zersetzung des VIII 611, 612.
 — Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis im VII 183.
 — Konservierungsmittel IX 218.
 — Krümelstruktur und IX 215.
 — Mergel und VIII 310.
 — Mikroorganismengehalt und VII 263, 264; IX 212.
 — Nitrifikation und IX 213, 214.
 — Pflanzen als Indikator für fehlende Düngung mit VIII 70, 71, 97, 98.
 — physiologische Reaktion VIII 409.

- Stallmist, Plaggenhieb zur Erzeugung von IX 78.
- Podsolböden und Düngung mit III 129.
- Schependorfer Verfahren und IX 214.
- Schwerangreifbarkeit des Stickstoffs des VIII 432.
- Steppenböden und Düngung mit III 309.
- Stickstoffverluste und Düngewirkung des VIII 432; IX 214.
- Torfstreudünger und IX 223.
- Wasserverdunstung aus dem Boden nach Düngung mit VI 248, 249.
- Wenden des Bodens zur Unterbringung des IX 123.
- Wirkung des IX 212, 214, 215, 292.
- zur Beeinflussung der Mikroorganismen-tätigkeit IX 295—298.
- zur Teichdüngung IX 326f.
- zur Vermischung mit Lehm bei Bauten X 81.
- Standardlösung, Charakterisierung VIII 335.
- nach CLARK und LUBS VIII 336.
- Standardmethode zur Feststellung der Fruchtbarkeitsschwankungen VIII 589f.
- Stangendrän IX 28.
- Staub als Bodenfraktionsbezeichnung VI 1, 11.
- als Kondensationskerne II 22; VI 269.
- als Schutz vor Ablation III 42.
- arktische Böden und III 74—82; V 245.
- Bakterienreichtum des I 309.
- Bewegung des I 300—303.
- Bodenbildung in alpinen Gebieten durch I 309; III 113; V 423; VII 376.
- Eis-, vgl. Kryokonit.
- in der atmosphärischen Luft I 150, 300—303; III 74f.; VI 267, 268.
- kosmischer, vgl. kosmischer Staub.
- Menge des durch Wind verfrachteten I 302, 307, 308; III 113; V 262; VII 376.
- Moorpflanzen und VII 336, 365.
- Staub, Nährstoffanreicherung des Bodens durch Zufuhr des I 309; VII 336, 358, 365.
- Regurboden als Absatz des III 344.
- Roterdebildung und äolische Zufuhr von III 200 bis 203.
- Salzverkittung des Bodens und V 261.
- Schnee- und III 77; V 35.
- Schwerbenetzbarkeit des VI 320.
- Wüsten-, vgl. Wüstenstaub.
- Zusammensetzung des vom Winde transportierten I 294, 308; III 79f.
- Staubböden I 300—308; vgl. LÖB.
- als wasserbautechnisch gefährliche Böden X 146.
- Beziehungen zum Tonboden III 474, 475.
- chemische Beschaffenheit III 471.
- Entstehung III 468f.
- in der Wüste III 467f.; V 260, 261.
- Klima- und III 472, 473.
- mechanische Beschaffenheit III 467, 468.
- mit Staubhaut III 474 (Abb.).
- Muttergestein und Ausbildung der III 473.
- Profil III 467.
- über Kalkkrusten I 306.
- unter Hamada III 467; V 260, 261.
- Wasserdurchlässigkeit VI 167.
- Staubrieselung IX 47, 53.
- Staubhaut, Unterschied gegenüber Salzrinde III 484.
- weiße V 260.
- Windschutz durch III 467, 473, 474 (Abb.).
- Staubhumus VI 321.
- Staublehm, chemische Profiluntersuchung III 293.
- mechanische Zusammensetzung III 294.
- Staubniederschläge I 303.
- Staubstürme I 301—303.
- als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 195.
- Bedeutung für Aufbau der stenoariden Seeböden V 188.
- Landschaftsbild im subpolaren Gebiet und V 249.
- Staubwinde als Beobachtungsmomente V 194.
- Landschaftsbild und V 262 (Abb.).
- Staudämme, Anlage der X 156, 157.
- Böschungsrutschungen bei X 157.
- Zerstörung durch Sickerwasser X 157.
- stauende Nässe, Bodenreaktion und IX 3.
- durch, Raseneisensteinschichten IX 6.
- Ortsteinbildung und IX 6.
- Pflanzengifte und IX 3.
- Staufilter X 249, 250.
- Stauseen, Beziehungen zwischen Vorzeitklima in Nordamerika und II 132, 133.
- Verschlickung der X 137.
- Stauwerke X 174, 175.
- Steatitzeugnisse X 203.
- Steinböden im landwirtschaftlichen Sinne VIII 23.
- Steinbutter als eßbare Erde X 74, 76.
- Steindrän IX 28—30.
- Steine als Bodenfraktionsbezeichnung VI 1, 2.
- als Bodenkonstituenten VII 3.
- Bodenvolumen und VI 271.
- Hohlraumvolumen und VI 271.
- in ihrer Wirkung als Bodendecke V 35.
- Verdunstung und VI 235.
- Wasserdurchlässigkeit und VI 166.
- Steinsie I 266; III 42, 44.
- Steingärtchen vgl. Polygonböden.
- Steingitter II 276.
- Inkrustationen der II 280.
- Steingutfabrikation vgl. Keramik.
- Steinkohle I 141.
- Kaolinisierung unter II 293.
- Unterscheidung von Humuskohle VIII 226.
- Steinmeere als Ergebnis der Frostwirkung II 178.
- Steinnetzboden I 319; III 85; IV 295.
- Steinpanzer III 75; vgl. III 463.
- Steinpflaster vgl. Hamada, Sserir.
- Form der Gesteinsstücke und Benennung des I 299.

- Steinpflaster, Zerstörung durch Tiere I 295, 299.
- Steinringe III 85 (Abb.), 90.
- Steinsalz vgl. Natriumchlorid, Salz.
- als Wüstensalz III 480.
- Anteilnahme an der Bodenbildung in verschiedenen Klimagebieten II 194.
- Beziehungen zwischen Grundwasser und V 89.
- in mineralogischer Hinsicht I 109.
- in Südamerika und Kulturentwicklung V 447.
- Öllagerstätten und V 65.
- Rolle bei der Bildung der Salzlagerstätten I 138, 139.
- Löslichkeit II 194, 198.
- stenoaride Seen V 186, 188.
- stenopolare Seen V 186, 187.
- Steppen als paläobiologische Klimazeugen II 98, 138.
- Anteilnahme verschiedener Mineralien an der Bodenbildung in der II 194.
- Bodenentwicklung vom Urwald bis III 436 (Abb.); IV 278 (Abb.).
- Einfluß der Bewaldung auf Wasserführung in VII 369.
- Einteilung nach Vegetation III 271.
- Flora der III 273f.
- Grauerden in III 436.
- Kalkkonkretionen in III 436; IV 278.
- Landschaftsbild in Abhängigkeit von Bodenbildung in V 258—264.
- Rotlehme in III 372, 436.
- Salz- vgl. Salzsteppen.
- Verkittungsrinde und Windwirkung in I 294, 295.
- Steppenbleicherden III 294, 295, 310—314; vgl. Grauerden.
- Horizontanordnung III 310, 311.
- Unterscheidung von humosen Steppenböden III 313.
- Zusammensetzung III 312.
- Steppenboden III 296—310; vgl. kastanienbraune Böden.
- Abgrenzung der verschiedenen III 308.
- Ähnlichkeit der trockenen Bergwiesenböden mit V 418.
- Steppenboden als Typus arider Böden VII 356, 367.
- Beziehungen zwischen Holzarten und Bewässerung der IX 417, 418.
- Bodenaustrocknung zur Erhöhung der Nährstofflöslichkeit auf IX 118.
- echte Krümelstruktur der VIII 14.
- Einfluß auf Kulturentwicklung V 436, 437.
- Frage nach der Auslaugung der III 302f.
- Galeriewald und Grundwasser im V 266.
- graue vgl. Steppenbleicherden.
- Grundwasserstand an der Grenze von Wald und IX 384.
- Jod im VIII 457.
- Krümelstruktur auf IX 127.
- Kulturentwicklung im Gebiete der V 346, 437, 446.
- landwirtschaftliche Nutzung III 309, 310.
- Meliorationsmaßnahmen III 309, 310.
- neutraler Charakter der III 304.
- Profil III 307; V 393.
- Sättigungszustand der III 304f.
- Schwarzerde als VII 367, vgl. Schwarzerde, Tschernosem.
- tropische und subtropische V 446.
- Umwandlung der Böden durch Melioration in III 120.
- Unterscheidung von Steppenbleicherden III 313.
- Ursachen der Entwaldung der VII 369.
- Verbreitung in Deutschland III 278, 513f.; V 194, 384, 393, 406, 429.
- Steppenbraunerden vgl. kastanienbraune Böden.
- Steppenklima III 279—281.
- fossile Laterite und III 425.
- in der KOPPENSchen Klassifikation II 33.
- in Europa II 49.
- in Nordamerika II 40.
- Lufttemperatur im russischen III 280.
- Niederschlagsmengen im russischen III 279.
- Schwarzerdebildung und III 277—285; IV 265.
- Steppenschwarzerden III 257 bis 287, 505, 511; vgl. Schwarzerde, Tschernosem.
- auf Löß III 181, 263, 264, 269, 270, 391.
- Bodenkarte Europas und III 262, 263.
- braune Steppenböden als Abstufung der III 297.
- chemische Eigenschaften III 265—270, 518, 519.
- Degradation der III 134, 271, 505—507; V 21, 362.
- Einteilung III 260—263.
- Entstehung III 285—287; V 319, 321—324, 326, 346, 362, 379, 382.
- Grundwassereinfluß auf III 259.
- Horizontausbildung III 259.
- Klima- und III 258, 277 bis 285.
- Kulturentwicklung und V 436, 437.
- morphologische Eigenschaften III 257—259, 507, 508.
- Muttergestein der III 258.
- physikalische Eigenschaften III 265—270.
- Profile III 263—265; V 393, 394.
- Profile degradierter V 362, 363.
- Varietäten in Deutschland III 262, 278; V 346f.
- Verbreitung III 277—285.
- Vergleich mit podsolierstem Lehm III 518, 519.
- Steppenstaub als Klimazeuge II 110.
- Steppenstaubboden I 304; vgl. Löß.
- Steppenvegetation III 270 bis 274.
- Einfluß auf Landschaftsbild V 259.
- in Salzsteppen V 440, 441.
- Schwarzerdebildung und III 270—274; V 325, 326.
- Sternwalze IX 161, 177.
- Stichtorf X 108—110.
- Stickoxyde vgl. Nitrate, Nitrite, Salpetersäure.
- in der atmosphärischen Luft I 147, 148, 149; VI 262.
- in der Bodenluft VI 301.
- Stickstoff vgl. Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis.
- Adsorption durch den Boden I 62; VI 325, 326; VIII 203.

- Stickstoff, als unveränderlicher Bestandteil der Atmosphäre VI 259.
- Auswaschung des VIII 80; IX 225.
 - Baumentwicklung und VIII 101.
 - Bedarf der Holzarten an IX 362.
 - Bedarf der Pflanzen an VIII 423, 424.
 - Bedeutung der Festlegung im Mikrobeneiweiß VIII 431, 432.
 - Bilanz des Waldbodens an IX 361—368.
 - chemische Bestimmung des VII 233—235; VIII 440—445.
 - Entzug der Holzarten an IX 446.
 - Entzug der Pflanzen VIII 529; IX 243.
 - Festlegung durch Mikroorganismen VIII 426, 430, 431, 626, 648, 649; IX 280.
 - Fruchtbarkeitszustand in Abhängigkeit von Formen des VIII 421—440.
 - Hochmoorkalkung und mikrobielle Festlegung des IX 280.
 - Humus- vgl. Humusstickstoff.
 - Humusbildung und VII 122, 123.
 - im Stoffkreislauf VIII 601.
 - in seinen Beziehungen zum Humus VII 122, 123, 134, 165, 166, 178, 182—188; VIII 424—431; IX 243, 362.
 - Kahlschlag und IX 363, 421.
 - Kreislauf des VIII 620 bis 649; IX 209.
 - mikrochemische Bestimmung des VIII 441.
 - Mobilisierung im Moorboden unter Wald IX 478.
 - Mobilisation im Waldboden IX 363f.
 - Pflanzenbedeckung des Bodens und Anreicherung des VII 373.
 - Unentbehrlichkeit für Mikroorganismen VII 264.
 - Verhältnis des Sauerstoffs in der Bodenluft zum VI 299, 300.
 - Verluste beim Trocknen des Bodens an VIII 442.
 - Verwertbarkeit der einzelnen Formen des VIII 423, 424.
- Stickstoff, Waldtypen in ihren Beziehungen zum VIII 104, 105.
- Wirkungsfaktor VIII 445, 446, 507, 572, 574.
 - Wirkungsgesetz und Düngung mit IX 511, 512.
 - Wirkungswert IX 531.
- Stickstoffadsorption I 62; VIII 203.
- einzelner Bodenbestandteile VI 325.
 - verschiedener Bodenarten VI 325, 326.
- Stickstoffbedürftigkeit, Aussehen der Pflanzen zur qualitativen Feststellung der VIII 467, 533.
- biologische Verfahren zur Ermittlung der VIII 445f., 620f.
 - Bodenauszüge zur Bestimmung der VIII 142, 444, 445.
 - chemische Stickstoffbestimmung zur Ermittlung der VIII 442—445; X 297.
 - Grenzzahlen in ihrer Bedeutung für VIII 443.
 - Humusstickstoff zur Beurteilung der VIII 443, 444.
 - Keimpflanzenmethode zur Ermittlung der VIII 448, 449, 505.
 - mikrobielle Stickstoffumsetzungen im Boden als Maßstab für VIII 444, 450—452; vgl. auch VIII 620f.
 - Moorböden in ihrem Stickstoffgehalt und VIII 443.
 - Nährstoffverhältnis in Pflanzen zur Ermittlung der VIII 471, 472, 474, 475, 479.
 - Nitratgehalt der Pflanzen als Maßstab der VIII 449, 450, 518.
 - Nitrifikationsvermögen des Bodens zur Ermittlung der VIII 111, 452.
 - Pflanzenanalyse zur Ermittlung der VIII 446 bis 450, 472, 474, 475, 479.
 - tropischer Böden VIII 442.
 - WILFARTHSches Verfahren in der Bewertung zur Ermittlung der VIII 487.
- stickstoffbindende Bakterien IX 209, 210.
- Bedeutung bei der stickstofflosen Teichdüngung IX 306.
- stickstoffbindende Bakterien, Bodenreaktion, Phosphorsäure im Teichboden und IX 332.
- freilebende vgl. freilebende stickstoffbindende Mikroorganismen.
 - im Teichboden IX 331 bis 333.
 - Kalkung und IX 279.
 - Spezialkulturen für VII 253.
 - symbiotisch lebende, vgl. symbiotisch lebende stickstoffbindende Mikroorganismen.
- Stickstoffbindung I 147; VIII 642—648; vgl. VII 283—312.
- Actynomyceten und VII 307; IX 210.
 - Algen und IX 311, 366.
 - als erstrebenswertes Ziel der Teichwirtschaft IX 325.
 - Azotobacter und Größe der VII 302, 303; VIII 643; IX 210.
 - Bacillus amylobacter und Größe der VII 298; VIII 643.
 - Beeinflussung durch Protozoen VII 386.
 - bei Schimmelpilzen VII 307.
 - Bodendurchlüftung und VI 314; IX 119.
 - Bodenfeuchtigkeit und VIII 647.
 - Bodenreaktion und VIII 647, 648.
 - Brachewirkung und IX 288.
 - durch Gründüngung auf verschiedenen Bodenarten IX 297.
 - durch Pilze in Teichböden IX 337.
 - Geschichtliches I 84, 85; VII 285, 295.
 - Hefen und VII 307.
 - im Waldboden IX 365 bis 368.
 - Jahreszeiten und VIII 648.
 - Kolloide und IX 332.
 - Mikroorganismen der, vgl. symbiotisch lebende stickstoffbindende Mikroorganismen, freilebende stickstoffbindende Mikroorganismen.
 - Mykorrhiza und VII 312; IX 366—368.

- Stickstoffbindung, organische Substanz und VIII 643 bis 645.
- Schimmelpilze und VII 307, 308; IX 210, 337.
 - Temperatur und VIII 648.
 - Verhinderung in Teichböden durch Humus-säuren IX 309, 338.
 - zur Bonitierung der Teichböden IX 344, 345.
- Stickstoffdünger IX 243 bis 260.
- anorganische IX 245 bis 258.
 - Bewertung der verschiedenen IX 247.
 - Bodenreaktion und VIII 404—406.
 - Förderung der Gräser im Wiesenbestande durch VIII 97.
 - Humus als VIII 427, 428.
 - mikrobielle Umsetzungsversuche zur Kontrolle der VIII 451; IX 251, 259.
 - organische IX 258—260.
 - pflanzenschädliche Nebenbestandteile gewisser VIII 465.
 - physiologische Reaktion VIII 404—406.
 - Streu als IX 433.
 - Verwendung in der Forstwirtschaft IX 453—455.
 - Wirkungswert VIII 435, 439, 530.
 - zur Teichbodendüngung IX 324, 325.
- Stickstoffdüngung, Zellulosezersetzung und VIII 614, 615.
- Zusammensetzung der Wiesenflora in Abhängigkeit von VIII 97.
- Stickstoffgehalt VIII 445.
- Stickstoffgehalt VIII 422.
- allitische Lehme III 387.
 - als Gegenstand der Bodenkartierung X 296, 297.
 - als Kennzeichen „echter“ Humusstoffe VII 134.
 - arider Boden III 6; VII 165; VIII 426.
 - atmosphärische Luft I 146; VI 259.
 - Beziehungen zum Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft I 147.
 - black adobe III 346.
 - Bodenluft VI 295.
 - des Heidetorfes zur Wertbemessung des Heidebodens IX 464.
- Stickstoffgehalt des Humus als Unterscheidungsmerkmal arider und humider Böden VII 165.
- Dränwasser verschiedener Bodenarten IX 45.
 - Eindeichung der Marschböden und IV 168.
 - Einstreu IX 212.
 - Eschboden IV 183.
 - Fabrikabwässer IX 42, 44.
 - Fäkalien IX 220.
 - Flachmoor VIII 26, 422, 621.
 - Flottsande IV 182.
 - Flugsande IX 475.
 - frischer Stalldünger IX 212, 224.
 - Harn verschiedener Haustiere IX 211.
 - Hochmoore IX 243.
 - humider Böden III 6; VII 165, 422, 426.
 - Humus alpiner Gebiete III 112.
 - Humus des black adobe III 346.
 - Humusstoffe VII 163.
 - Knick IX 89.
 - Kompost IX 222.
 - Kot verschiedener Haustiere IX 210.
 - Kuhlerde IV 175; IX 89.
 - Kulturpflanzen IX 224.
 - Leguminosenknöllchen VII 289.
 - Marschböden IV 170, 171; VIII 28; IX 243.
 - Moorböden IX 243.
 - Moore IX 479.
 - Moorwasser IV 159.
 - Niederschläge und Verluste des Bodens an VIII 303, 422.
 - Niederungsmoore IX 243.
 - Regenwasser VI 259.
 - Regenwurmtätigkeit und VII 401, 403, 404.
 - Rendzina III 521.
 - Roterden III 254.
 - russische Schwarzerde IX 243.
 - Scheideschlamm IX 269.
 - Schlick IV 170; IX 222.
 - Schwankungen im Boden VIII 421, 422.
 - siallitische Lehme III 387.
 - städtische Abwässer IX 42, 44.
 - Steppenböden III 309, 310; V 286.
 - Teichböden IX 311, 319.
 - Teichschlamm IX 301.
- Stickstoffgehalt, Torfarten IV 134—140, 149—156, 219; X 96, 100—102.
- Torfstreudünger IX 223.
 - Trocknung des Bodens in ihrem Einfluß auf VIII 442.
 - tropische Böden III 380.
 - Veränderlichkeit der Löslichkeit im Boden VIII 437.
 - verschiedener Bodenarten VIII 621, 622.
 - von aufgeforsteten Flächen im Vergleich zu Kahlflächen IX 491.
 - Waldboden auf Karst IX 491.
 - Waldtypen und VIII 104, 105.
 - zur Umrechnung auf Humusgehalt VII 145.
- Stickstoffhaushalt des Bodens vgl. VIII 421—440.
- humider Böden VIII 422.
 - Pflanzen als Indikator für VIII 88.
 - Schwierigkeit der Kontrolle des VIII 446.
 - subtropischer Böden VIII 422.
 - tropischer Böden VIII 422.
- stickstoffliebende Pflanzen vgl. nitrophile Pflanzen.
- Stickstoffmehrer VIII 445.
- Stickstoffumsetzungen als Maßstab der Fruchtbarkeit VIII 450, 452, 599 f., 620—649, 664—668.
- zur Ermittlung des leicht zersetzlichen Stickstoffs VIII 444.
- Stickstoffzehrer VIII 445.
- Stimulation VIII 454.
- Stipasteppen III 270 f.
- Stockrodung IX 436.
- als Ursache der Bodenverdichtung IX 424, 436.
 - auf Moorboden IX 61.
 - Schädigung auf Gebirgsböden durch IX 495.
 - Sprengmittel zur IX 61.
 - Verflachung des Wurzelsystems nach IX 436.
 - Waldfeldbau und IX 438.
- Stockwerksrückenbau IX 49.
- Stoffkreislauf VIII 599, 604.
- des Kohlenstoffs VIII 604 bis 620.
 - des Schwefels VIII 649 bis 652.
 - des Stickstoffs VIII 620 bis 649.
 - in Faulschlammgewässern V 120.
 - in Seen V 153—155.

- Stoffwanderung als horizontbildender Faktor V 10 bis 13.
 — bei Bleicherdebildung V 40.
 — im ariden Profil V 12.
 — im humiden Profil V 12.
 — schematische Darstellung der V 13.
- Stokesche Formel als Grundlage des Sedimentierverfahrens bei der mechanischen Bodenanalyse VI 14; VII 90.
 — Bestimmung der Teilchengröße von Suspensionen und Solen mittels VII 90, 91.
 — Gültigkeit bei der Zentrifugiermethode VII 89.
- Stört V 47; vgl. Darg, Knick.
- Strahlenpilzerkrankung in ihren Beziehungen zum Boden X 217.
- Strahlung vgl. Sonnenbestrahlung.
 — als klimatologisches Element II 2, 5—7, 54—66.
 — Beziehungen zur Sonnenhöhe II 6.
 — diluviale Verschiebungen der II 105 (Abb.).
 — im Polargebiet III 28, 29.
 — mathematische Bedingungen der II 5, 6.
 — Messungsergebnisse II 7, 54—66.
 — physikalische Verwitterung und II 163 f.
- Strahlungsklima als Verwitterungsfaktor V 18.
 — Mikroflora und VII 356.
 — Vegetation und VII 356.
- Strahlungsschutz im sommergrünen Laubwald V 347.
 — Wald und II 65—67; VI 361.
 — Wärmeschwankungen und VI 372.
- Stranddy V 116.
 Strandmull V 116.
 Strandseen V 186.
- Strandvegetation IX 469.
- Strandwiese, Marschbodenbildung und VII 350.
 — Marschwiesenbildung durch Melioration aus VII 351, 352.
 — Rohhumusbildung der VII 351.
 — Vegetation der VII 350, 351.
- Strangentfernung der Dräns, Abhängigkeit von verschiedenen Bodenbestandteilen IX 23, 24.
- Strangentfernung der Dräns, Bodenarten und IX 22.
 — Ermittlung der zweckmäßigsten IX 24.
 — spezifische Oberfläche und Ermittlung der IX 24.
- Straßenbau, Eignung des Bodens als Unterlage für X 157, 158.
 — Frostwirkung auf Boden in ihrer Bedeutung für X 158.
 — Gußasphalt zum X 195.
 — Kalkkruste und V 440.
- Strauchfaschinendrän IX 28.
- Streifenboden I 319; III 87 f.; V 247.
- Streßwirkung IV 245.
- Streu vgl. Einstreu, Waldstreu.
 — Beginn der Humifizierung in der IX 390 f.
 — biologische Bodenpflege und IX 428 f.
 — Bodenlösung und Abfall der IX 432, 433.
 — der Schwarzföhre auf Karst IX 491.
 — Düngewert verschiedener IX 432.
 — Kalkgehalt verschiedener VII 358, 359.
 — Kennzeichnung VII 119.
 — Luftadsorption und Schwerbenetzbarkeit der VI 319.
 — Reaktion VII 359.
 — Rohhumusbildung und Nährstoffgehalt der VII 358.
 — Schwefelsäuregehalt IX 401.
- Streudecke, Bodenentwicklung in Abhängigkeit von Beschaffenheit der VII 361.
 — Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 293.
 — Verdunstung aus dem Boden und VI 225, 235.
 — Zusammensetzung der Bodenluft und VI 295.
- Streuuntzung als Ursache der Bodenentartung IX 402.
 — auf Sandböden IX 434.
 — Bodenverdichtung durch IX 434.
 — Einfluß auf Waldboden IX 431—435.
 — Nährstoffe und IX 433, 434.
 — Sinken der Holzproduktion nach IX 433.
 — Wasserkapazitätsverminderung durch IX 379.
- Streuzersetzung im Waldboden IX 390 f.
 — der Nadelhölzer auf Moorboden IX 481.
 — durch Tiere IX 392, 393.
 — Förderung durch Durchforstung IX 426.
 — Regenwürmer und IX 478, 481.
- Stroh, Ermittlung der Düngebedürftigkeit durch Analyse des VIII 473, 484, 485.
 — Kohlensäureproduktion als Maßstab der Zersetzung des VIII 611, 612.
 — Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis im VII 183; VIII 612.
 — Mikroorganismenverteilung im Boden nach Düngung mit VII 263, 264.
 — Trennung vom Korn bei Gefäßversuch VIII 566.
 — zur Vermischung mit Lehm bei Bauten X 192.
- Strukturböden I 284; vgl. Polygonboden.
 — Begriffsbestimmung III 82, 83.
 — Bildungsfaktoren III 94; IV 259.
 — Formen der III 85 f.; V 246, 247.
 — fossiler Charakter gewisser IV 259, 260.
 — im Eiszeitalter II 111.
 — im Hochgebirge III 95.
 — Klima und III 92, 93.
 — Landschaftsbild und V 246, 247.
 — Unterschied von Fließerden IV 180.
 — Vegetation auf III 92; V 247.
 — Verbreitung III 92 f.; V 247.
 — Zusammenhang mit „Lehmbeulen“ III 73.
- Struktur der Gesteine V 7.
 — als verwitterungskundliches Beobachtungsmoment V 193.
 — Bedeutung für die Wirkung des Wassers II 175.
 — Einfluß auf Verwitterung IV 56, 59, 61, 87, 110.
 — physikalische Verwitterung und III 51—53.
- Stubbenrodung vgl. Stockrodung.
- Stuckgips X 191, 192.
 subaerische Abrasion I 250, 320.

- subaquatische Denudation I 246.
 — Diagenese vgl. Halmyrolyse.
 — Solifluktion I 246.
- subhydrische Grauerden III 369; IV 198.
- subglaziale Verwitterung unter Gletschern III 100.
- sublakruste Verwitterung vgl. Thololyse.
- submarine chemische Gesteinszersetzung I 246; II 159; vgl. Halmyrolyse.
- Submikronen I 205, 208, 219.
- subnivale Böden III 103.
- subpolares Gebiet, Böden im; vgl. III 27—96.
 — Kulturentwicklung und V 430f.
 — Landschaftsbild und V 248—252.
 — Strukturböden im III 92.
- subsilvine Wasserläufe und Erdfluß V 268.
- subterrane Diagnose V 66.
- Subtropen, Böden der III 182 bis 353.
 — Garebildung im Klima der IX 180.
 — Humus- und Bleicherdebildungen der IV 184 bis 224.
 — Kulturentwicklung im Gebiete der V 437f.
 — Landschaftsbild in Abhängigkeit von Bodenbildungen der V 256—258.
 — Stickstoffhaushalt der Böden in VIII 422, 437.
 — Sumpflvegetation und Böden der IV 191f.
- subtropische Humusbildungen vgl. IV 184—224.
- subtropische Moore IV 202 bis 220.
 — Einteilung IV 202, 203.
- subtropische Roterde vgl. Roterde, Mediterran-Roterde.
- subtropische Schwarzerde III 341—352, 369.
 — auf Löß III 344, 348.
 — Klima und III 349—351.
 — Kulturentwicklung im Gebiete der V 439, 448.
 — Regenfaktoren III 350, 351.
- subtropische Sumpfböden IV 191—200.
- subtropisches Gebiet vgl. Tropen.
 — Böden des III 182—521.
 — Garebildung im IX 180.
- subtropisches Gebiet, Humus und Bleicherdebildungen des IV 184—224.
 — Kulturentwicklung im V 436, 439, 444—454.
 — Landschaftsbild im V 256, 258.
- Südamerika, Analyse unreifer tropischer Böden aus III 376.
 — black-prairie-Böden in III 347.
 — Bodenkartierung X 408, 409.
 — Flora der Tschernosemsteppen in III 274.
 — Hamada in III 462 (Abb.)
 — Humusablagerungen im tropischen III 370; IV 190.
 — Klima vgl. II 38—43.
 — Kochsalzausblühungen in III 486 (Abb.).
 — Kulturentwicklung im Salzbodengebiete von V 447.
 — Rindenbildungen in III 488 (Abb.).
 — Salzpflanzen in III 485 (Abb.).
 — Schwarzerdevorkommen in III 347.
 — Schuttwüste in III 461 (Abb.).
 — Staubböden mit Staubhaut in III 474 (Abb.).
 — tropische Verwitterung in IV 241; vgl. III 474f.
 — unreifes Urwaldbodenprofil aus III 375.
 — Wüstenböden in, vgl. III 440f.
- Sudan, Bodenkartierung X 417.
 — LANGScher Regenfaktor für III 350.
 — Regenwürmerreichtum der Schwemmlandböden im V 451.
 — Schwarzerdevorkommen im III 348, 349.
 — Sumpfbildungen in IV 197.
- Sulfate vgl. Schwefelsäure, Alaun, Gips.
 — Absorption der VIII 191, 222, 229, 258.
 — als Ausblühungen im arktischen Gebiet III 58—60, 63, 66—68; vgl. Ausblühungen.
 — als chemische Sedimente I 138, 139.
 — als gesteinsbildende Mineralien I 107—109.
 — Ausflockungsvermögen VIII 283.
- Sulfate, Auswaschung der VIII 222.
 — Bedeutung für Verwitterung VIII 650.
 — Bestimmungsmethoden VII 225—227; VIII 171.
 — im Boden VIII 649.
 — im Meerwasser I 244.
 — im Schwefelkreislauf VIII 649—651.
 — im Stoffkreislauf VIII 601.
 — im Trinkwasser X 231.
 — in den im Gestein wandernden Lösungen II 275, 282, 289; vgl. Ausblühungen.
 — in Pflanzen VIII 651.
 — Mangel des Erdölwassers an V 66.
 — mikrobielle Reduktion der VII 328, 329; VIII 649, 650.
 — Oxydation der Schwefelkiese zu II 199; X 134.
 — verschiedenes physiologisches Verhalten gegenüber Chloriden VIII 407.
- Sulfide vgl. Schwefelkies, Schwefelwasserstoff.
 — als gesteinsbildende Mineralien I 110, 111.
 — als Pflanzengifte VIII 458; IX 317, 337.
 — Entstehung im Boden II 273; vgl. VIII 649 bis 651.
- Sulfite vgl. schweflige Säure.
 — als Pflanzengifte VIII 458.
- Sulfozyankalium zur Bestimmung der Bodenreaktion VIII 331, 332.
- Sumpfböden als Färbemittel bei Naturvölkern X 88.
 — der Regenwaldländer V 431.
 — tropische und subtropische IV 191—200; V 266, 448, 449.
- Sumpferz vgl. Raseneisenerz, Limonit.
 — Ähnlichkeit tropischen Eisenortsteins mit IV 222.
 — als chemisches Sediment I 140.
 — Entstehung im Polargebiet III 69.
 — Glühprodukte als rote Farbe X 206.
 — in mineralogischer Hinsicht I 104.
 — in Seeböden V 114.
 — Vegetation arktischer Gebiete und Bildung des III 69, 70.

- Sumpfflachmoor in den Tropen IV 190 (Abb.).
 — Querprofil IV 203 (Abb.).
 Sumpfgärung vgl. Wasserstoffgärung.
 Sumpfgas vgl. Methan.
 Sumpflöß V 107.
 Sumpfmoores in den Tropen IV 185, 190, 203 (Abb.), 206.
 — in gemäßigten Breiten VII 353.
 — Übergang in Sphagnummoore VII 354.
 Sumpfvvegetation, Kulturentwicklung und V 449, 450.
 — Landschaftsbild und V 235.
 — Moorbildung und VII 353.
 — tropische und subtropische IV 191—201.
 Sumpfwälder IV 187 (Abb.), 190 (Abb.), 212 (Abb.).
 — in der Karbonzeit IV 305.
 — tropische IV 191.
 Superphosphat IX 261.
 — Absorption der Phosphorsäure aus VIII 257.
 — Bodenabsorption und Zurückgehen der wasserlöslichen Phosphorsäure des VIII 261f.
 — Bodendurchlässigkeit und VIII 277, 278.
 — Bodenstruktur und VII 79; IX 266.
 — Fischproduktion und IX 308.
 — kapillare Steigkraft und VIII 309.
 — Kohlensäureproduktion und VIII 614.
 — Löslichkeit im Teichwasser IX 307.
 — physiologische Reaktion VIII 407, 408, 410; IX 266.
 — Verwendung in der Forstwirtschaft IX 453.
 — Wirkungswert IX 531.
 — zur Moordüngung V 303.
 — zur Teichbodendüngung IX 323.
 suspended water V 78.
 Suspension I 205.
 — Elektrolyte in ihrem Einfluß auf VII 102.
 — Gewinnung VII 89.
 — Methoden zur Bestimmung der Teilchengröße der VII 90f.
 Suspensionskolloide, Irreversibilität der Fällung der I 211.
 Suspensionskolloide, Verhalten der durch Frost ausgefallten I 217.
 Suspensoide I 205.
 Syenit als bodenbildendes Gestein IV 126, 127.
 — Böden des IV 53, 54.
 — Ton und Verwitterung des IV 109.
 — Zusammensetzung I 126; IV 55.
 Sylvin IX 231, 232.
 — Entstehungsmöglichkeiten bei der Salzlagerstättenbildung I 139.
 — in mineralogischer Hinsicht I 109.
 Sylvinit IX 231, 232.
 Symbiose der Leguminosen VII 288f.
 — von Bakterien mit tropischen Pflanzenblättern VII 294, 295.
 — zwischen aeroben Zellen zersetzenden und denitrifizierenden Bakterien VII 315.
 — zwischen Azotobacter und Algen VIII 645, 646.
 — zwischen Mikroorganismen und holzfressenden Insekten VII 320.
 — zwischen stickstoffbindenden Mikroorganismen und höheren Pflanzen VII 283 bis 295.
 — zyklische VII 295, 311.
 symbiotisch lebende, stickstoffbindende Mikroorganismen VII 283—295; IX 210.
 — Beeinflussung des Stickstoffhaushalts im Boden durch VIII 422, 433.
 — Bodenaustrocknung und VII 287.
 — Knöllchenbakterien als, vgl. Knöllchenbakterien.
 — Pflanzenproduktion und VIII 646.
 — Temperaturen und Wachstum der VII 287.
 — Wasserstoffionenkonzentration und VII 287.
 System der Böden nach RAMMANN III 18, 19; V 280, 281, 425.
 — nach VILENSKY III 25.
 Szikböden I 78; III 314f.; vgl. Alkaliböden, Salzböden, Sodaböden.
 — als Flottsande IV 181.
 — chemische Beschaffenheit III 325f.
 Szikböden, Digoerde zur Verbesserung der IX 92.
 — Einteilung III 325, 338, 339.
 — elektrische Leitfähigkeit zur Bestimmung des Salzgehalts der VIII 114.
 — Faktoren der Bildung der III 294, 295.
 — landwirtschaftliche Nutzungsfähigkeit III 336 bis 340.
 — Oberflächenwasser und III 311.
 — Pflanzen als Indikator für Kulturfähigkeit der VIII 82, 83.
 — Profil V 32, 43.
 — schematische Darstellung der Stoffwanderung im V 13.
 — Verbesserungsmaßnahmen III 337—340; VII 78; IX 92, 228.
 — Waldvegetation auf IX 373.
 Tafoni, Entstehung II 272.
 Taifun II 19.
 Taiga III 139.
 — Klimaentwicklung II 138.
 Talk, Ähnlichkeit mit Serpentinisierung II 155.
 — Olivinumwandlung in I 100.
 — Umbildung der Amphibole in I 99.
 — Umwandlung der Pyroxene in I 97.
 — Verwendung in der Farbstofftechnik X 206.
 Tannin vgl. Gerbstoffe.
 — hemmende Wirkung auf Nitrifikation VIII 429.
 — mikrobieller Abbau VII 326.
 Taryn III 42; vgl. Aufeis.
 Tau II 87.
 — Ammoniakgehalt als Maßstab für den der Luft VI 263, 264.
 — Bedeutung für Vegetation VI 215—220.
 — Bedeutung für Verwitterungsvorgänge in der Wüste III 442.
 — Bodenfeuchtigkeit und VI 218.
 — Einfluß auf Rindenbildung III 500, 501.
 — Fremd- VI 220.
 — maximale Mengen des VI 210, 211.

- Tau, relative Luftfeuchtigkeit und VI 218.
 — unterirdischer VI 341.
 Taupunkt II 22, 86; VI 202.
 Technik, Bedeutung des Bodens für X 65—258.
 — Kieselgur und X 134.
 — Krustenlaterit und V 445.
 — Lateritvorkommen in ihrer Bedeutung für IV 282.
 — Limnoquarzite und X 134.
 — Nitrate in ihrer Bedeutung für X 196—198.
 — Raseneisenerz und V 314.
 — Salinitätsböden und III 322.
 — See-Erz und X 133.
 — Tonböden und V 250.
 — Tonerdeanreicherungen zur Ausnutzung in der III 420.
 — Torfgas und X 126, 127.
 — Torfkohle und X 128.
 Technologie des Bodens vgl. die Bände VIII—X.
 — als Teilgebiet der Bodenlehre I 3, 5, 17.
 Teichböden vgl. Unterwasserböden.
 — Abdichtung der IX 301, 302.
 — Algen in IX 338, 339.
 — Bakterien in IX 330—337.
 — Bakterienimpfung der IX 325, 333.
 — Beurteilungsmomente IX 300.
 — Bodenmüdigkeit des IX 317.
 — Bonitierung des IX 343 bis 345.
 — chemische Eigenschaften IX 310, 318—329.
 — Denitrifikation in IX 300, 324, 334, 335.
 — Fäulnisbakterien in IX 333.
 — Fauna und IX 340—342.
 — Geeignetheit verschiedener Bodenarten zur Anlage der IX 302—306.
 — Kalkfaktor in seiner Bedeutung für IX 322.
 — Kalkstickstoffzersetzung in IX 334.
 — Luftkapazität der IX 317.
 — Methanbildung in IX 318, 334.
 — physikalische Eigenschaften IX 316—318.
 — Pilze in IX 337, 338.
 — Protozoen in IX 341.
 — Stickstoffgehalt IX 311.
 — Tiefkultur in IX 317.
 Teichböden, Verhinderung der Stickstoffbindung durch Humussäuren in IX 309, 338.
 — Wasserpflanzen und IX 314, 339, 340.
 Teichbodenabsorption IX 308.
 — Ammoniak und IX 314.
 — Nährstoffe und IX 301, 312, 313, 319.
 — Phosphorsäure und IX 308.
 Teichbodenmelioration IX 316—318, 348.
 — Feldbodenkultur und IX 300.
 Teichdüngung IX 304, 305, 318—329; X 133.
 — als Teilgebiet der Aquäkulturchemie IX 300.
 — Azotobacter und IX 319.
 — Impfung zur IX 325, 333.
 — in Hochmoorteichen IX 304.
 — stickstofflose IX 306, 325.
 — Unwirksamkeit des Salpeters zur IX 324.
 — Wirkung der IX 315 (Abb.).
 Teiche, Abdichtung der IX 301, 302.
 — Abwasser- IX 346, 347 (Abb.).
 — Spannungswasser der IX 305.
 — Bodenbiologie der IX 330 bis 343.
 — Ertrag in Abhängigkeit von Durchfluß oder Stagnation IX 342, 343, 348.
 — Müll zur Zuschüttung der X 253.
 — Sedimentbildung in IX 301—316.
 — Staufilterabflüsse und Reinigung in X 250.
 — Wirkung des Wiesenbodens als Gründüngung bei Anlage von IX 301.
 — Zulaufwasser der IX 305 bis 316.
 Teichpflug IX 316, 317.
 Teichschlamm V 119; IX 301, 346 (Abb.).
 — denitrifizierende Bakterien im IX 324.
 — Kaliabsorption im IX 301, 320.
 — Methanbildung im IX 318, 334.
 — Phosphorsäureabsorption durch IX 301.
 — Stickstoffreichtum im IX 301.
 Teichschlammkultur V 435.
 Teichwasser, Bakterien im IX 330—337.
 — Kalkung und Kalilöslichkeit im IX 314.
 — Löslichkeit verschiedener Phosphorsäuredüngemittel im IX 307.
 — Probeentnahme IX 307.
 Teichwirtschaft, Beziehungen zwischen Klima, Boden und IX 300.
 — Bodenbeurteilungsmomente in der IX 300.
 — Bodenreaktion und IX 321, 322.
 — Einfluß des fließenden, stagnierenden und versickernden Wassers in der IX 342, 343.
 — Raumfaktor in der IX 300.
 — Unterwasserpflanzen in ihrer Bedeutung für IX 340.
 — Untergrund in seiner Bedeutung für IX 302f.
 Tektite X 198, 199.
 tektonische Vorgänge, Allitumwandlung in Korund durch IV 246.
 — Gesteinszertrümmerung und II 190.
 — Siallitumwandlung in Allit durch IV 246.
 Temperatur vgl. Bodentemperatur.
 — Absorptionskoeffizienten von Gasen in Wasser in Abhängigkeit von VI 145.
 — als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 194.
 — als Klimagroßwert III 4.
 — als klimatisches Element II 2, 7—14, 66—84.
 — Benetzungswärme in Abhängigkeit von VI 81.
 — Bewaldung in ihrem Einfluß auf II 76f.; VI 345f.
 — Bodenabsorption und VIII 188.
 — Bodenkapillarität in Abhängigkeit von VI 114f.
 — der Blätter im Vergleich zur Luft- und Boden- VI 212.
 — der Luftschichten II 68f.
 — der Steppenregion III 280.
 — der verschiedenen Erdteile II 35—53.
 — Dissoziationskonstante des Wassers bei verschiedener I 201.
 — Einfluß auf Gele IV 244, 245.

- Temperatur, Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre in Abhängigkeit von VI 302f.
- Härte des Eises und I 261.
- Höhenlage in ihrem Einfluß auf II 12—14, 69, 70.
- horizontale Verteilung der II 11, 12.
- hydrolytische Azidität und VIII 364, 365.
- hygroskopische Schichtdicke und VI 191.
- Hygroskopizität in Abhängigkeit von VI 75, 76, 81, 336, 337.
- im Hochgebirge III 96, 97.
- im Polargebiet III 29—32.
- in Wüstengebieten III 443.
- Jahresgang der unteren Luftschicht II 9—14, 66, 67.
- Klimatypen und II 26, 27.
- Koagulationsvorgänge und VIII 284.
- Kohlendioxidgehalt der atmosphärischen Luft und VI 257.
- Luftfähigkeit und VI 161.
- Meer in seinem Einfluß auf II 12, 72f.
- Mikroorganismen und VII 260—262, 287, 362.
- Schneebedeckung und I 258; II 8; III 30, 31.
- Sickerwasserbewegung und VI 190, 191.
- Tagesgang der unteren Luftschicht II 9—14, 66, 67; VI 212.
- Verwitterung in Abhängigkeit von VI 242.
- Wasserdampfzähigkeit und VI 161.
- Wasserverdunstung aus dem Boden und VI 226 bis 229.
- Wasserzähigkeit und VI 161.
- Temperaturabnahme mit der Höhe vgl. II 12—14.
- Jahreszeiten und II 70, 73.
- Tageszeit und II 69.
- Temperaturgefälle, geographische Lage und II 82.
- Wärmeleitung und II 70.
- Temperaturleitfähigkeit I 173.
- Temperaturschwankung vgl. Klimaschwankungen.
- arktische Verwitterung und III 45f.
- Bedeutung für physikalische Verwitterung II 165f.; III 45f., 470.
- Temperaturschwankung, Einfluß der Bewölkung und Niederschläge auf VI 348.
- im Hochgebirge III 97.
- im Urwald V 267.
- in arktischen Gebieten III 50, 51.
- in Tropen III 365.
- in Wüstengebieten III 443; V 260.
- jährliche II 82—84.
- periodische VI 343.
- Regulation und II 176f.
- Schnee als Schutz gegen I 258; II 8; III 30, 31, 36, 47; V 34; VI 355f.
- tägliche VI 343.
- Vegetation als Schutz gegen III 41, 44, 48; vgl. II 76f.; VI 345f.
- Temperaturverwitterung II 163.
- durch Sonnenbestrahlung II 165—174.
- Staubbodenentstehung durch III 469, 470.
- Tiefe der II 173; IV 242.
- Tiefenverwitterung und II 173, 174.
- Termiten, Bodenverbesserung durch VII 425, 426.
- Einwirkung auf Boden VII 422—426.
- Erdbewegung durch VII 423, 424.
- Fruchtbarkeit der Hügel der VII 425.
- Gesteinslockerung durch VII 424, 425.
- Termitenroterde VII 426.
- terra di Siena X 206.
- terra ombre vgl. Umbra.
- terra rossa III 194—257; vgl. Roterde, Mediterranroterde.
- Allgemeines III 194—230.
- als äolische Bildung III 202.
- als Heilmittel X 77f.
- als kolloidveranlagtes Silikat III 243.
- als Laterittypus III 185.
- als Randbildungen III 194.
- als Reste tertiärer Tone III 202, 203. [III 196.
- als Siallitbildungen
- Alter der II 127; III 208, 212, 213, 249.
- Ammoniakadsorption VI 331, 332.
- Bauxit in genetischer Beziehung mit III 208, 213.
- Bildungsdauer III 211 bis 213.
- terra rossa, Bohnerze in genetischer Beziehung mit III 208, 244, 254.
- Charakteristik III 195.
- chemische Beschaffenheit III 233—257.
- Erhaltung im Karst IV 233.
- forstwirtschaftliche Nutzungsfähigkeit III 254, 255; IX 485.
- fossile Funde der II 107, 118, 127; III 208, 212, 213, 249.
- kolloidchemische Vorgänge bei Bildung der III 220f.
- landwirtschaftliche Nutzungsfähigkeit III 254, 255; IX 485.
- Laterit und III 196, 201.
- Lösungs- oder Rückstandstheorie und III 199f.
- Mineralsplitter zur Deutung der Bildungsweise der III 201, 202.
- physikalische Beschaffenheit III 230—233.
- Verbreitung III 196 bis 198; 233—236.
- Vergleich mit Rendzina III 227.
- weiße III 243.
- terra roxa vgl. Gelberde, Roterde.
- Tertiär, Bildungsbeginn der Roterde in III 212.
- Bodenbildung im IV 302, 303.
- Eindeckung der Kaolinite des IV 234.
- Kaolinbildung als regionale Verwitterungserscheinung des II 292f.
- Klima im II 93, 94.
- Laterite im IV 278 bis 283.
- Quarzite in Sanden des IV 294.
- terra rossa als Rest toniger Ablagerungen im III 202, 203.
- tropische Böden des IV 279 (Abb.).
- Testlösung, Charakterisierung VIII 335.
- nach CLARK und LUBS VIII 336.
- Tetanus in seinen Beziehungen zum Boden X 212, 213.
- Textur als verwitterungskundliches Beobachtungsmoment V 195.

- Textur, Bedeutung für Glazialerosion I 267.
 — Begriffsbestimmung der Boden- V 7—9.
 — der Mineralien und ihre Untersuchung VII 23.
 — der Schichtgesteine I 35.
 — in ihrer Bedeutung als Leitbahnen des Wassers II 175.
 — in Podsolböden III 123.
 — in Steppenschwarzerden III 259.
 Texturboden III 83; vgl. Polygonboden.
 Thermalquellen V 51.
 — Erdöl und V 64, 65.
 — Grundwasserspiegelschwankungen in ihrem Einfluß auf IV 58, 59.
 — Kieselsinter in V 108.
 — Wasser als Infiltrationswasser V 76.
 Thermen V 58, 60, 61.
 — Radioaktivität VI 393.
 thermische Ausdehnung, Einteilung der Kristalle nach I 184.
 — Gesteine I 183—188.
 — Mineralien I 183—188.
 thermische Diagenese V 65, 67.
 thermogene Bodentypen III 23—25.
 thermophile Mikroorganismen VII 261.
 — als Eiweißzersetzer VII 270.
 — als Methanvergärer VII 324.
 — bei Desulfurikation VII 329.
 — Temperatur und Wachstumsoptimum der VII 247.
 — Zelluloseabbau durch II 230; VII 316.
 Thioharnstoff und seine mikrobielle Umsetzung zu Schwefelsäure VII 328.
 Thionsäurebakterien VII 331.
 Thiosulfatbakterien VII 331.
 Thololyse V 101.
 — Begriffsbestimmung II 160; V 135.
 thololytische Diagenese V 66.
 Thomasmehl IX 261, 262.
 — Bodenlösung und IX 225.
 — Bodenstruktur und VII 79; IX 266.
 — Fischproduktion und IX 307.
 — Kalkung und Wirkung des IX 264, 273, 453.
 — Löslichkeit im Teichwasser IX 307.
 Thomasmehl, physiologische Reaktion VIII 408—410; IX 266.
 — Verwendung in der Forstwirtschaft IX 453.
 — Wirkungswert IX 531.
 — zur Teichbodendüngung IX 323, 324.
 — zur Moordüngung V 303.
 Thorium VI 381.
 — quantitative Bestimmung des Gehalts an VI 388 bis 391.
 — Vorkommen VI 385.
 Thüringen, Böden im Lößgebiet von V 365.
 — Bodenkarte von V 274, 422.
 — Bodentypenkarte von V 380, 381 (Abb.).
 — periglaziale Terrassenbildung in II 95.
 — Podsolprofile aus III 127.
 — Schwarzerdebildung von V 363.
 — veränderte Steppenschwarzerde in V 379.
 Tiefengesteine I 114f., 125f.
 — Böden der IV 51—55.
 — Zusammensetzung IV 55.
 Tiefenverwitterung vgl. Gesteinszerstörung.
 — Abhängigkeit von Frosttiefe II 178.
 — im Gegensatz zur Oberflächenverwitterung I 25; II 154, 161.
 — in der ägyptischen Wüste als Vorzeitbildung III 453.
 — Kaolin als Produkt der II 291.
 — Temperaturverwitterung und II 173, 174.
 Tiefenzersetzung, Humus-säure und II 159.
 — Kaolin als Produkt der II 291.
 Tiefkultur vgl. Bodenbearbeitung.
 — als forstliche Maßnahme IX 441.
 — Anpassung der Kulturpflanzen an IX 190.
 — bei der Dünenaufforstung IX 473.
 — Bodenarten und IX 190.
 — Bodenfeuchtigkeit und IX 187, 188.
 — Bodenprofiluntersuchungen zwecks Beurteilung der Wirkungsweise der IX 186, 187.
 — durch Pflug IX 186.
 — durch Untergrundlocke-rung IX 186.
 Tiefkultur, Moormelioration mittels V 303.
 — Niederschläge und IX 187, 188.
 — Ortsteinbildungen und IX 189, 462, 466, 467.
 — Pflanzenerträge bei IX 189, 190.
 — Pflugsohlen und IX 189.
 — Veränderung der Bodenprofile durch IX 191 (Abb.).
 — zur Teichbodenmelioration IX 317.
 Tiefseeboden und seine Beschaffenheit I 243.
 Tiere vgl. Bodenwühler, Huf-tritte.
 — als Gesteinszerstörer II 247; VII 421, 424, 425.
 — als Sedimentationsmaterial in Seen V 125f.
 — als Überträger von Krankheiten X 217—224.
 — Aufschließung des Bodens im Moorwalde und IX 478.
 — Bedeutung für die Paläoklimatologie II 98f.
 — Beeinflussung des Waldbestandes durch II 287, 294; V 286, 287; VII 435; IX 494. [V 198.
 — Bodenbeurteilung und
 — Bodenbewässerung zur Beseitigung pflanzen-schädlicher IX 44.
 — Bodenfeuchtigkeit und IX 3, 4.
 — Bodenreaktion und VIII 394.
 — Bodentypen und III 274f.; V 286, 287.
 — Dränstörung durch IX 34, 35.
 — Einfluß auf Zusammen-setzung der Steppenflora durch Weidegang III 272.
 — Frostboden als Fundstätte fossiler III 35, 36, 42, 44.
 — Gefäßversuch zur Prü-fung der Einwirkung auf Boden durch VIII 552.
 — Harnzusammensetzung verschiedener Haus-IX 211.
 — Hohlraumvolumenveränderung durch VI 30, 275, 276.
 — Humusbildung und VII 136, 366, 394 f.
 — Klima, Vegetation der Steppenschwarzerde und III 274f.
 — Kotzusammensetzung verschiedener Haus-IX 210.

- Tiere, Leben und Wirken der für den Boden wichtigen VII 381—437.
- Luftadsorption durch Boden und VI 316.
 - Luftkapazität der Böden und VI 281.
 - Marschbodenbildung und IV 167; IX 83f.
 - physikalisch-biologische Verwitterung und II 186 bis 190.
 - Salzpflanzen und V 440; VII 437.
 - Salzver kittung, Bodenbewegung und V 261.
 - Schutzmaßnahmen bei Gefäßversuchen gegen VIII 564.
 - Steppenschwarzerdebildung und III 258, 259, 274f., 287.
 - Umsetzungen im Teichboden und IX 340 bis 342; vgl. V 109f., 134 bis 137.
 - Unterstützung der Windwirkung auf Boden durch I 295, 296, 299; V 261.
 - Unterstützung der Verwitterungsvorgänge durch II 164, 263; vgl. VII 381.
 - Unterwasserböden und V 109f., 134—137; vgl. IX 340—342.
 - Waldstreuersetzung durch IX 392, 393.
 - Wiesenkalkbildung und IV 144.
 - Zerstörung der Rindenbildungen durch V 261.
 - zur Erkennung der Brauchbarkeit des Wassers zu Bewässerungszwecken IX 45.
- Tierlöcher III 274—277; VII 394 (Abb.), 398 (Abb.), 422 (Abb.), 434 (Abb.); vgl. Krotowinen.
- als Grundlage zur Bodenkartierung X 376.
 - als Leitbahnen für Pflanzenwurzeln III 277.
 - Größe der durch Maulwürfe hervorgerufenen III 276; VII 428 f.
 - in Schwarzerde III 259.
- Tierreich als Ursprungsmaterial des Bodens und Bodenbegriff I 2.
- Bedeutung für Verwitterung in der Wüste III 445.
 - Beteiligung bei physikalischer Verwitterung II 189.
- Tierreich, Mitbeteiligung an der Tschernosembildung III 258, 274f.
- Tiersubstanz als Material für die Bodenbildung I 166 bis 169; VII 116, 117.
- Anteilnahme an der Zusammensetzung der Torfarten IV 139.
 - Verwesung in Abhängigkeit von Temperatur VII 356.
 - zur Deutung fossiler Verwitterungsvorgänge IV 271.
- Tirs III 341.
- chemische Beschaffenheit III 347.
 - Vergleich mit black prairie III 347.
- Tischfelsen II 276, 286.
- Titan als ständiger Begleiter des Aluminiums im Boden VII 217.
- Bestimmung im Salzsäureauszug VIII 170.
 - chemische Bestimmung in der Bauschanalyse VII 217, 218.
- Titaneisen I 105.
- als Lateritmineral III 393.
 - Lateritisierung und III 396, 397.
 - Regurfarbe und III 342, 343.
- Titanoxyd, Anreicherung bei Podsolierung III 149, 151.
- Gehalt im Laterit III 392.
 - Verhalten bei der Lateritisierung III 396, 397.
- Titrationssazidität beim Humus VII 180.
- potentielle Azidität und VIII 353.
- Tjäle III 34; vgl. Bodenfrost, Frostboden.
- als Klimazeugen II 96.
 - Anzeichen für periglaziales Auftreten in Deutschland I 284.
 - Bodensortierung und Lage der III 89.
 - geologische Bedeutung des I 266.
 - klimatische Bedingungen für I 318.
 - Regelation und II 176f.
 - über interglazialen dänischen Mooren II 111.
- Ton I 76, 95, 137; vgl. Roh-ton, Kolloidton.
- Absorptionserscheinungen des I 45.
- Ton als Ausgangsmaterial der Töpferei bei Naturvölkern X 83f.
- als Ausgangsprodukt zur Herstellung künstlicher Steine X 187f.
 - als Baumaterial X 80f.
 - als Bodenfraktionsbezeichnung VI 1, 11, 27.
 - als Bodenkonstituent VII 5f., 55; VIII 8—10.
 - als Endprodukt der Silikatverwitterung IV 108.
 - als Ersatz für Seife X 205.
 - als eßbare Erde X 74f., 78.
 - als Heilmittel X 77f.
 - als wahre Säure VIII 218.
 - Ätzkalk und Plastizitätsveränderung des VIII 308.
 - Ausflockung des VIII 273f.
 - austauschfähige Bodenkörper und II 202.
 - Bedeutung im Erdbau X 143.
 - Bestimmung im Boden VII 97.
 - Beziehung zu Süßwasser-sedimenten V 106f.
 - Bodenmelioration durch I 45. [201.
 - Brennfarbe der X 86, 188,
 - Durchlässigkeitskonstante VI 173.
 - Einteilung auf Grund der Brennfarbe X 188, 201.
 - feuerfeste, vgl. feuerfeste Tone.
 - Flußmittel zum Brennen der X 189.
 - im Quartär und Tertiär IV 245.
 - in der Einteilung der Bodenkolloide VII 47.
 - in der Technik der Naturvölker X 79f.
 - Kaolin und VII 55.
 - keramische Verwendungsmöglichkeiten X 201.
 - Kolloidtongehalt des VII 57; VIII 275.
 - Magerungsmittel zum Brennen der X 189.
 - Natur des II 158.
 - praktische Einteilung der keramischen X 201.
 - Putz- und Poliermittel und Verwendung des X 205.
 - Quellung als Ursache der mechanischen Aufbereitung des II 190.
 - Quellungerscheinungen beim VII 74, 107.

- Ton, Radioaktivität VI 390.
 — Roh- vgl. Rohton.
 — saure Reaktion des II 204.
 — Schutzkolloidwirkung von Rohhumuslösungen auf I 213; VIII 287.
 — spezifisches Gewicht VI 43.
 — spezifische Oberfläche VI 173.
 — spezifischer Widerstand VI 379.
 — Trihydrallit-Konkretionen in IV 282, 283.
 — Ultramarinherstellung aus X 205.
 — Unterschied zu Kaolin II 156; VII 55.
 — Untersuchung auf Geeignetheit zur technischen Verwertung X 189.
 — Verlust der kolloiden Eigenschaften durch Temperaturerhöhung IV 244.
 — Verwendung in der Schönheitspflege X 67f.
 — Vorgänge beim Gefrieren des X 158.
 — Zusammensetzung des bei der Schlämmanalyse erhaltenen VII 6, 7.
- Tonbildung, Kaolinisierung im Gegensatz zu II 155; VII 55.
 — Mitwirkung der Bakterien bei II 249.
- Tonboden IV 107—109.
 — Basenverschiebung durch Meeresüberschwemmung im VIII 279, 280.
 — Beziehungen zum Staubboden III 274, 275.
 — Bildung durch vulkanische Tätigkeit V 250.
 — Bodendurchlüftung und VI 313; IX 112.
 — Bodenlockerung in Einfluß auf physikalische Bodeneigenschaften des IX 101f.
 — Brandkultur auf IX 117.
 — Einteilung hinsichtlich geologischer Herkunft IV 108, 109.
 — Geeignetheit zum Teichboden IX 305.
 — Größe der Bodenatmung im VII 381.
 — Hohlraumvolumen VI 29, 270f.
 — in der landwirtschaftlichen
 — Bodenklassifikation IV 7; VIII 21; X 4f.
 — Leitpflanzen des VIII 72.
- Tonboden, Luftkapazität VI 280, 281; IX 3, 146, 148.
 — Melioration I 42; IX 112.
 — Saugkraft VI 103.
 — spezifisches Gewicht VI 43.
 — Unfruchtbarkeit infolge hohen Tongehalts VIII 9.
 — Vergleich der physikalischen Bodeneigenschaften zwischen gepflügtem und gefrästem IX 146—148.
 — Verhärtungsgrad im Vergleich zu Steppenböden IX 127.
 — Verwendung in Technik und Gewerbe V 250; X 188, 201.
 — Warnung vor Anwendung der Jauche auf VIII 311.
 — Wasserführung des IX 112.
 — Zusammensetzung der Bodenluft in VI 300.
- Tondeuter VIII 50.
- Tonerde, Anreicherung im Laterit III 363, 388, 391, 404—410; IV 275—277.
 — Gehalt im Laterit III 392; IV 276.
 — Kaliabsorption und VIII 196.
 — kolloide vgl. Aluminiumhydrogel, Aluminiumhydrosol.
 — Phosphorsäureabsorption und VIII 196.
 — Podsolierung und III 185.
 — Rotlehm und III 404f.
 — salzsäurelöslicher Anteil zur Charakteristik der Roterden III 242.
 — saurer Charakter im absorbierenden Bodenkomplex VIII 162, 163.
 — Schwefelsäure in ihrer Bedeutung für Wanderung der III 427.
 — Schwefelsäure in ihrer lösenden Wirkung auf II 273f.
 — Schutzkolloidwirkung auf I 213; II 264, 265; III 156; VII 176, 360, 361.
 — Verhältnis zu Eisenoxyd in Ziegelerde X 188.
 — Wanderungsfähigkeit II 203; III 408, 409, 423, 431—435; V 42.
- Tonerdedoppelsilikate als Ursache des Basenaustausches VIII 185, 186.
 — geringe Austauschfähigkeit der VII 15.
- Tonerdekonkretionen im Savannengebiet III 374.
- Tonerdekonkretionen in fossilen Lateriten III 404.
 — in Tonen IV 282, 283.
 — unter entkalktem LÖB V 356.
- Tonerdekruste III 407.
 — im Savannengebiet III 436.
 — in der lateritischen Anreicherungszone III 406, 407.
 — technische Nutzung III 420.
- Tongesteine, Böden der IV 88—92.
 — Tonerdekonkretionen in IV 282, 283.
 — Verwitterung der IV 89f.
- Tongyttja V 108 (Abb.).
- Tonmergel IV 109; X 192.
 — Eigenschaften X 187.
 — zur Herstellung der hydraulischen Kalke X 192.
- Tonmulde IV 129, 146.
- Tonortstein V 46, 47.
 — freies Aluminiumhydroxyd in III 157.
- Tonpflanzen VIII 50.
- Tonröhrendrän IX 28 (Abb.), 30.
- Tonsäure VIII 218, 241.
 — als Entbasungsreste der austauschfähigen Bodenkörper VIII 321.
 — Wasserstoffionenkonzentration bei steigendem Gehalt an VIII 350.
- Tonschiefer als Kennzeichen älterer Formationen IV 245.
 — arktische Verwitterung des III 59, 60.
 — Böden des IV 89f.; V 277, 370.
 — Entstehung I 137; IV 89.
 — weinbauliche Nutzung der Böden des V 390, 391.
 — Zusammensetzung I 137.
- Tonstaubdünen I 293.
- Tonverwitterung II 223.
 — in den Tropen III 364.
 — in der Wüste III 449.
 — Lateritverwitterung und III 11.
 — Unterschied zwischen Lateritisierung und III 450.
 — Verwitterungssilikate nach VAN BEMMELEN als Kriterium für III 64.
- Tonwaren vgl. Keramik.
 — Glasuren der X 204.
 — Herstellung der X 203.
 — Humussäure zum Gießverfahren der X 128.
 — Kennzeichnung X 200.

- Tonwaren, Rohstoffe zur Herstellung der X 200, 201.
— Zusammensetzung X 203.
- Töpfe, Art der beim Gefäßversuch verwendeten VIII 526, 556, 557, 561.
— Ausfall der Gefäßversuchsergebnisse nach Größe der VIII 553.
— Humolla- X 124.
— Notwendigkeit des Umsetzens bei Gefäßversuchen VIII 564, 565.
— Sillimanit zur Herstellung von X 203, 204.
- Töpferei vgl. Keramik.
— bei den Naturvölkern X 83f.
— Beziehung zur Farbenherstellung bei Naturvölkern X 70.
- Töpferton, Eigenschaften X 187.
— Verarbeitung bei Naturvölkern X 83f.
- Torf vgl. Trockentorf.
— Absorption der Düngemittel durch VIII 227.
— als Ausgangsprodukt zur Gewinnung der Humusstoffe VII 150; X 128.
— als Bakteriendünger IX 223; X 125.
— als Baustoff X 124.
— als Brennstoff X 125f.; vgl. Brenntorf.
— als Düngemittel IX 451; X 122.
— als echtes Absatzgestein IV 227.
— Altersbestimmung II 139f.
— Angergräser als Zersetzer des IX 395.
— Arten des IV 128—134.
— Beziehungen zwischen Humusstoffen und Bildung des II 236f.
— Bildung des I 38, 44, 45, 57, 62, 67, 81, 141; IV 128 bis 134; X 96f.
— Einfluß auf Minerale und Gesteine II 264, 265.
— fossile Harze im IV 160.
— Größe der Wasseradsorption durch VI 216.
— Herabminderung der Wasserbindung im X 119, 120.
— Herstellung poröser Steine unter Zusatz von X 189.
— Humifizierungsgrad des IV 125—127; vgl. X 110.
— limnischer V 115; vgl. Dy.
- Torf, Luftadsorption durch VI 317, 318.
— Mobilisierung des Stickstoffs im VIII 429.
— physikalische Eigenschaften IV 124f.
— Probenahme II 142, 143; V 211—214.
— Salpeterbildung nach Kalkung und Impfung im IX 251.
— Saugkraft VI 103.
— Schwefelsäuregehalt I 57; II 272f.
— Schrumpfung und Zersetzungsgrad des X 110, 111.
— Schwerbenetzbarkeit VI 318.
— spezifisches Gewicht VI 43.
— tropischer I 45; III 364, 369, 370; IV 184—191, 202, 203, 216—220.
— Unterschied von Moder IV 157; X 98.
— Verdichtungsgrad durch Maschinenverarbeitung des X 111, 112.
— Vergleich zwischen heimischem und tropischem IV 216, 218—220.
— Vermoderung des IV 157.
— Verwendungsmöglichkeiten X 120—129.
— Wassergehalt in seinem Einfluß auf Ausbeute an X 106.
— zur Ledergerbung X 128.
— Zusammensetzung I 141; IV 134—152, 216—220.
- Torfarten IV 129f.; X 99 bis 103.
— Ausbeute bei der Gewinnung von Humussäuren aus verschiedenen VIII 152.
— chemische Zusammensetzung IV 134—141, 149 bis 156, 216f.; X 99—103.
— Heizwerte X 100—102.
— Moorbildung und IV 129f.
— nährstoffarme IV 130, 134, 139, 152, 153, 209.
— nährstoffärmste IV 130, 153—156.
— nährstoffreiche IV 129, 130, 134, 139, 143—152.
— Wassergehalt verschiedener X 104.
- Torfböden IV 148—156.
— als aklimatische Bodenbildung IV 3.
— als Unterwasserböden IV 142.
— äolische Beimengen und I 307; vgl. VII 336.
- Torfböden, chemische Zusammensetzung IV 134, 135, 138—140, 149—152, 216, 220.
— Durchlüftung und Kohlensäureproduktion in VIII 615.
— Einteilung tropischer IV 202, 203.
— Eisensulfid in II 272; IV 161.
— Fehlen der Regenwürmer in VII 392.
— Kaliaustausch der VIII 254.
— Landschaftsbild im Gebiete der V 252.
— Melioration der IV 157f.
— Moorböden und VII 414; VIII 23.
— Probeentnahme V 211 bis 214, 219.
— Schwerbenetzbarkeit der VI 318, 321, 322.
— tropische I 45; III 364, 369, 370; IV 184—224.
— Unterscheidung von Moorböden VII 414.
— Verdunstung aus VI 225.
- Torfgewinnung X 108—113.
Torfhumus als Kolloid X 97.
— Kennzeichnung X 97.
— Luftabschluß als Vorbedingung für Bildung des X 97, 98.
- torfige Bergböden III 110.
torfige Berggipfelböden III 108.
- Torfmehl vgl. Torfstreu.
Torfmassefutter X 123.
- Torfmoore, Analogien heimischer und tropischer IV 213, 215.
— Beziehungen zwischen Klima und tropischen IV 191, 207.
— hoher Kieselsäuregehalt als Charakteristikum tropischer IV 218, 220.
— Landschaftsbild und V 252.
— Sauerstoffgehalt VI 291.
— tropische III 364, 370; IV 186—191; V 266.
— Vivianit in V 418.
- Torfmoose, Einfluß auf Waldboden IX 396.
— in Hochmooren IV 155.
— Rohhumusbildung und IX 396, 398.
- Torfmulde IV 129, 152; V 115; vgl. Dy.
- Torfmulle vgl. Torfstreu.
— als Bodenverbesserungsmittel X 122, 123.

- TorfmuU, Eigenschaften X 123.
 — Isolationsfähigkeit des X 124.
 — Verwendung in der Hygiene X 122.
 — Wärmedurchlässigkeit X 124.
 — zur Fruchtekonservierung X 123, 124.
 Torfpflanzen VIII 50.
 Torfstreu als Düngemittel IX 223; X 122.
 — Ammoniakadsorption durch X 122.
 — Aufsaugungsvermögen X 103, 121.
 — Bedeutung der Stechmethoden für Herstellung der X 110.
 — Hygroskopizität X 103.
 — Konservierung der Jauche durch IX 218; X 122.
 — jüngerer Moostorf als IV 132; X 103.
 — Wassergehalt in seinem Einfluß auf Wärmeleitfähigkeit der X 121, 122.
 Torftrocknung X 113—120.
 Torfveredelung X 127.
 Torfvergasung X 126, 127.
 Torfverkohlung X 127, 128.
 Tornados I 290, 291, 297, 301; II 19, 36.
 Totboden V 6; IX 120.
 — Kompostdüngung zur Belebung des IX 222.
 — Pflanzenschädigungen durch Heraufholen des VIII 6.
 Toteggen V 35.
 — Luftadsorption als Ursache des VI 318.
 Totrieseln des Bodens IX 43.
 Trachyt als bodenbildendes Gestein I 126, 127.
 — als neovulkanisches Gestein IV 93.
 — Böden des IV 57, 58.
 — Zusammensetzung I 126; IV 57.
 Trachyttuff vgl. Puzzolanerde.
 Tragfähigkeit des Bodens
 — Faktoren bei der Bestimmung der X 164f.
 — Zusammenstellung der Beurteilungsmomente der X 178, 179.
 Transbaikalien, Bodenkartierung X 379, 380.
 Transgression I 244.
 Transmissionskoeffizient II 6.
 Transpiration in ihrer Bedeutung für waldbauliche Praxis IX 382—384.
 Transport als Teil der Denudation II 150.
 — durch fließendes Wasser I 230, 235—242, 280; III 475—477; V 236, 237, 245, 246.
 — durch Glazialerosion I 273f.
 — durch schwimmende Eischollen I 241.
 — durch schwimmende Pflanzen I 241.
 — durch Wind I 291f.; III 74f., 202, 266, 477, 478; V 261, 262.
 — Energiehaushalt des Wassers und I 233.
 transportierte Böden I 78; IV 2, 36, 37.
 Traß vgl. Trachyttuff.
 Traßbeton X 194.
 TRÉNELScher Apparat V 203 (Abb.); VIII 352.
 Trennungswiderstand der Böden und seine Ermittlung VI 32f.
 — verschiedener Bodenarten IX 127.
 Trias, aride Verwitterungsdecken im IV 295.
 — Böden der IV 97—102.
 — Fehlen der Lateritisierung im IV 283.
 — Klima und Bodenbildung im IV 202, 203.
 — rote Einlagerungen in Kalken der IV 274.
 Triebssand vgl. schwimmender Sand.
 — Beziehungen zwischen Wasserbewegung, Dränrohrweite und IX 33.
 — Dränschädigungen durch IX 34.
 — Flottsande als IV 181.
 Trihydrallit, Allitknollen als IV 279.
 — chemische Zusammensetzung IV 277, 278.
 — Entstehung III 408.
 — Laterit als IV 279.
 — Konkretionen im Ton als IV 283.
 Trinkwasser, Einfluß der Temperatur auf Absorptionskoeffizienten in seiner hygienischen Bedeutung für VI 145.
 — Gesundheitsschädigungen durch X 229—231.
 — giftige Stoffe im X 237, 238.
 Trinkwasser, Kalziumhärte des X 228.
 — künstliche Grundwassererzeugung zur Gewinnung von X 242—244.
 — Magnesiumhärte des X 228.
 — Salzgehalt X 230, 231.
 Trockenböden vgl. aride Böden.
 trockene Abtragung I 309 bis 320.
 trockene Verwitterung II 167f.
 Trockengebiete, Afrika II 36.
 — Amerika II 40.
 — Australien II 47.
 — Dryfarming in III 309.
 — Europa II 49.
 — Kulturentwicklung in V 440—444.
 — Landschaftsbild in V 265.
 Trockenheit liebende Pflanzen vgl. xerophile Pflanzen.
 Trockenrisse vgl. Bodenaustrocknung.
 — in Firki IV 195.
 — in Schwarzerden III 259, 261, 506.
 — in subtropischen Schwarzerden III 343, 344, 348.
 — polygonale III 487, 488.
 Trockenseen I 237.
 Trockentäler II 276.
 Trockentorf IX 389; vgl. Rohhumus.
 — Abbrennen des IX 436, 464.
 — Angergräser als Zersetzer des IX 395.
 — Bekämpfung des IX 398f.
 — Düngung und IX 399, 458.
 — Entstehung des I 77; IX 394.
 — Gebirgs- III 108.
 — Humussäurebildung durch unzersetzten IX 401.
 — Kalkung und IX 423, 449.
 — Kennzeichnung IV 131.
 — Schwefelsäuregehalt IX 401.
 — Standort in seinem Einfluß auf Bildung des IX 394.
 Trockenwirtschaft vgl. Dryfarming.
 Trocknung vgl. Bodenaustrocknung.
 — Absorptionsfähigkeit der Böden und VIII 230.
 — Abtötung aktiver Bodenprotozoen durch IX 284.
 — des Torfes X 113—120.

- Trocknung, Gefäßversuche und Pflanzen VIII 566, 567.
- Nitratstickstoffbestimmung und Zeitdauer der VIII 129.
- Stickstoffverluste bei der VIII 450.
- Volumverminderung verschiedener Bodenbestandteile durch VI 271.
- Tromben I 290, 296, 301; vgl. V 262 (Abb.).
- Tronaboden III 315; vgl. Sodaboden.
- Tropen vgl. Erde, Erdteile.
- Böden der III 183, 362 bis 436.
- chemische Verwitterung in III 362 f.; V 264.
- Einfluß der Tiere auf Bodenbildung in den I 77; VII 436, 437.
- Erdfluß in V 266, 268.
- Farbe der Böden der III 363, 364, 371, 372; V 233, 264.
- Fließerden in IV 180.
- Grünlandmoore in IV 185.
- Klimaverhältnisse in den II 35—40, 43—45, 47, 48; III 362, 363.
- Kulturentwicklung im Gebiete der V 440 f.
- Landschaftsbild und Bodenbildung in V 264—270.
- Regenwurmtätigkeit in VII 397—399.
- Schwarzwasser in I 236; III 370; IV 159, 185 f.
- Schutzkolloidwirkung der Humussole in III 433, 434.
- Sumpflvegetation und Böden der IV 191 f.
- Tiefe der Verwitterungszonen in II 224; III 364, 365, 425; V 240, 264.
- Verbreitung der Rindenbildung in III 491—495.
- Verteilung der Bodentypen in III 435, 436; IV 278 (Abb.).
- Zusammensetzung der atmosphärischen Luft in I 149.
- tropische Bleicherdebildungen III 369; IV 184 bis 224; V 264.
- Eisenkonkretionen in III 369.
- Feuchtigkeit und IV 222, 223.
- in Sümpfen IV 221.
- unter Moor IV 220, 224.
- unter Rohhumus III 371; IV 220 f.
- tropische Bleicherdebildungen unter Urwald IV 221 bis 224.
- Verbreitung IV 186—188, 220—222.
- tropische Böden III 341—505.
- Bodenreaktion III 380, 384; IV 188, 224.
- chemische Beschaffenheit III 378 f.
- fossile IV 275 f.
- Garebildung in IX 180.
- Gelgehalt III 367, 379.
- Grenzzahlen für das Stickstoffdüngedürfnis der VIII 442.
- Höhe der Quotienten *ki* und *ba* in IV 253.
- Nährstoffgehalt III 379, 380.
- Nitratgehalt VIII 437.
- Ortsteinbildung in IV 222 bis 224.
- Stickstoffgehalt im Humus der VIII 426.
- Stickstoffhaushalt der VIII 422.
- tertiäre IV 279 (Abb.).
- tropische Grauerden III 369.
- Eisenkonkretionen in III 244, 369.
- tropische Humusbildungen III 364, 369, 370; IV 128, 184—224.
- Bleicherdebildung unter IV 220—224.
- Kulturentwicklung und V 448.
- tropische Lehme vgl. Braunlehme, Rotlehme.
- Abhängigkeit vom Muttergestein III 382, 383.
- allitische, vgl. allitische Lehme.
- als gelreiche Böden III 367, 371, 380, 381.
- auf Kalk III 384.
- chemisch-mineralogische Kennzeichen III 377 bis 383.
- Einteilung III 385—387.
- Nährstoffgehalt III 379, 380.
- plastische III 367.
- Ribbildung III 367.
- siallitische, vgl. siallitische Lehme.
- tropische Moore III 364, 369; IV 128, 184—191; V 266.
- Beschreibung einzelner IV 203—209.
- Bleicherdebildung unter IV 202—220.
- Charakteristik IV 202 f.
- Einteilung IV 202, 203.
- tropische Moore, floristische Eigenschaften IV 209 bis 216.
- Geschichtliches I 45; IV 185 f.
- Ortsteinbildung unter IV 206, 207 (Abb.), 221 bis 224.
- Profil IV 206.
- subrezente IV 202, 203, 208.
- Vegetation und IV 187.
- Verbreitung III 370.
- tropische Ortsteinbildungen III 371; IV 189, 221 f.
- tropische Rohhumusbildungen III 364, 369—371, 435, 436; IV 220 f.
- Bleicherden unter III 369; IV 220 f.
- Bodenreaktion und IV 188, vgl. 224.
- Podsolbildungen unter III 435, 436.
- Schwarzwasser und IV 188 f., 207, 220.
- tropische Roterde III 363, 369; V 264.
- Abgrenzung gegenüber anderen Roterden III 196.
- Art der auf Kalken entstehenden IV 246.
- Bauxit als anchimeta-morph umgewandelte IV 287.
- Kulturentwicklung im Gebiete der V 446.
- tropischer Regenwald, Klima des II 35, 36, 38, 39, 43, 44, 47.
- Kulturentwicklung im V 452—454.
- Laterit als Boden des III 160.
- Verwitterungstiefe im V 264.
- Verwitterung und Klima im III 362, 363.
- tropische Sumpfböden
- IV 191 f.; V 264, 266.
- Humusgehalt IV 198.
- Kulturentwicklung und V 448.
- Urbarmachung IV 198.
- tropische Torfböden III 369; IV 184—191.
- als Bruchwaldtorf IV 130.
- Geschichtliches I 45; IV 185 f.
- Zusammensetzung IV 216 bis 220.
- tropische Wirbelstürme I 291.
- Tschechoslowakei, Bodenkartierung X 355—363.
- Tschernosem vgl. Schwarzerde, Steppenschwarzerde.

- Tschernosem als Klimazeuge II 97, 98, 126, 127.
 — austauschbare Basen im VIII 164.
 — Degradation unter Wald III 270f. [bis 287.
 — Entstehung III 258, 285
 — Flora und Fauna der Gebiete des III 270—277.
 — Haupttypen des russischen III 260, 261.
 — in Wüstensteppen III 262.
 — Profil V 20, 21, 38.
 — Saugkraft VI 103.
 — Vergleich mit Steppenböden III 302.
 — Verwandtschaft mit Regurböden III 341, 342.
 — Wasserlöslichkeit des Humus in III 516.
 — Wiesenböden in ihrem Übergang zu III 291.
 Tschernosemgebiete, Flora und Fauna der III 270 bis 277.
 — Klima der III 277—285.
 Tuffe I 113, 134, 303, 304.
 — als Ausgangsmaterial zur Mörtelherstellung X 192.
 — Anreicherung von Brauneisensteinen in verwitterten IV 279.
 — Böden der IV 92—94.
 — Landschaftsbild im Gebiete der V 241.
 Tularämie X 222.
 Tundra als Klimazeuge II 138.
 — Beziehungen zwischen Vegetation und Gefornis III 72.
 — Fauna und Flora als Klimazeugen II 98.
 — Kulturentwicklung in V 430, 431.
 — Verbreitung III 73, 74; vgl. V 430.
 — Verbreitung in der Vorzeit II 123.
 tundraähnliche Hochgebirgsböden III 108.
 Tundrenklima III 33.
 — Anzeichen vorzeitlichen II 96.
 — in den verschiedenen Erdteilen II 42—53.
 — in der KÖPPESchen Klimaklassifikation II 33.
 Tunis, Bodenkartierung X 417.
 — Gipsvorkommen im Boden in III 479.
 Turbulenz I 289, 298; II 8, 9.
 — des Wassers in ihrem Einfluß auf Sedimentation V 128.
 Turbulenz, Einfluß auf Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre VI 306.
 Turfböden, schwarze in Transvaal III 352.
 Türkei vgl. Anatolien, Kleinasien.
 — Bodenrißbildung in Schwarzerde der III 344 (Abb.).
 — physikalische Verwitterungserscheinungen in II 169 (Abb.).
 — polygonale Salzschlammrisse in Salzpflanzen von III 487 (Abb.).
 — Schwarzerdevorkommen in III 351.
 — Sumpfbildungen in IV 197.
 — Verkarstung der südlichen und westlichen Teile der IX 485.
 — Windverfrachtung des Bodens in V 262 (Abb.).
 — Zusammenfallen der alten Kulturzentren mit alluvialen Schwemmländern in V 437.
 Turkestan, Bodenkartierung X 371.
 — Grauerden in III 311.
 Tyndallphänomen I 208.
 Typhus in seiner Beziehung zum Boden X 211, 212.
 Tyrfopel V 115; vgl. Dy.
 Tweierde V 47.
 überflurgespanntes Wasser V 87.
 Übergangsböden V 83.
 Übergangsmoore VIII 25.
 — Baumarten auf IX 78.
 — Bodenreaktion und Assoziationen des VIII 87.
 — Erschließung der IX 78.
 — Pflanzennährstoffgehalt IV 139.
 — Pflug zum Umbruch der IX 62.
 — Vegetation und Bildung der IV 130.
 Übergangstorf IV 135.
 Übergangswaldturf, chemische Zusammensetzung IV 135, 153.
 — Kennzeichnung IV 130, 153.
 Überlagerung, Arten und Bedeutung der IV 234—237.
 — des Allits durch Kohle IV 278.
 — des lateritischen Siallits durch Braunkohle IV 280, 281.
 Überlagerung des Laterits durch Kohle IV 240, 284, 285.
 — von Humusböden durch vulkanisches Material IV 235.
 Überschwemmung, Beeinflussung des Landschaftsbildes durch V 234.
 — Beziehungen zu tropischen Humusbildungen IV 191f.
 — Bodendurchlüftung und VI 313.
 — Grundwasserbeschaffenheit unter dem Einfluß von X 241, 242.
 — Meeres-, vgl. Meeresüberschwemmungen.
 — physikalische Bodeneigenschaften und VII 53.
 — Regeneration des Kolloidgehalts der Oberböden durch V 34.
 Überschwemmungsfieber X 221, 222.
 Überstauung als Bewässerungssystem IX 46.
 — Nachteile gegenüber Stauberieselung IX 47.
 — Nährstoffverarmung bei IX 300.
 — zur Verbesserung der Alkaliböden IX 228.
 Uferfiltration X 240f.
 — Faktoren zur Beeinflussung der Leistungsfähigkeit X 241.
 Ufergyttja V 119.
 Ufersand, Verwendung als Mörtelsand X 135.
 — zur Bodenmelioration X 130.
 Ukraine, Bodenkartierung III 284; X 370, 375, 384, 385.
 — Bodentypen als Kennzeichen von Klimaschwankungen in IV 265.
 — Bodenzone III 282.
 — Tschernosemvorkommen in der III 263f., 281.
 — Waldtypenklassifikation von IX 417.
 Ultrafilter I 206.
 — Herstellung VII 87, 88.
 — Kalkung des Bodens und Filtriergeschwindigkeit durch VII 88.
 Ultrafiltration I 206.
 — Elektro-, vgl. Elektro-ultrafiltration.
 Ultramarin X 205.
 Ultramikronen I 205, 219.

- Ultramikronen als Koagulationskerne VII 66.
 Ultramikroskop, Koagulation und VII 102.
 — Messung der Wanderungsgeschwindigkeit der kolloiden Teilchen mittels VII 93.
 — Nachweis von Zustandsänderungen durch VII 102.
 — Spalt- VII 95.
 — zur Erkennung des Aufbaus der Sole und Flocken I 215, 216.
 — zur Erkennung des Zerteilungsgrades kolloider Lösungen I 207, 208.
 — zur Untersuchung der Gele I 219.
 Ultratron in der Nomenklatur der Korngrößen I 312.
 ultraviolette Strahlen, Bildung der Salpetersäure in der Atmosphäre und II 200.
 — Einfluß auf Verwitterung II 163.
 Umbra als Erdfarbe X 206.
 — zur Körperbemalung bei Naturvölkern X 69.
 umgelagerte Böden IV 43, 47.
 umgelagerte Diluvialsande IV 72.
 umkehrbare Reaktionen I 196, 197.
 Umlauf der Nährstoffe IX 353.
 — als Vorteil der Landwirtschaft gegenüber der Forstwirtschaft IX 361.
 — Hinderung durch Heidehumus IX 388.
 — im Walde IX 357 (Abb.).
 — Störung durch Streunutzung IX 433.
 Umsetzungsversuche als Maßstab mikrobieller Tätigkeit VII 249.
 — Durchführung VII 249.
 — in ihrer Bedeutung als Maßstab für den Mikroorganismengehalt VII 249, 250.
 — Kombination mit Verdünnungsverfahren VII 250, 251.
 Umtauschisotherme VII 62, 107; VIII 250.
 Unbenetzbarkeit vgl. Schwerbenetzbarkeit.
 Ungarn, Aufforstung der Flugsande von IX 474 (Abb.), 475 (Abb.), 476 (Abb.).
 Ungarn, Bodenkartierung X 363—367.
 — Bodentypen in III 252, 298, 299.
 — Einteilung der Alkaliböden von III 338, 339.
 — Klima II 49.
 Universalindikator von ARRHENIUS VIII 342.
 Unkräuter vgl. wildwachsende Pflanzen.
 — Analyse zur Bestimmung des Düngedürfnisses I 75; VIII 469.
 — basenliebende VIII 91.
 — Bildung bei Großschirmschlag IX 426.
 — Bodenbearbeitungsgeräte zur Beseitigung des IX 123.
 — Bodenbefestigung im Gebirge durch IX 494.
 — Bodenbonitierung nach X 10, 11.
 — Bodenreaktion und Häufigkeit der VIII 68, 91 bis 93, 395.
 — Ermittlung der Düngedürftigkeit durch Analyse der I 75; VIII 469.
 — Fräsarbeit zur Unterbringung der IX 144.
 — Kalkgehalt des Bodens in Beziehung zu VIII 89, 90.
 — Reisigdeckung zur Beseitigung der IX 431.
 — säureliebende VIII 91.
 — Schälarbeit zur Vernichtung der IX 171.
 — Wühlkultur und Bekämpfung der IX 184, 185.
 — zur Bodenbeurteilung VIII 30.
 — zur Feststellung der Nährstoffe des Bodens VIII 466.
 unreife tropische Böden, chemische Zusammensetzung III 376, 377.
 — Quotient *ba* in III 377.
 — Profil III 375.
 — Vergleich mit reifen Böden gemäßigten Klimas III 377; IV 251.
 Unterbau IX 464 (Abb.).
 — als forstliche Maßnahme IX 427, 428.
 — Bodenpflege durch IX 427, 428.
 — Durchforstung und IX 426.
 Unterboden V 6, 46, 47.
 untere Luftschicht, Jahresgang der Temperatur der II 9—14.
 untere Luftschicht, Klima in Mitteleuropa II 54—91.
 — Tagesgang der Temperatur der II 9—14.
 — Wärmeaustausch zwischen Boden und II 9, 68—81; VI 363—375.
 unterflurgespanntes Wasser V 87.
 Untergrund, Ackerkrume in Abhängigkeit von Beschaffenheit des VIII 7.
 — Alkaliböden auf undurchlässigem III 315.
 — als Beobachtungsmoment bei der Bodenbeurteilung I 56; V 190.
 — Bedeutung für regionale Limnologie V 163f.
 — Begriffsverschiedenheiten in bodenkundlicher und landwirtschaftlicher Hinsicht VIII 6.
 — Bodenbearbeitung und IX 120—122.
 — Bodenbonitierung und X 3, 24, 30, 31.
 — Erosion und I 266 bis 268.
 — Gefäßversuche und Berücksichtigung des VIII 553; IX 532—534.
 — Grundwasserabsätze und V 47.
 — Grundwasser im Flugsand und IX 470, 471.
 — Herabsetzung der Durchlüftung durch Herausbringen des IX 121.
 — in der Terminologie des Bodenprofils V 6; VIII 6.
 — MITSCHERLICH-Methode und Berücksichtigung des VIII 513; IX 532—534.
 — Moorbildung und I 59.
 — NEUBAUER-Methode und Berücksichtigung des VIII 498.
 — Schädigungen bei Moor- und Heideböden durch Herausholen des IX 65.
 — Standfestigkeit der Dammschüttungen in Abhängigkeit von X 156.
 — Teichwirtschaft und IX 302f.
 — Waldanflug auf Moorböden und IX 478.
 — WIESSMANN-Methode und Berücksichtigung des VIII 517.
 — Wurzel Ausbildung und Nährstoffentzug aus VIII 577.
 Untergrundberieselung X 251.

- Untergrundlockerung vgl. Tiefkultur.
 — Podsolierung und IX 189, 190.
 — Ziel der IX 189f.
 Untergrundpflug, Verwendung in der Forstwirtschaft IX 463.
 Untergrundwalze IX 160 (Abb.).
 Untergrundwasser V 81; vgl. Grundwasser.
 — Definition V 49.
 unterirdische Entwässerung vgl. Dränung.
 unterirdischer Tau VI 341; IX 241.
 unterirdische Seenentwässerung V 95.
 unterirdisches Wasser V 49.
 — Arten V 77f.; VI 66.
 — Erscheinungsformen des VI 67 (Abb.).
 — Schema der Zonengliederung des V 78.
 — Verseuchung X 235, 236.
 unterirdische Wasserläufe V 82, 93 (Abb.).
 Unterschmelzung und Pflanzenwachstum V 34.
 Unterwasserböden vgl. Teichboden.
 — als Ortsböden V 97, 98.
 — Begriffsbestimmung V 97 bis 102.
 — Bodenkraft der V 101.
 — Einteilung IV 143.
 — Eisensedimente in V 113 bis 115.
 — Jahreschichtung der V 130.
 — Jahreszeiten als Bildungsfaktor der V 132.
 — Kalksedimente in V 108 bis 113.
 — lakustrische V 97—189.
 — Landschaftsbild in Abhängigkeit von V 252.
 — Methoden der Erforschung der V 102—106.
 — Probenahme von V 104.
 — Schlammführung der Flüsse und Bildung der V 122—124; vgl. I 236.
 — Sedimentationsfaktoren der V 121—147.
 — Sedimentationsgeschwindigkeit der V 133.
 — Sedimentgruppen der V 106—121.
 — Torfböden als IV 142.
 — tropische und subtropische IV 191.
 — zonale Fazies der V 147 bis 153.
 Unterwassersedimente V 106 bis 121.
 — Bergbau auf X 133f.
 — technische Verwertbarkeit X 130—137.
 Urbarmachung I 59; vgl. Aufforstung.
 — limnischer Ödländereien X 129.
 — Müll zur IX 221; X 253.
 — tropischer Sumpfböden IV 198.
 — von Heiden und Mooren IX 59—81; vgl. IX 461 bis 468, 477—484.
 — von Ödland IX 59f.
 — von Urwald V 270, 449; IX 81—83; X 92.
 Urböden V 10, 33.
 ursprüngliche Böden IV 27, 28, 30.
 Ursprungsböden IV 112 bis 123.
 Ursprungsgestein vgl. Muttergestein.
 Ursteppen IV 304.
 Urwald IV 187 (Abb.), 223 (Abb.); V 266 (Abb.); X 91 (Abb.), 92 (Abb.).
 — als Bleicherdegebiet IV 221—224, 278.
 — auf Lateritböden V 445.
 — Bodenreaktion unter IV 188, 224.
 — Bodentypen unter III 436; IV 278.
 — Bohnerzbildung unter III 390.
 — Eisenkonkretionen im Boden unter III 374.
 — Eisenkrustenbildung unter III 390.
 — Fließerden im III 365; V 266.
 — guter Bodenzustand im IX 420.
 — Kaolinit unter IV 292.
 — Kulturentwicklung im Gebiete des X 90—94.
 — Niederschlagsmengen III 423; vgl. IV 222.
 — Podsolbildung unter III 409; IV 188, 221.
 — Produktionshöhe an organischer Substanz im IV 224.
 — Raubbau im Wirtschaftswalde gegenüber IX 360.
 — Rodung bei Naturvölkern X 91 (Abb.), 92 (Abb.).
 — Rohhumusbildungen unter III 364; IV 188.
 — Schwarzwasser im Gebiete des IV 189, 222; V 233.
 Urwald, Siallittersatz als Tiefenverwitterung unter IV 287.
 — Sickerwassermengen III 423.
 — Urbarmachung V 270; IX 81—83; X 92.
 — Vegetation in Einfluß auf Bodenbildung im V 267, 270.
 — Verwitterung im III 362, 363; IV 220f.
 Urwaldboden, Bodenreaktion, Rohhumus und Bleicherdebildung unter IV 188f., 224.
 — Brandkultur auf V 270, 449; IX 82; X 92.
 — Entwaldung und Fruchtbarkeit der V 270.
 — Humusgehalt IV 201, 224.
 — landwirtschaftliche Nutzung durch Naturvölker X 90—94; vgl. V 270.
 — Nährstoffverhältnisse des V 235.
 — Regenwurmtätigkeit im VII 397.
 Urwaldklima III 423.
 — in der KÖPPENSchen Klimaklassifikation II 32.
 — in den verschiedenen Erdteilen II 35—47.
 Urwästen IV 304.
 Usarböden III 315; vgl. Soda-böden.
 vadose Quellen V 59.
 vadoses Wasser V 49, 57, 77.
 — Rolle beim Aufdringen des Magmas aus tieferen Schichten V 52.
 vadose Wasserzirkulation V 85.
 Vaclusequellen V 92.
 Vegetation vgl. Pflanzen, Wald.
 — als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 197.
 — als Grundlage der pflanzenphysiologischen Bodenkunde I 21, 22, 82, 83; V 190; VIII 2f.
 — als Windschutz V 239, 240.
 — Ameisen und VII 419, 420.
 — Anteilnahme an arktischer Bodenbildung III 72—74.
 — Anteilnahme an Bildung der lateritischen Anreicherungszone III 434, 435.

- Vegetation, Anteilnahme an der Schwarzerdebildung III 286.
- auf Felsboden VII 336 bis 339.
- auf Sandböden VII 339 bis 347.
- Bleicherdebildung und V 252; VII 358—368.
- Bodenausbildung in Abhängigkeit von V 278, 279, 285, 286.
- Bodenbegriff und I 20 bis 22, 82, 83; V 190; VIII 2f.
- Bodenbezeichnung nach Art der V 285; VIII 84.
- Bodenklassifikation und III 15, 17.
- Boden, Klima und VII 354 bis 356.
- Bodenluft und VI 127, 278.
- Bodenreaktion unter dem Einfluß von VII 374—378.
- Bodenreaktion in Hochgebirgsböden und III 102.
- Degradation der Steppenschwarzerde unter Einfluß der III 504, 505.
- der Prärieböden III 287 bis 289.
- der Randgebirge des Oberrheintales V 397f.
- der südlichen und südöstlichen Randgebirgszone Deutschlands V 417f.
- der Tschernosemgebiete III 270—277.
- des oberen Rheintales V 383, 384.
- des süddeutschen Zentralgebietes V 404f.
- Einfluß auf Temperatur des Frostbodens III 41.
- Eisenkrustenbildung und III 390, 435.
- Fruchtbarkeit und ihre Erkennung auf Grund der VIII 49—106.
- Hohlformenbildung unter Einfluß der II 267f.
- Humusgehalt alpiner Böden und III 110.
- im Etesiengebiet V 257.
- in der altdiluvialen Landschaft Deutschlands V 334.
- in der Wüste III 444, 445; V 259; VII 345.
- in ihrer Einwirkung auf den Boden VII 336—381.
- Klimaklassifikation und II 28, 33, 39, 146, 147.
- Kulturentwicklung, Bodenbildung und V 430f.
- Vegetation, Lößbildung und IV 110.
- Marschbodenbildung und IV 167; VII 348f.
- Moorbildung und IV 128f., 202—216; V 251, 252; VII 352—354; IX 406.
- Nitrifikation in Abhängigkeit von VII 371.
- Ortsteinbildungen und V 251, 252; VII 360f.
- paläoklimatologische Forschungen und II 94f.; III 71, 72.
- Podsolboden und V 251, 252; VII 358—368; IX 404, 405.
- Regurboden und III 341, 343.
- Roterdebildung in Abhängigkeit von III 214f.
- Schlickbildung und I 254.
- Schwarzerdebildung und V 325.
- Steppeneinteilung nach III 271f.
- Strand- VII 339f.; IX 83f., 469.
- Strukturboden und III 84, 86, 90, 91; V 247.
- Sumpfb., vgl. Sumpfvegetation.
- Szikböden und III 336, 337.
- Temperatur arktischer Böden und III 46, 71.
- tropischer Moore IV 209 bis 216.
- Verlandung der Seen und V 139, 140; VII 352 bis 354; vgl. IV 209f. (Abb.).
- Verwitterung im Urwald in Abhängigkeit von V 267.
- Wasserführung der Sande in Abhängigkeit von VII 343.
- Wiesenalkalibildung und IV 143, 144.
- Wüstenbegriff und III 437, 438.
- Zerstörung durch Wind I 296, 297; V 239.
- zur Charakterisierung der Alkaliböden III 323.
- Vegetationsbodentypen, Bodenbezeichnung und V 285.
- in Deutschland V 425, 426.
- Vegetationsfaktor vgl. Wachstumsfaktoren.
- Vegetationsgefäße vgl. Töpfe.
- nach MITSCHERLICH IX 499 (Abb.), 500.
- Vegetationshallen, Anordnung VIII 563.
- Zweck VIII 563, 564.
- Vegetationskarte der Erde III Tafel II.
- Vergleich mit Bodentypenkarte III 160.
- Vegetationsversuch vgl. Gefäßversuch, Feldversuch, Wasserkultur.
- Arten der VIII 524, 525.
- auf Marschböden zwecks Klärung der Frage der Nährstoffabsorption IV 171.
- Düngungsversuch und VIII 524.
- Feldversuch und VIII 523, 524.
- Geschichtliches I 41; VIII 519, 520.
- Kennzeichnung VIII 523, 525.
- Konstanthaltung der Wachstumsfaktoren bei IX 498, 499.
- Vergleich der Feldversuchsmethode mit anderen VIII 582, 583; IX 532 bis 534.
- Vegetationszeit, Bodenbearbeitung während der IX 196—208.
- Wärmesummen für die Haupt- II 64.
- VEIBELSCHE Ableitungselektrode VIII 345.
- Ventildränung IX 49.
- Verdrängungsmethoden zur Gewinnung der Bodenlösung VIII 124f.
- Verdünnungsgesetz, OSTWALDSCHES I 198.
- Verdünnungsverfahren bei mikrobiologischen Untersuchungen, Durchführung VII 250, 251.
- Kombination mit Umsetzungsversuchen VII 250.
- Vergleich mit Plattenverfahren VII 252, 253.
- zur Feststellung der Protozoenzahl VII 385.
- Verdunstung II 20, 21; VI 207, 221—253.
- Absickerung des Senkewassers und IX 192.
- als Klimagroßwert III 4.
- als klimatischer Faktor II 89—91; III 4; VII 358.
- Ammoniak-, vgl. Ammoniakverdunstung.
- Benetzungswiderstand der Böden und VI 240.

- Verdunstung, Bestimmung im gewachsenen Boden VI 223, 247f.
- Bodenarten und VI 231, 232, 234; IX 106.
- Bodenbearbeitung und VI 232, 233, 248, 249, 251; IX 105, 138, 156, 163, 164, 170, 188, 195, 198, 201.
- Bodenbedeckung und VI 234—236, 249; VII 343; IX 168, 200, 201, 379, 431.
- Bodenfarbe und VI 66, 240.
- Bodenfeuchtigkeit und VI 237—240.
- Bodenlage und VI 241.
- Bodenlagerung und I 73; VI 224; IX 199.
- Bodenlockerung als Schutz vor IX 170.
- Bodenoberfläche und VI 232.
- Bodenstruktur und VI 233; IX 199.
- Bodentemperatur und VI 236, 237.
- Brache und VI 251.
- Düngung und VI 233, 234.
- Ermittlung der VI 223, 241—251.
- Faktoren der VI 223 bis 231.
- Größe auf der Erdoberfläche II 20; VI 222.
- Größe in verschiedenen Waldbeständen VI 251 bis 253.
- in Wüstengebieten III 442, 443; V 258.
- Korngröße und VI 231.
- Laub- und Moosdecke als Schutz vor IX 379.
- Luftfeuchtigkeit und VI 229, 230.
- Lufttemperatur und VI 227—229.
- Mikroorganismen und VI 236.
- Nebensalze der Kalidüngemittel und IX 242.
- NS-Quotient als Maßstab der III 9; VI 244; vgl. VII 357 (Abb.).
- Rohhumusdecke als Schutz vor VII 364.
- Salzgehalt des Meerwassers und VI 222.
- Sättigungsdefizit als Maßstab der III 9; VI 229, 244, 250; vgl. VII 357 (Abb.).
- Schutz des Waldes durch Reisigdeckung gegen IX 431.
- Verdunstung, Sonnenbestrahlung und VI 231.
- Tiefe der Bodenlockerung und IX 188.
- Vergleich zum Niederschlag in Deutschland II 90, 91; vgl. VI 251 bis 253; IX 41, 42, 105.
- Verhältnis zum Niederschlag VI 251—253; VII 356.
- Windstärke und II 89; VI 230.
- zonale Verteilung II 25, 26; vgl. IX 41.
- Verdunstungsmessung VI 241—253.
- Verdunstungspfannen vgl. Salzpflanzen.
- Vereinigte Staaten von Amerika, Alkaliböden in III 317—320.
- Allite in IV 282, 283.
- Ausbreitung der Pluvialzeit in II 116.
- black adobe in III 346, 347.
- Bodenkartierung X 391 bis 407.
- Bodenübersichtskarten X 400, 401.
- chronologische Vergleichstabelle der diluvialen Zeitabschnitte in II 119.
- Dryfarming auf den Prärieböden in V 443.
- Flora der Schwarzerdegebiete in III 273, 274.
- fossile aride Verwitterungsdecken in IV 294, 295, 300, 301.
- fossile Laterite in IV 282, 285.
- fossile Siallite in IV 288.
- Grundlagen der Kartierung in X 391.
- interglaziale Lehme aus IV 266, 267.
- Klima vgl. II 38—43.
- Laterit in III 422; IV 277, 282, 285.
- Prärieböden in III 293, 346.
- Regenfaktoren der Schwarzerdegebiete von III 350.
- Salzseen in V 188.
- Seetypen in V 157; vgl. V 164, 166, 167.
- Sonderkarten der Bodenverhältnisse der verschiedenen Staaten X 401f.
- Steppenschwarzerde in III 273.
- Vereinigte Staaten von Amerika, Terra rossa ähnliche Böden in III 198.
- tropische Moore in IV 189, 190 (Abb.).
- tropische Rohhumusanhäufungen in IV 189.
- tropische Sumpfböden in IV 196.
- tropische Torfe in III 370.
- Übersicht über Boden-klimabeziehungen von Europa und III 26.
- Verbreitung der diluvialen Inlandvereisung in II 109; vgl. II 132, 133.
- Verbreitung der Schwarzerde in III 279.
- Zusammenhang der Jahrestemperatur mit Quotienten k_i in III 422.
- Vergrusung IV 293f.
- als mechanische Auflockerung IV 292, 303.
- in geologisch älteren Zeiten IV 304.
- Verjüngung auf entwässertem Hochmoor durch Anflug IX 478.
- Behinderung durch niedere Bodendecke IX 440.
- Beziehungen zwischen Waldtypus und IX 112f.
- Kahlschlag auf Inlanddünen und IX 473.
- Maßnahmen zur Entfernung der Bodendecke zwecks IX 440f.
- Vorbedingungen der IX 439, 440.
- verkarstete Gebiete vgl. Karst.
- Aufforstung IX 484—493.
- Bodenarmut in IX 485.
- Holzarten der IX 488f.
- Nutzen der Wiederbewaldung der IX 493.
- Roterde als herrschende Bodenart der IX 485.
- Verkarstung, Almbetrieb und IX 495.
- durch Kahlschlag IX 419.
- Waldboden und IX 495.
- Verkieselung im Perm IV 298.
- im Zechstein IV 298.
- in ariden Verwitterungsgesteinen IV 292.
- Verkittung, Benennung der Ortsteinbildungen nach Stärke der V 46.
- des Wüstenschutts V 260, 261.
- Eisenschwarten und II 281f.
- Ortsteinbildung und VII 361.

- Verkittung, Pflugsohlenbildung als V 35.
 — Phosphate und II 287, 288.
 — Windwirkung und V 261.
 Verkittungsrinde V 260.
 — Windwirkung auf Boden und I 293, 294; V 261.
 — Zerstörung durch Tiere I 295; V 261.
 Verkrustung bei Podsolböden III 125.
 — durch Alkaliböden VIII 292.
 — Ursachen der VIII 314.
 — Verhütung bei Gefäßversuchen VIII 563.
 Verlandung der Seen V 182 (Abb.).
 — Art der Mudden und IV 129.
 — Deltazuwachs als Faktor der V 122f.
 — Moorbildung und VII 353.
 — Papyrus und IV 208, 209.
 — Schlammführung der Flüsse als Faktor der V 122f.; vgl. I 236, 241.
 — Torfbildung und IV 129f.
 — Vegetation und IV 209 (Abb.); V 139, 140; VII 352—254.
 — Wachstumsgeschwindigkeit der Seeböden als Faktor der V 133, 134.
 Verlandungsvorgänge bei Mangrovesumpfbildung IV 192; VII 352.
 — bei Marschbodenbildung VII 348f.
 — bei Moorbildung VII 352f.
 Vermoderung des Torfes IV 157, 158.
 Vermulung der Moorböden VIII 15.
 — als Hindernis für Pflanzenwachstum IX 64.
 — Bodenbearbeitung nach IX 8.
 — Ursachen VIII 15.
 Veroneser Erde X 206.
 verschleppte Böden V 2.
 verschwemmte Böden I 78; IV 27, 29, 30.
 Versickerung vgl. Sickerwasser.
 Versuchsringe VIII 571.
 vertikale Bodenzonen verschiedener Gebirge III 114 bis 118.
 Vertorfung IV 124.
 — Bestimmung des Grades der IV 125—127.
 — Torfböden und Grad der IV 125.
- Verwesung der Eiweißstoffe II 240.
 — organischer Stoffe in ihrem Einfluß auf Bodenausbildung III 3; vgl. IV 124—224.
 — Vorgang der X 232, 233.
 Verwesungsfällungskalk V 113.
 Verwitterung II 148—162; vgl. Bodenbildung, Oberflächenverwitterung, Tiefenverwitterung, Verwitterungsagenzien.
 — Abhängigkeit von klimatischen Faktoren III 1 bis 521; V 279, 281.
 — als geodynamischer Vorgang I 13, 14.
 — als komplexer Vorgang II 160.
 — Atmosphärien und I 54; II 148f.
 — Bedeutung der Hydrolyse für I 76.
 — Begriff und Wesen II 148 bis 162; IV 225.
 — biologische, vgl. biologische Verwitterung.
 — Bodenfarbe, Klima und X 390.
 — chemische, vgl. chemische Verwitterung.
 — chemische Lösungs- vgl. Lösungsverwitterung.
 — Denudation und II 149f.
 — eingedeichter Marschböden IV 167f.
 — Feuchtigkeitsschwankungen in ihrer Wirkung auf die III 47.
 — Frost- vgl. Frostverwitterung.
 — Gelbildung als Merkmal der II 150, 157, 158, 161; vgl. VII 56.
 — Gesteinslockerung als wesentliches Merkmal der II 150. [II 153.
 — Gesteinszersetzung und Großwerte der V 280.
 — Humusstoffe in ihrem Einfluß auf II 291, 297.
 — hydratische III 449, 453.
 — in Abhängigkeit vom geologischen Untergrund IV 1—123.
 — in der Wüste vgl. Wüste.
 — Intensität der II 118; vgl. II 224; III 364, 365, 425; V 240, 264.
 — Kleinformen der, vgl. Kleinformen.
 — Kohlensäurefestlegung bei der I 148; VI 255.
- Verwitterung, komplizierte I 76; II 193.
 — mechanische, vgl. mechanische Verwitterung.
 — Niederschläge in ihrer Bedeutung für I 150.
 — Pflanzennährstoffe und I 47, 61; VII 37.
 — physikalische, vgl. physikalische Verwitterung.
 — Rauchgase und II 223, 296.
 — säkulare, vgl. Tiefenverwitterung.
 — Salzlösungen in ihrem Einfluß auf II 212.
 — Spaltbarkeit der Mineralien und II 173.
 — Stoffwanderungen und V 12, 13.
 — subglaziale III 100.
 — Temperatur- vgl. Temperaturverwitterung.
 — Temperaturschwankungen in ihrer Einwirkung auf die II 165f.; III 45, 470.
 — Tiefgründigkeit der tropischen II 224; III 364, 365, 425; V 240, 264.
 — trockene, vgl. trockene Verwitterung.
 — tropische III 362f.
 — und Bodenbildung als synonyme Begriffe II 159.
 — Unterschied zur Halmyrolyse II 159.
 — Versuche über die Größe der II 180—184.
 — „von innen heraus“ I 70.
 — Zeitdauer der II 223.
 — zur Tertiärzeit II 293; vgl. IV 234, 287f.
 Verwitterungsagenzien, Bakterien I 80, 85, 86; II 249; VIII 654, 656.
 — bei der biologischen Verwitterung II 247—297; III 63.
 — bei der chemischen Verwitterung II 191—224; III 54—72.
 — bei der physikalischen Verwitterung II 163 bis 165; III 45—54.
 — bei der Schutzrindenbildung III 503, 504.
 — Kohlensäure I 54, 61; II 150, 192; III 62, 160, 428; VIII 654; vgl. VI 255.
 — kohlensäurehaltiges Wasser I 67; II 157, 195f.; III 428; VIII 192, 193.
 — nitrifizierende Bakterien als VIII 654.

- Verwitterungsagenzien,
Pflanzen I 55, 73, 80;
II 186—190, 247—297;
VII 336f., 354; VIII 2,
654.
— Salpetersäure II 200, 249;
VIII 654.
— salpetrige Säure II 192.
— Salze II 161, 185, 186,
192.
— Sauerstoff I 55; II 192,
198, 199; III 62.
— Schwefelsäure I 53;
II 199, 265, 272f.; III 504;
IV 221; VII 168;
VIII 650, 651.
— schweflige Säure II 192.
— vulkanische Gase V 250.
— Wasser I 54; II 150, 156,
163, 191f., 200f.; III 62,
428, 448.
— Wasserdampf der Geysire
V 250.
- Verwitterungsanalogien, An-
fangsstadien der chemi-
schen Verwitterung im
ariden und humiden Kli-
ma III 503.
— Polargebiet und Wüste
III 66, 67, 76; V 245.
— Quadersandstein und
Wüste II 276f.
— reife Böden des gemäßig-
ten Klimas und unreife
Böden des tropischen Kli-
mas III 377; IV 251.
- Verwitterungsböden I 78, 80;
IV 17, 18f., 36, 37; V 240.
— arktische III 45—96.
— Beziehungen zwischen
Klima und Bodenfarbe der
X 390.
— Eindeckung durch Ge-
steine IV 234—236.
— Einteilungsprinzip IV 17
bis 19, 28, 36, 37, 43; X 12.
— Erhaltungsumstände der
IV 233f.
— in der Wüste III 455 bis
460; V 262—264.
— Landschaftsbild und
V 229—236.
— marine Eindeckung der
IV 236, 237.
— tabellarische Übersicht
IV 112—123.
- Verwitterungsdecken, Bezie-
hungen zwischen Bewe-
gungen der Erdrinde und
IV 238.
— diluviale IV 256—267.
— Entstehungsschemata
IV 238, 239.
— fossile IV 225—305.
— vordiluviale IV 267f.
- Verwitterungsfracht vgl.
Fracht.
Verwitterungsgele vgl. Gele.
— Altern der IV 243.
— Eigenschaften IV 242, 243.
— Streßwirkung auf IV 245.
- Verwitterungsgesteine vgl.
Verwitterungsböden.
— Erhaltungsumstände der
fossilen IV 233f.
— Umwandlung der IV 242
bis 247.
— Unterscheidung von Sedi-
mentgesteinen IV 227.
- Verwitterungskomplex vgl.
adsorbierender Boden-
komplex.
— Aufbau VII 18.
— der braunen Steppenböden
III 301, 303.
— molekulare Beschaffen-
heit des VII 18; VIII 154
bis 163.
— Zerstörung durch Säure-
behandlung IV 250.
- Verwitterungslehre II 148 bis
162.
— als dynamischer Teil der
Bodenkunde I 15.
— als Geologie der Gegen-
wart I 15.
— auf klimatischer Grund-
lage V 279—281; vgl.
III 1—26.
— Begriffsbestimmung
II 148f.
— Beziehungen zur Boden-
kunde I 7.
— Grundzüge der allge-
meinen I 4, 7, 15; II 148
bis 162; vgl. die Bände
III, IV.
— Grundzüge der speziellen
I 4, 5; vgl. die Bände I—IV.
- Verwitterungslösung II 203.
— im bodenkundlichen Sinne
II 161.
— Wanderung im Buntsand-
stein II 275.
— Zusammensetzung II 287.
- Verwitterungsprodukt, Boden-
bildung.
— Rinden als III 490f.; vgl.
Rinden.
— Schutt als II 165; vgl.
Schutt.
— Veränderung mit zuneh-
menden geologischen Alter
IV 246.
- Verwitterungsprofil vgl. Boden-
profil.
- Verwitterungsrinden vgl.
Rindenbildung, Schutz-
rinden.
- Verwitterungsrinden als Be-
obachtungsmoment V 194.
— Charakteristik IV 226,
227.
— Schwierigkeit der Alters-
bestimmung gewisser
IV 240.
- Verwitterungsrückstand bei
der Lateritbildung III 393.
— Beschaffenheit im ark-
tischen Gebiet III 54.
— im bodenkundlichen Sinne
II 161, 203.
— Mineralien im II 162.
- Verwitterungsschutt II 165;
vgl. Schutt.
- Verwitterungssilikat A
VIII 150.
— Ähnlichkeit mit MULDER-
scher Zeolithformel VII 9.
— als Nährstoffträger VII 16,
17.
— arktischer Böden III 64.
— Basengehalt und Boden-
reaktion des VIII 318f.
— Bodenreaktion und
VIII 156, 157, 165, 215.
— Hygroskopizität und
VIII 157.
— zeolithartige Boden-
substanzen und VII 9.
— Zusammensetzung VII 17.
- Verwitterungssilikat B
VIII 150.
— arktischer Böden III 64.
— Bestimmung VIII 169;
vgl. IV 250, 251.
- Verwitterungsvorgänge als
Ursache fehlender fossiler
Böden IV 225.
— an ägyptischen Baudenk-
mälern II 172, 223.
— Bauschanalyse in ihrer
Bewertung des Studiums
der IV 248, 253; VIII 148,
149.
— Bedeutung der vulkani-
schen Laven für vorzeit-
liche IV 236.
— der Gesteine an Ort und
Stelle II 220.
— höhere Pflanzen in ihrem
Einfluß auf II 257—262.
— Mitteleuropa als Schau-
platz „normaler“ IV 55.
— niedere Pflanzen in ihrem
Einfluß auf II 247—257.
— Quotienten *K*, *B*, *ba* und
ki zur Erklärung der
IV 252f.
— Salzsäureauszug zur Be-
urteilung der IV 248 bis
250; VIII 149—151.
- Verwitterungszone I 24;
II 154.

- Verwitterungszone, Tiefe der tropischen II 224; III 364, 365, 425; V 240, 264.
- Vieleckboden vgl. Polygonboden.
- Viskosimeter I 208; VII 103 (Abb.).
- Viskosimetrie, Feststellung von Zustandsänderungen und VII 100.
- zur Bestimmung der Bodendispersitätsveränderungen VII 80.
- Viskosität als Maß für Hydratation VIII 383.
- Bestimmung der I 208.
- Definition VII 103.
- des Wassers in ihrem Einfluß auf Sedimentation V 128.
- Koagulation und VIII 291.
- kolloider Lösungen I 208.
- Veränderung durch Quellung VII 108.
- von Suspensionen verschieden gesättigter Tone VIII 384.
- zur Beurteilung von Dispersitätsänderungen VI 103.
- Vivianit IV 177; vgl. Eisenphosphat.
- als Farberde X 206.
- im Raseneisenstein IV 178.
- im tropischen Moor IV 220.
- in Gleiböden III 130.
- in Grundwasserböden V 300.
- in mineralogischer Hinsicht I 106.
- in Moorböden IV 160, 161; V 115, 337, 418; X 99.
- Unterwasserböden und V 115.
- zur Körperbemalung bei Naturvölkern X 70.
- Volumenausdehnungskoeffizient, Begriffsbestimmung I 183.
- verschiedener Kristalle I 184—188.
- Volumgewicht vgl. Bodenvolumen, Bestimmung im gewachsenen Boden VI 45f.
- Beziehungen zwischen Humifizierung und IV 126, 137.
- der Marschböden IV 166.
- der Moorböden VI 49, 50.
- Volumgewicht der Steppenschwarzerden III 270.
- Ermittlung des V 226, 227; VI 44f., 48—50.
- verschiedener Torfarten IV 137.
- Vorflut als Voraussetzung der Bodenentwässerung IX 5.
- Vorzeitklima, aride Verwitterungsdecken und IV 292f.
- arktische Bodenbildung und III 70—72.
- Bauxite und IV 285f.
- Böden und IV 304, 305.
- fossile Böden als Indikatoren des I 4; II 125 bis 127; IV 230, 258f., 293f., 302—305.
- fossile Siallite und IV 287f.
- Korallenbänke als Indikatoren für I 255; vgl. IV 272.
- Laterit und IV 275f.
- ostdeutsche Schwarzerde und V 324.
- Pollenanalyse zum Nachweis des II 139—147.
- Roterdebildungen und III 217; IV 267f.
- Schwankungen in jüngerer geologischer Zeit II 92—139.
- Strukturbodenbildung und III 94, 95; IV 258f.
- Wüstenböden und III 448; vgl. IV 292f.
- Vulkane als Schwefelwasserstofflieferant der Luft I 149.
- Aschenabsätze der V 241 (Abb.), 242 (Abb.).
- Beeinflussung der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft I 149, 150; VI 258, 266.
- Eindeckung der Böden durch Material der IV 235 bis 237; V 249, 266.
- Kohlendioxidgehalt der atmosphärischen Luft und VI 258.
- Kulturentwicklung im Gebiete der V 438, 446, 449f.
- Vulkangewässer, Beschaffenheit des Untergrundes der V 173, 174.
- vulkanische Aschen I 134.
- Algen als Pioniere auf VII 348.
- Dünenbildung durch I 299.
- vulkanische Aschen, Eindeckung der Böden durch I 308; IV 235; V 249, 266.
- Landschaftsbild im Gebiete abgesetzter V 241, 243, 244, 266.
- Menge nach Vulkanausbrüchen I 307.
- Roterdebildung und III 200—202.
- Verbesserung der Böden durch V 266.
- Verfrachtungsentfernungen I 300; III 202; V 266.
- Windverfrachtung der I 293; III 202; V 266.
- vulkanische Gase, atmosphärische Luft I 149, 150; VI 258, 266.
- der Fumarolen als Verwitterungsfaktor V 250.
- Radiumemanationsgehalt VI 395.
- Wabenstruktur** I 312; II 181f.; III 361.
- als Bodentextur V 9.
- als Wüstenbildungen II 276.
- Fehlen von Eisenanreicherung in II 284.
- im arktischen Gebiet III 50, 51.
- Inkrustationen der II 280f.
- Intensität der Bildung der II 224.
- Wachse als bodenbildende Pflanzenbestandteile I 152; VII 117.
- als bodenbildende Tierbestandteile I 167.
- Humusbildung aus VII 130.
- mikrobielle Zersetzung der VII 323.
- Schwerbenetzbarkeit der Böden und VI 240, 320.
- Wachstumsfaktoren VIII 506.
- äußere VIII 507, 508, 522; IX 497—499.
- Boden als IX 516f.
- bodenkundliche IX 498.
- Bodentiefe als IX 520.
- Bodenvolumen als IX 520.
- Erträge bei Steigerung zweier IX 508.
- innere VIII 508, 522; IX 497.
- klimatische IX 498.
- Nährstoff eines Düngemittels als IX 530.
- Pflanzenerträge in ihrer Abhängigkeit von IX 497.

- Wachstumsfaktoren, Pflanzenzahl als IX 516f.
 — Standardgröße als IX 516.
 — Waldvegetation und IX 371—373.
 — Wasser als VIII 500, 541 bis 544; IX 377, 522—529.
 — Wirkungsgesetz der VIII 505, 506, 574, 575; IX 503, 504.
 wahrscheinlicher Fehler „R“ beim Feldversuch VIII 598.
 wahrscheinliche Schwankung beim Gefäßversuch VIII 537.
 Wald, Abfluß in Abhängigkeit von II 89.
 — Armut des Karstes an VIII 486, 487.
 — Bodenbefestigung durch VII 342; IX 494, 495; vgl. V 259f.
 — Bodentypen und Verbreitung des III 144, 145.
 — Bonitierstypen IX 416.
 — Degradation der Schwarzerde unter III 271, 506, 507f.
 — Einfluß der Speisung der Quellen IX 381.
 — Einfluß auf täglichen Gang der Bodentemperatur VI 345.
 — Einteilung des russischen III 139, 140.
 — Entwässerung des IX 418.
 — Fehlen der Schwarzerde unter V 325.
 — Grundwassersenkung in seiner Einwirkung auf IX 419.
 — Grundwasserstand in seiner Bedeutung für Wasserversorgung des IX 418, 419.
 — Grundwasserhältnisse an der Grenze von Steppe und IX 384.
 — Grundsteuerreinertrag des V 273.
 — Hohlformenbildung und II 267f.
 — Landschaftsbild, Bodenbildung und V 250, 251, 257, 267.
 — Lößpodsolierung zu Grauerde unter V 347f.
 — Lufttemperatur in Abhängigkeit von II 76f.
 — Nährstoffaufschluß im Moorboden unter IX 478.
 — Niederschläge in Abhängigkeit von II 88.
 Wald, Ortstein in seinen Beziehungen zum IX 466.
 — Podsolierung und VII 323.
 — relative Feuchtigkeit in Abhängigkeit von II 86, 87.
 — Rendzinadegradation unter III 518, 519.
 — Sphagnumarten in ihrem Einfluß auf IV 131.
 — Stickstoffbedarf des IX 362.
 — Strahlungsschutz durch II 65, 67; VI 372.
 — Streu als unentbehrlicher Stickstoffdünger des IX 433.
 — Verdunstungshöhe im VI 252.
 — Waldstreu als natürlicher Dünger des IX 432.
 — Wärmeschwankungen im Strahlungsschutz des VI 372.
 — Wasserhaushalt des IX 376—385.
 — Wasserverbrauch des IX 382—385.
 — Weidegang in seinen Folgen für IX 487.
 waldbauliche Betriebsformen
 Brandwirtschaft als IX 436, 437; vgl. Brandkultur.
 — Dauerwald als IX 426.
 — Durchforstung als, vgl. Durchforstung.
 — Einfluß auf Waldboden IX 419—439.
 — Femelwald als, vgl. Plenterwald.
 — Großschirmschlag als IX 426.
 — Hackwaldbetrieb als IX 438.
 — Kahlschlag als, vgl. Kahlschlag.
 — Läuterungen als IX 426.
 — Lückenhiebe als IX 426.
 — Plenterwald als, vgl. Plenterwald.
 — Unterwald als IX 427, 428.
 — Waldfeldbau als, vgl. Waldfeldbau.
 Waldbäume vgl. Holzarten.
 — Ackersterbe der IX 429, 495, 496.
 — als Pioniervegetation auf Sandboden VII 346.
 — als Schwefelsäurelieferanten II 274; IX 401.
 — Beeinflussung des Grundwasserstandes durch IX 384, 385.
 Waldbäume, Bodenazidität und IX 410, 411.
 — Bodenentwicklung in Abhängigkeit von VII 358 bis 362.
 — Bodenreaktion und IX 405 bis 411.
 — Einfluß auf Ausbildung der Bodentypen V 286.
 — Einwirkung auf Boden IX 349f.
 — Grad der Gesteinszertrümmerung durch II 187.
 — Grundwasser in seiner Bedeutung für die Ernährung der IX 372, 376, 381, 382.
 — Kalkgehalt des Bodens und IX 350, 351.
 — Kieselsäuregehalt des Bodens und IX 351.
 — klimatische Verhältnisse der Moore und IX 479.
 — Kohlensäuregehalt der Bodenluft und IX 370.
 — Magnesiumgehalt des Bodens und IX 351, 352.
 — Mykorrhizen der verschiedenen VII 310; vgl. IX 366f.
 — Nährstoffbedarf der IX 357—361.
 — Nitrifikationsvermögen der Waldbäume in Abhängigkeit von VII 374.
 — Wachstumsfaktoren und IX 371—373.
 — Waldtypen und Dickenwachstum der VIII 104.
 — Wasserhaushalt des Bodens und IX 376—385.
 — Wuchsformen als Indikator für Kalkgehalt des Bodens VIII 64.
 Waldbestand vgl. Bestandesdichte.
 — Bodentemperaturschwankungen unter VI 345 bis 347, 352, 357—363.
 — Einfluß auf Windrichtung und Windgeschwindigkeit II 84, 85.
 — Einwirkung der Tiere auf III 287, 294; V 286; VII 435; IX 494.
 — Kohlensäureproduktion im Boden in Abhängigkeit von VI 292f.
 — Verdunstungswerte unter verschiedenen VI 251 bis 253.
 Waldböden vgl. IX 348—496.
 — als Ackerboden IX 438, 439.
 — Ammoniakbildung im VIII 628; IX 363.

- Waldböden, austauschbare Basen in VIII 164.
- Azotobacter im VIII 663, 664.
- Bakteriengehalt VII 260.
- Bearbeitung der, vgl. forstwirtschaftliche Bodenbearbeitung.
- Betriebsform in ihrem Einfluß auf IX 419 bis 439.
- Bewässerung des IX 417 bis 419.
- biologische Pflege der IX 428—431.
- Bleicherde-, vgl. Bleicherdewaldboden.
- Bodenazidität der VIII 402; IX 405—411, 413, 414.
- Bodenflora als Indikator für Fruchtbarkeitszustand der VIII 98—106.
- Bodenluft und VI 272; IX 385, 386.
- Bodenprofil V 395.
- Bodenreaktion III 152; VIII 402, 618, 619, 663; IX 405—411.
- Bodenreaktion in ihrer Wirkung auf Mikroorganismenaktivität im VIII 618, 619, 663.
- Bodenvegetation zur Bonitierung der VIII 99f.; IX 411—417.
- Bonitierung der IX 372; vgl. IX 411—417.
- braune III 169, 170; vgl. Braunerden.
- chemische Profilstudien an III 146—150.
- Durchforstung in ihrem Einfluß auf IX 426, 427.
- Durchlüftung und Kohlensäureproduktion der VIII 615.
- Entwässerung der IX 417 bis 419.
- Gasaustausch durch Diffusion VI 305, 314.
- Geeignetheit als Teichboden IX 304.
- Gliederung der organischen Bestandteile der VII 119.
- Größe der Bodenatmung im VII 381; VIII 606; IX 369, 370.
- Hohlraumvolumen VI 29, 272.
- Holzarten und Bakteriengehalt der VII 260; VIII 619; vgl. IX 390 bis 393.
- Waldböden, Jod im VIII 457.
- Kahlschlag in seinem Einfluß auf IX 419—426.
- Karstroterden als Illuvialhorizonte von III 228.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft in VI 287, 293.
- Kohlensäureproduktion in VIII 611; IX 369, 370.
- Leitpflanzen für den Humuszustand der VIII 100; vgl. IX 411—417.
- Mikroorganismenanzahl VII 253, 257, 260; VIII 619.
- Mineralgehalt III 6.
- Nitrifikationsvermögen VII 374; IX 363, 364.
- Ortstein in podsolierten V 319.
- Pflanzenabbauprodukte — in ihrem Einfluß auf IX 389f.
- physikalische Eigenschaften III 153—155; VI 272, 304, 345, 357; IX 376 bis 386.
- podsolige III 121, 164.
- Profile degradierter III 514, 515; V 364.
- Protozoenanzahl im VII 385.
- Roterden als *B*-Horizonte der III 138.
- Sauerstoffgehalt VI 291.
- Schädlichkeit mangelnder Durchlüftung in VI 313.
- Stickstoffbilanz des IX 361—368.
- Stickstoffmobilisierung in VIII 427, 428; IX 363f.
- Temperaturgang in VI 357.
- Terra rossa als Illuvialhorizonte von III 251.
- Vegetation und Ausbildung der V 278; vgl. IX 348—417.
- Verbreitung III 158 bis 160; V 335, 343, 364, 382, 395, 415, 429.
- Waldbodenpflanzen in Abhängigkeit von der Bodenreaktion der VIII 66; IX 413, 414.
- Wasserhaushalt der IX 376—385.
- Zellulosezersetzung durch Pilze in VII 319.
- Zusammensetzung III 6.
- Waldfeldbau als Raubbau IX 402.
- als Ursache der Bodenentartung IX 402.
- Waldfeldbau auf Gebirgsböden IX 495.
- Bonitätsklasse und IX 438.
- Kennzeichnung IX 437, 438.
- physikalische Bodeneigenschaften und IX 438.
- zur Aufforstung von Flugsandten IX 475.
- Waldgrubber IX 463.
- Waldhumus VII 119.
- als Düngemittel VIII 427; IX 451.
- Zinkabsorption durch VIII 200.
- Waldigel IX 463.
- Waldluft vgl. atmosphärische Luft, Bodenluft.
- Faktoren zur Beeinflussung der Zusammensetzung der IX 368, 369.
- Kohlensäuregehalt der VI 256, 257; IX 369.
- Waldmoore in den Tropen IV 188, 204, 212 (Abb.).
- in der Einteilung von PASSARGE IV 191.
- Waldpflug IX 463.
- Waldsteppe vgl. Steppe.
- degradierter Tschernosem der III 172.
- dunkelgrau podsolierter Lehm Boden der III 508, 510, 511.
- hellgrau podsolierter Lehm der III 511.
- Tiere als Klimazeugen für I 123.
- Waldstreu IX 431—435; vgl. Streu, Einstreu.
- als Auflagehumus der Bleicherdewaldböden III 124.
- auf Roterde III 219.
- Bodenausbildung in Abhängigkeit von V 278; IX 434.
- Charakter des Rohhumus in Abhängigkeit von VII 358.
- Einfluß auf Degradation der Böden III 506, 507; IX 404.
- Einwirkung auf Verdunstung VI 235.
- Gehalt an Pufferstoffen VII 360; IX 404.
- Kalkgehalt in Abhängigkeit von Holzarten IX 432.
- Kennzeichnung VII 119.
- Kleintierreichtum der VII 415.

- Waldstreu, Licht in seinem Einfluß auf IX 392.
 — Nutzung der IX 431 bis 435.
 — Phosphorsäuregehalt in Abhängigkeit von Holzarten IX 432.
 — Reaktion und Kalkgehalt der VII 358, 359.
 — Schwefelsäuregehalt II 274.
 — Umwandlung in Humusdünger IX 451.
 — Verarbeitung durch Aseln VII 415.
 — Zellbaustoffgehalt in VII 128.
- Waldtorf IV 131, 156; X 100, 101.
- Waldtypen III 140—144; VIII 103, 104; IX 411 bis 417.
 — Abhängigkeit vom Boden III 140f.
 — als Anhaltspunkt für Bodenkartierung X 262.
 — auf Dünen im Vergleich mit Alter der Bodenbildung und Bodentyp V 295, 296.
 — Bodenreaktion und VIII 105; IX 413, 414.
 — Dickenwachstum der Waldbäume und VIII 104.
 — Kalkgehalt der Waldböden und VIII 104.
 — Mobilisierung des Humusstickstoffs und VIII 105.
 — Pflanzenvereine als Grundlage für VIII 103 bis 105; IX 411—417.
 — Stickstoffgehalt der Böden und VIII 104.
- Waldtypenkartierung vgl. X 262.
 — Afrika III 145.
 — Dänemark X 278; vgl. III 143.
 — Deutschland III 144, 145.
 — Rußland X 380, 381.
 — Schweden X 351, 352.
- Waldweiher IX 304.
- WALEPOLESCHER Komparator VIII 338f.
- Walkerde, Kennzeichnung X 204.
 — technische Verwendbarkeit X 205.
- Walzarbeit, Bodendurchlüftung und VI 312; IX 161, 162.
 — Bodenfeuchtigkeit und IX 163.
 — Bodentemperatur und IX 164.
- Walzarbeit, Bodenverdichtung verschiedener Bodenarten durch IX 161, 162, 164.
 — Tiefenwirkung der IX 162.
 — Verdunstung und VI 224; 248; IX 163, 164.
 — Wasserkapazität und IX 161.
- Walze, Arten der IX 160 (Abb.).
 — Einfluß auf physikalische Bodenbeschaffenheit IX 160—165.
 — Wirkungsweise verschiedener IX 161, 162.
 — zur forstlichen Bodenbearbeitung IX 463.
 — zur Schollenertrümmerung IX 165.
- Walzegie IX 160 (Abb.), 165.
- Wanderböden, Eschböden als IV 182.
 — flyt-tegar als VI 321.
 — Landschaftsbild in Abhängigkeit von V 236 bis 238.
- Wanderdünen IX 471 (Abb.).
 — Befestigung der IX 469; vgl. VII 339—347.
 — in der Wüste V 261, 262, 440; vgl. VII 345, 346.
 — Kulturentwicklung und V 440.
 — Wandergeschwindigkeit der V 292.
- Wanderschutt vgl. Fließerden.
- Wannenbildungen II 266f.; IV 235.
- Warferde IX 75.
- Wärme vgl. Bodenwärme, Bodentemperatur.
 — Gehalt des Bodens an VI 372—375.
 — Verhalten des Bodens gegen VI 342—375.
- Wärmeaustausch zwischen Boden und Luft II 9, 68 bis 81; VI 363—375.
 — zwischen den verschiedenen Luftschichten II 70f.
 — zwischen festen Körpern und Flüssigkeiten oder Gasen I 173, 174.
 — zwischen Meeren und Kontinenten II 8, 9.
- Wärmekapazität der Böden VI 369—372.
 — Beziehungen zwischen Bodenzusammensetzung, Wassergehalt und VI 370.
 — Bodenoberfläche und IX 114.
- Wärmekapazität, Fräs- und Pflugarbeit und IX 148.
 — Senkwasserabsickerung und IX 192.
 — Wassergehalt des Bodens und IX 114, 115.
- Wärmekondensation VI 210.
- Wärmeleitfähigkeit, Bedeutung für Verwitterung III 445.
 — Begriffsbestimmung I 171.
 — Beziehungen zwischen Wassergehalt der Böden und I 179; VI 370, 371.
 — des Bodens in Beeinflussung durch Bodenbearbeitung IX 164, 203, 204.
 — Druck und I 182.
 — Einteilung der Kristalle nach I 175, 176.
 — Schnee V 34, 35.
 — Steine V 35.
 — verschiedener Bodenarten I 179, 180; V 34; VI 208, 354, 370.
 — verschiedener Gesteine I 179, 180. [I 183.
 — verschiedener Kristalle
 — Wärmeleitzahl für Boden zur Kennzeichnung der VI 365.
 — Wassergehalt der Torfstreu in seinem Einfluß auf ihre X 121, 122.
- Wärmeleitung vgl. Bodenwärme.
 — absolute Methoden zur Bestimmung der I 180, 181.
 — allgemeine Differentialgleichung der I 172.
 — Bestimmung in Bodenarten I 179.
 — Bodentemperatur und II 7, 8.
 — Definition I 170.
 — der Luft II 70f.; VI 208.
 — in Mineralien und Gesteinen I 170—183; II 167, 173.
 — Schneedecke des Bodens und V 34, 35.
 — Steinbedeckung des Bodens und V 35.
 — Theorie der VI 364—369.
- Wärmemengen vgl. II 54—86.
 — Messungsergebnisse bei Böden II 8; VI 372—375.
 — solare II 7.
- Wärmeverwitterung II 184, 185.
- Warre II 96.
- Wasser vgl. Moorwasser, Schwarzwasser, Meerwasser, Flußwasser, Bodenwasser.

- Wasser, Abhängigkeit der Zusammensetzung vom Ursprungsgestein II 213.
- Absorptionskoeffizienten von Gasen im VI 145.
 - als Bestandteil des obersten Teils der Erdkruste V 47—97.
 - als flüssige Phase im Boden I 225; vgl. Bodenwasser, Bodenfeuchtigkeit.
 - als kennzeichnender Lateritbestandteil III 392.
 - als Vegetationsfaktor VIII 183, 500, 534, 535, 541, 547, 548; IX 43, 377, 522—529.
 - als Verwitterungsagens I 54; II 150, 156, 163, 191f., 200f.; III 62, 428, 448.
 - Arten V 49f., 61, 62, 68, 70f.; VI 66, 90f., 119f., 142f., 178f.
 - Beteiligung an der Sedimentgesteinsbildung I 136, 137.
 - Bewässerung und Zusammensetzung des IX 44, 45.
 - Dissoziation I 201; II 201.
 - fließendes, vgl. fließendes Wasser.
 - Gefrieren des I 188, 189; vgl. Spaltenfrost.
 - Härte des X 228—230.
 - im Kreislauf der Stoffe VIII 601.
 - in seiner Bedeutung für die Pflanzenernährung IX 97, 98.
 - Kapillaritätskonstante des VI 92.
 - Kompressionskoeffizient des VI 80.
 - lösende Wirkung auf Gesteine II 213f.
 - Massenbewegungen und I 317; III 475—477.
 - Metamorphose und II 156f.
 - Mitwirkung bei physikalischer Verwitterung II 163; III 446.
 - Oberflächenspannung des VI 80.
 - Pflanzenschädigung durch stagnierendes IX 528.
 - Radioaktivität des VI 380 bis 397.
 - Regelung der Versorgung des Bodens mit, vgl. IX 2—59.
 - Selbstreinigung durch Wasserpflanzen IX 316.
- Wasser, Stoffwanderungen in ihrer Abhängigkeit vom Elektrolytgehalt des V 11, 12.
- Verhalten des Bodens zum VI 66—220.
 - Wärmeausstrahlung VI 209.
 - Wirkungswert in pflanzenphysiologischer Hinsicht IX 525f.
 - Zähigkeit des VI 161.
 - Zusammensetzung von Gruben- V 63.
 - Zustandsdiagramm Eis und I 188.
- Wasseraderquerdrängung IX 26.
- Wasserauszüge als Maßstab der Bodenfruchtbarkeit VIII 107.
- bei braunen Steppenlehmen III 308.
 - bei Grauerden III 312.
 - bei kastanienfarbigen Böden III 302.
 - bei Podsolböden III 152.
 - bei Solontschakböden III 321.
 - bei Steppenbleicherden III 312.
 - bei Steppenschwarzerden III 267.
 - Beurteilung der Salzböden nach VIII 110, 111.
 - Bewertung der Ergebnisse bezüglich Ermittlung des Düngedürfnisses VIII 128.
 - Chloridbestimmung im VII 231, 232; VIII 129, 130.
 - nach vorheriger Behandlung des Bodens VIII 119 bis 124.
 - Nitratabsorption und VIII 437, 441.
 - Nitratstickstoffbestimmung im Boden durch VIII 129, 441, 442.
 - ohne vorherige Behandlung des Bodens VIII 106 bis 119.
 - zur Bestimmung der Nährstoffe I 49, 59, 69; VIII 106—124.
 - zur Ermittlung der Phosphorsäurebedürftigkeit VIII 109—112.
- Wasserbau, Böden und X 157f.
- in seinen Beziehungen zum Problem des Transportes und der Akkumulation I 239.
- Wasserbedarf der Pflanzen IX 105.
- als Grundlage der Bodenklassifikation X 28.
 - Bewässerung und IX 40, 41.
 - der Holzarten IX 383.
 - der Waldbodenvegetation IX 383, 384.
 - in verschiedenen Vegetationsmonaten IX 58 (Tabelle).
 - Niederschläge und IX 7, 105.
 - Wassergehalt des Stoppelbodens und IX 167.
- Wasserbewegung im Boden
- Dränrohrweite und IX 33.
 - Entwässerung des Waldes in ihrer Beziehung zum Grundwasser und IX 418, 419.
 - forstliche Bodenbearbeitung und IX 463.
 - forstwirtschaftliche Maßnahmen und IX 379—381.
 - in ariden Böden V 12.
 - in humiden Böden V 12.
- Wasserdampf VI 198—220.
- Aufnahme aus Luft durch terrestrische Algen VII 335.
 - der Geysire als Verwitterungsfaktor V 250.
 - Entbindung aus dem Magma V 50.
 - Gesetze der Bewegung des VI 202f.
 - Grundwasserbildung und V 73.
 - in Böden VI 302.
 - in der atmosphärischen Luft I 147; II 20—26; VI 260.
 - Kondensation des II 21 bis 26; VI 268.
 - starke Adsorbierbarkeit des I 225.
 - Torfstreu und Adsorption des X 103.
 - Verdunstung und II 20, 21; vgl. Verdunstung.
 - vulkanische Tätigkeit und V 53, 250.
 - Zähigkeit VI 161.
- Wasserdampfströmungen im Boden V 72—74; vgl. Dampfströmungen.
- Faktoren zur Beeinflussung der VI 203.
 - verschiedener Bodenarten VI 206.
- Wasserdurchlässigkeit, Absenkungskurven von Brunnen und VI 149, 150.

- Wasserdurchlässigkeit, Auswahl der Böden zur Teichwirtschaft und IX 302f.
- Bedeutung in pflanzenphysiologischer Hinsicht IX 529.
- Bestimmung IX 182; vgl. Lysimeterversuche.
- Bestimmung im gewachsenen Boden V 225; VI 46.
- Bodenbearbeitung und IX 198.
- Elektrolytgehalt des Bodenwassers und VI 192, 193.
- in ihrer Bedeutung für die Bautechnik X 154, 157, 163, 165, 174.
- Kahlschlag und IX 424.
- Kalkung und VIII 308, 379.
- Korngröße, Strangentfernung und IX 23.
- Landschaftsbild in Abhängigkeit von V 234, 235, 242, 243, 258.
- Podsolbodenprofil III 153—155.
- Regenwürmer und VII 401.
- Salze in Wirkung auf VI 161; VII 70; VIII 271; IX 226.
- Steppenbraunerden III 309.
- Steppenschwarzerdeprofil III 269.
- Sulfatbehandlung der Alkaliböden zwecks Erhöhung der VI 164.
- Trogmethode zur Bestimmung der VI 148, 149.
- Waldbodenprofil III 153 bis 155.
- Zusammendrückbarkeit des Bodens in Abhängigkeit von X 165.
- Wasserführung des Bodens, Bedeutung für Bodenbonitierung X 30, 31, 34, 36.
- bei verschiedener Dispersion VII 46.
- Beziehungen zwischen Durchlüftung, Porenvolumen und VI 312.
- Bodenbearbeitung und IX 105—107.
- Bodenstruktur, Pflanzenertrag und IX 180.
- des Untergrundes in Abhängigkeit von der Bearbeitung IX 107, 108.
- Düngesalze in ihrem Einfluß auf IX 226.
- Wasserführung des Bodens, forstlicher Unterbau und IX 427.
- Kahlschlag und IX 423, 424.
- „kalter“ Böden VIII 15.
- Ortsteinbildung und III 158; VII 361, 364.
- Reisigdeckung und IX 431.
- Streunutzung und IX 435.
- Tiefkultur und IX 187f.
- Wasserkapazität und IX 98.
- Wassergehalt des Bodens VI 126—142; vgl. Bodenfeuchtigkeit.
- Bakterienanzahl und VII 262.
- Bestimmung im gewachsenen Boden VI 127, 128.
- Beziehungen zwischen Wärmekapazität, Bodenzusammensetzung und VI 370.
- Definition VI 126.
- Einfluß auf Durchlüftung des Bodens VI 307, 310.
- graphische Darstellung im Bodenprofil VI 128.
- Ionenhydratation und VII 77.
- Leitpflanzen des VIII 76.
- Regenwürmer und VII 396, 397.
- Verdunstung und VI 225, 238—240.
- Wasserkapazität VI 126 bis 142.
- Absaugmethode zur Bestimmung der VI 137 bis 141.
- absolute, vgl. absolute Wasserkapazität.
- Badob III 348.
- Bedeutung in pflanzenphysiologischer Hinsicht IX 529; vgl. VIII 543.
- bei verschiedener Dispersion VII 46.
- Bestimmung im gewachsenen Boden I 75; V 222f.; VI 46, 128, 129.
- Bodenbeurteilung nach I 56; VI 126.
- Bodenfeuchtigkeit und VI 131, 132.
- Bodenlockerung auf Sandböden und IX 178, 179.
- Bodenstruktur und VII 78; IX 100, 124.
- Bodenwärme und I 71.
- Definition VI 126.
- Denitrifikation und VIII 640, 641.
- Wasserkapazität der Sandböden IV 71.
- Einzelkonstruktur und VII 72.
- graphische Darstellung des Bodenvolumens, der Luftkapazität und VI 281.
- Haftwasser und VI 131.
- Herstellung der Drängräben und IX 18.
- Humus in Einfluß auf IX 378.
- intermittierende Bodenfilterung und X 249.
- Kalkung und VIII 308, 309.
- Krümelung, Durchlüftung und VI 312.
- Laboratoriumsbestimmungen der VI 129—142.
- Luftkapazität in verschiedenen Böden und IX 101.
- Marschböden IV 166.
- maximale, vgl. maximale Wasserkapazität.
- Mikroorganismenanzahl und VII 259.
- Regenwürmer und VII 402, 404.
- Podsolprofil III 153 bis 155.
- spezifische Oberfläche und VI 140, 141.
- Steppenschwarzerdeprofil III 269.
- Streunutzung in Einfluß auf IX 379.
- Verdunstungsgröße und VI 238, 239.
- von gefrästem und gepflügtem Boden IX 147.
- Waldbodenprofil III 153 bis 155.
- Walzarbeit und IX 161.
- Wassergabe bei Gefäßversuchen in Prozenten der VIII 562; IX 502.
- Wasserführung des Bodens und IX 98.
- zur Bestimmung von Bodendispersitätsänderungen VII 104.
- zur Beurteilung der Bodenbearbeitungsmöglichkeit IX 130.
- Wasserkies vgl. Markasit.
- Wasserkultur als Form des Gefäßversuches VIII 519, 527.
- Bedeutung in pflanzenphysiologischer Hinsicht I 66.
- Bestimmung der Schädlichkeitsgrenze von Pflanzengiften durch VIII 458.

- Wasserkultur, Einfluß des Sauerstoffs auf VI 278, 279.
- Ungeeignetheit zum Studium der physiologischen Reaktion IX 240.
- zur Klärung der Frage nach der Ursache der Kalkstetigkeit VIII 64.
- wasserlösliche Nährstoffe vgl. Pflanzennährstoffe, Nährstoffgehalt.
- Basen in ihrem Einfluß auf Löslichkeit des Kalis VIII 251.
- Bestimmung VIII 106 bis 130.
- Bestimmung durch Gewinnung der Bodenlösung VIII 124—130.
- Dämpfen des Bodens und VIII 119, 120.
- elektrische Leitfähigkeit zur Bestimmung der VIII 112—115.
- Gefrierpunktserniedrigung zur Bestimmung der VIII 116, 117.
- osmotischer Druck zur Bestimmung der VIII 115 bis 117.
- wasserlöslicher Humus (Analysen) im Eisenpodsol III 169.
- im Humuspodsol III 169.
- im Tschernosem III 169, 516.
- in Braunerde III 169.
- in Grauerde III 312.
- in Podsolböden III 516.
- wasserlösliche Salze in Alkaliböden III 317—322.
- in arktischen Ausblühungen III 59.
- in humiden Ausblühungen II 280—287.
- in Salzkrusten III 320, 321.
- in Wüstenböden III 479.
- technische Ausnützung der im Boden vorhandenen X 196—198.
- Wassermörtel X 192—194.
- Wasserpflanzen, Beziehungen zwischen Teichboden und IX 339, 340.
- Einwirkung auf Teichboden IX 314.
- Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt des Teichwassers in Abhängigkeit von IX 315.
- Selbstreinigung des Wassers durch IX 316.
- Wasserräder IX 1.
- Wasserreinigung mit Hilfe des Bodens X 238f.
- Wasserpflanzen und IX 316.
- Wasserstoff, Bildung im Teichboden IX 334.
- in der atmosphärischen Luft I 149; VI 260.
- in der Bodenluft VI 302.
- mikrobielle Bildung aus organischen Säuren VII 324.
- Oxydation durch Mikroorganismen im Teichboden IX 334.
- Wasserstoffeaustausch, Austauschazidität als VIII 367, 369.
- Bodenversauerung als VIII 364.
- Leitfähigkeit und VIII 322, 323.
- Schema des VIII 322.
- Wasserstoffelektrode VIII 343.
- Chinhydronelektrode im Vergleich mit VIII 346.
- Wasserstoffgärung der Zellulose II 229; VII 313 bis 315.
- aus organischen Säuren VII 324.
- Nährlösung zur Hervorbringung der II 229; VII 314.
- OMELIANSKI-Bakterien zur VII 313, 314 (Abb.).
- Stoffwechselprodukte der II 229; VII 314.
- Wasserstoffionen, Aziditätsfragen und VIII 240.
- Basenaustausch und VIII 239f.
- Bodenstruktur und VIII 282.
- Bodenversauerung als Austausch zwischen den Kationen des absorbierenden Komplexes und VIII 322, 323.
- Flockungsvermögen auf Humuskolloide VIII 287.
- Schädigung des Pflanzenwachstums durch VIII 304.
- Wasserstoffionenkonzentration vgl. Bodenreaktion, Bodenazidität.
- Bakterienwachstum in Abhängigkeit von VII 259, 260.
- Begriffsbestimmung I 201, 202.
- Gramineenzellsaft VIII 136.
- Wasserstoffionenkonzentration, Humate VIII 227.
- Leguminosenzellsaft VIII 136.
- LEMMERMANN-Methode in Abhängigkeit von VIII 178.
- Nährlösungen von konstanter VIII 532.
- Streu VII 359.
- Wasserstoffoxydierende Bakterien VII 326, 327.
- Wasserstoffsuperoxyd, Beteiligung an chemischer Verwitterung II 199.
- in der atmosphärischen Luft I 146, 148, 149; VI 260—262.
- mikrobielle Zersetzung des VII 254; vgl. Katalase.
- Vorbereitung zur mechanischen Bodenanalyse mit VI 6, 26.
- zur Bestimmung der organischen Bodensubstanz VII 145.
- zur Humuserstörung bei Schlämmanalysen VI 6, 26.
- Wasservolumen des Bodens VI 127, 128 (Abb.), 277 (Abb.).
- Wasserwalzen I 231, 232, 238.
- Wattenmeer, Aufbau der Nordseeinseln im V 305.
- Gezeiten in ihrer Bedeutung für I 251.
- Korngröße der Schlickablagerungen im I 253.
- mechanische Zusammensetzung der Ablagerungen im IV 165.
- Wechselklima III 4.
- als Ursache der Sesquioxidwanderung bei der Lateritisierung III 432.
- Bodenbildung im III 5.
- Braunerdebildung im III 161, 162.
- Lateritbildung im III 393, 423, 436.
- Roterdebildung im III 218.
- Savannenklima als III 363, 423.
- Schwarzerdebildung im III 350.
- Wechselweide VIII 11.
- Weichwassermoor VIII 25.
- Weiden als einfachste Form der landwirtschaftlichen Bodennutzung VIII 11.
- Beregnung in ihrem ertragssteigernden Einfluß auf IX 51.

- Weiden, Bonitierung der X 6, 8, 9, 24, 29, 30, 38, 42, 52, 59.
- Erkennung des Fruchtbarkeitszustandes durch die Pflanzendecke der VIII 94f.
 - Gefahr der Bodenrutschung im Gebirge bei Umwandlung des Waldbodens in IX 494.
 - Kohlensäuregehalt IX 3, 109.
 - Leistung der Weidetiere als Bonitierungsmaßstab der X 43, 45.
 - Pflanzendecke und Bodenreaktion der VIII 96f.
 - Umwandlung von Ödland im Gebirge zu IX 494, 495.
 - Unzweckmäßigkeit der Grabenentwässerung auf IX 11.
- WEILSche Krankheit X 221.
- Weinsäure, Vergleich mit anderen organischen Säuren bezüglich Nährstofflöslichkeit VIII 135.
- zur Bestimmung der Düngebedürftigkeit VIII 145.
- Weißkalkböden III 314.
- Pflanzenwachstum und Salzgehalt der VIII 314.
 - russische III 321.
 - Sodagehalt und Bezeichnung der III 314.
- Weißäugleinschicht III 261; V 46.
- Weißerde V 109.
- Weitstrahlregner IX 52.
- Wellenkalk, Böden des IV 98 bis 100; V 376, 409.
- chemische Zusammensetzung IV 98.
 - Untersuchung des Bodenprofils auf IV 100.
- Wenden des Bodens, Auswaschungsvorgänge und IX 121.
- bei der forstlichen Bodenbearbeitung IX 441.
 - Bodenbearbeitung und IX 120—122, 144.
 - Pflugkörper und IX 136, 137, 141.
 - Unkrautbekämpfung durch IX 123.
 - Unterbringung natürlicher Dünger durch IX 123.
- Wiborghphosphat IX 261.
- Widertonmoostorf IV 130, 152; VIII 25.
- Wiesen, Bedeckung mit Mineralböden IX 70.
- Bodenfeuchtigkeit als wichtigstes Bonitierungsmerkmal für X 7.
 - Bodenrutschungen nach Umwandlung der Gebirgswaldböden in IX 494.
 - Bonitierung VIII 34; X 7, 11, 23, 24, 38, 42, 43, 48, 52, 55, 59.
 - Einteilung VIII 12.
 - Erkennung des Fruchtbarkeitszustandes durch Pflanzendecke der VIII 94f.
 - Ertragssteigerung durch Beregnung auf IX 57.
 - landwirtschaftliche Begriffszeichnung VIII 11, 12.
 - Magerkeitszeiger auf VIII 71.
 - Mindestmaß der Luftkapazität für VI 280, 281; IX 111.
 - Nährstoffverarmung durch längere Überflutung IX 300.
 - Sauergräser als Zeichen stagnierenden Grundwassers auf VIII 77.
 - Typen VIII 34; X 40, 55.
 - Umwandlung von Ödland im Gebirge zu IX 494, 495.
- Wiesensbau, Arten der Wiesen und VIII 11, 12.
- im gebirgigen Ödland IX 494.
 - Kunst- VIII 11, IX 49.
- Wiesensböden III 290f.
- als Bodentyp III 290f.
 - Bonitierung VIII 45, 46.
 - degradierte III 291.
 - Größe der Bodenatmung in VII 381.
 - Luftkapazität VI 280.
 - Mikroorganismenzahl VII 257.
 - podsolige III 121, 129 bis 134.
 - Profil III 290, 291.
 - Protozoenanzahl in VII 385.
 - Sauerstoffgehalt VI 290.
 - Übergänge zur Schwarzerde III 291.
 - Wiesenpflanzen und Bodenreaktion der VIII 66.
- Wiesenerz vgl. Raseneisenerz, Limonit.
- Wiesenkalk, Entstehung IV 143f.
- Wiesenkalk im Untergrund von Torfmooren IX 449.
- technische Verwertung X 99.
 - Verwendung in der Forstdüngung IX 449.
 - Zusammensetzung IV 145, 146.
- Wiesenkreide V 109.
- Wiesenmergel V 109; vgl. Wiesenkalk.
- Wiesenmoor als Flachmoorbildungen VIII 25.
- Bodenreaktion und Assoziationen des VIII 87 (Tab.).
 - Leitpflanzen des VIII 74.
 - tropische IV 190, 191.
 - Vegetation und Bildung des VII 353.
- Wiesenmoorböden, Kulturentwicklung V 448, 449.
- landwirtschaftliche Nutzung in tropischen Feuchsteppenländern V 450.
 - tropische IV 190, 191.
- Wiesenpflanzen als Indikatoren für den Nährstoffzustand VIII 70, 71, 97, 98.
- Bodenbonitierung nach VIII 34; X 55.
 - Bodendurchlüftung und VIII 88.
 - Bodenfeuchtigkeit und Einteilung der VIII 95, 96.
 - Bodenreaktion und VIII 96, 97.
 - Bodenreaktion und Verteilung der Arten der VIII 66, 94—97.
 - Düngung und VIII 97.
- Wiesensteppen, Flora der III 272.
- Wiesentone X 188.
- WIESSMANN-Verfahren VIII 515—517, 558.
- wildwachsende Pflanzen vgl. Unkräuter.
- als Kennzeichen des Mergelgehalts der Böden I 57.
 - auf Roterden III 218, 219.
 - auf Alkaliböden III 323.
 - Bodenbonitierung auf Grund der VIII 52; X 12, 38, 43.
 - Bodenklassifikation nach VIII 33, 34; X 10, 11.
 - Gestein, Boden und I 55.
 - zur Bodenbeurteilung I 60, 63; V 197; VIII 30, 33, 34, 466.
- Wind vgl. Luftbewegung.

- Wind als Beobachtungsmoment zur Bodenbeurteilung V 194.
- als Denudationskraft in der Wüste II 285; III 446.
- als klimatologisches Element II 2, 14—20.
- als Sedimentationsfaktor bei Seebodenbildung V 139, 144.
- Ammoniakgehalt der atmosphärischen Luft und VI 265.
- arktische Bodenbildungen und III 74—82.
- Arten I 289—291; II 18 bis 20.
- Beschaffenheit des I 289 bis 291.
- Beteiligung an der Sedimentgesteinsbildung I 136, 138.
- Bodenbildung unter dem Einfluß des I 298—308; III 74—82; IV 110, 261; V 238.
- Bodenhorizontveränderung durch V 284.
- Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre und VI 304.
- Geschwindigkeit des I 289, 290; II 16, 85.
- in den verschiedenen Erdteilen II 35—53.
- Klimatypen und II 26, 27.
- Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft und VI 257.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 285, 286.
- Mechanik der Verfrachtung durch I 297, 298.
- physikalische Bodeneigenschaften und Wirkung des I 291, 292; V 198.
- Radiumemanationsgehalt der Böden und VI 395.
- Rasenschädigung durch V 239, 250.
- Salzverkittung als Schutz vor V 261.
- Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft und VI 260.
- Schutzeinrichtung der Dünenpflanzen gegen VII 344.
- Staubhaut als Schutz vor III 467, 473, 474.
- Transport durch I 291 f.; III 74 f., 202, 477; V 238, 261, 262, 369.
- Wind, Turbulenz des I 289.
- Vegetation als Schutz vor I 294; IV 235.
- Verfrachtung der Rotatorien durch VII 387.
- Verlandung der Seen und V 139.
- Wärmecharakter der II 85, 86.
- Wirkung in der Wüste III 477, 478.
- zerstörende Wirkung auf Boden I 294—297; IV 225; V 250, 261, 262.
- Zusammensetzung der transportierten Mengen I 294; III 79 f.
- Windlöß I 304; vgl. Löß.
- Windstärke, Beziehungen zwischen Jahreszeiten und II 85.
- Beziehungen zwischen Korngröße des Bodens und I 291, 292.
- Beziehungen zur Verdunstung II 89; VI 230.
- Einteilung I 289.
- Kohlensäuregehalt der Bodenluft und VI 286.
- Zusammensetzung der Bodenluft und VI 283.
- Windwirbel, Arten der I 290, 291.
- Entstehung I 290.
- zerstörende Wirkung der I 296, 297; vgl. V 262 (Abb.).
- Winterung der Teichböden IX 316.
- Wirbel, Wasser-; vgl. I 230 bis 232; V 143.
- Wind- vgl. Windwirbel.
- Wirbelstürme, tropische I 291; II 39.
- Wirbeltiere, Einwirkung auf Boden VII 426—437.
- Wirkungsfaktor VIII 506.
- für Kali VIII 507, 510, 511, 572, 574; IX 531.
- für Phosphorsäure VIII 509, 510, 574; IX 531.
- für Schwefel VIII 572.
- für Stickstoff VIII 507, 572, 574; IX 531.
- graphische Bestimmung des IX 507.
- Konstanz des VIII 506, 539, 574; IX 509 f.
- Niederschläge in ihrem Einfluß auf VIII 508.
- Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren VIII 505, 574; IX 503 f.
- Wirkungsgesetz als Grundlage des MITSCHERLICH-Verfahrens VIII 505; IX 503.
- Einwände gegen VIII 507 f.
- Gültigkeit des VIII 540; IX 509 f.
- Schädigungskonstante und IX 514.
- Studium an Schimmel- und Sproßpilzen VIII 509, 510.
- Überdüngung und IX 512.
- zur quantitativen Bestimmung des Nährstoffgehalts VIII 506, 571; IX 505.
- Wirtschaftsformen vgl. V 429 bis 454; X 65, 66, 90 bis 94.
- der altdiluvialen Landschaft Deutschlands V 333.
- der jungdiluvialen Landschaft Deutschlands V 309.
- der mittleren Lößzone Deutschlands V 346.
- der Randgebirge des Oberrheiniales V 397 f.
- der südlichen und südöstlichen Randgebirgszone Deutschlands V 417 f.
- des mitteldeutschen Berglandes V 365—367.
- des oberen Rheiniales V 383, 384.
- des süddeutschen Zentralgebietes V 404.
- forstwirtschaftliche, vgl. waldbauliche Betriebsformen.
- in Abhängigkeit von Bodenausbildung V 299, 309.
- Wirtschaftsleben der Völker, Abhängigkeit der Wirtschaftsweise der Naturvölker vom Boden X 90 bis 95; vgl. V 429 f.
- Bedeutung des Bodens für X 65—258.
- Kulturformen und X 66.
- technische Bedeutung des Bodens für X 79—83, 138, 139.
- Wismutnitratmethode zum Silikataufschluß VII 209.
- Wolken II 22, 87, 88; vgl. Bewölkung.
- Wollgrastorf IV 130, 135, 153, 154; VIII 26.
- Wollsackgranit II 171—173 (Abb.); III 462.
- Wollstaub IX 259.
- Wolterphosphat IX 261.

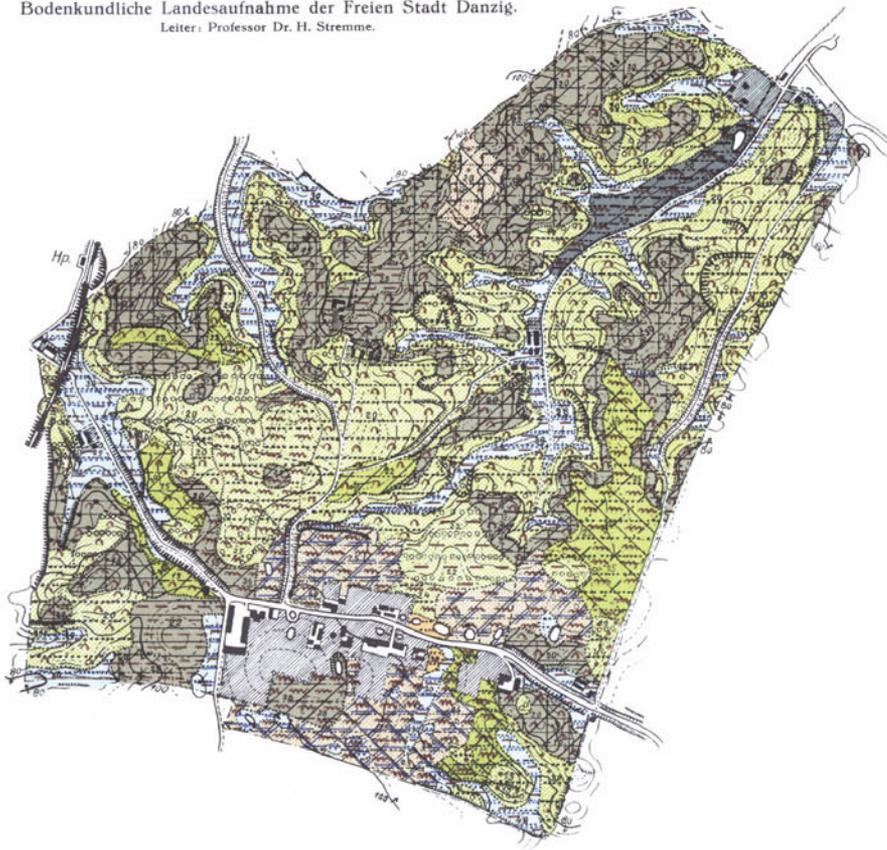
- Wühlerde vgl. Kuhlerde.
 Wühltiere VII 426 f.
 — Beziehungen zur Windabtragung des Bodens I 295.
 Wundstarrkrampf, Boden und X 212, 213.
 Würmer als Krankheitserreger in ihren Beziehungen zum Boden X 214, 216.
 — Einwirkung auf Boden VII 386—412.
 — Humusbildung und VII 136.
 Wurmkrankheiten in ihren Beziehungen zum Boden X 214—216.
 Wurmröhren vgl. Kroto-
 winen.
 — als natürliches Durchlüftungs-
 system in Waldböden IX 424.
 — Anzahl der III 275;
 VII 391.
 — Bakteriengehalt VII 407.
 — Einfluß auf Bewurzelung
 VII 407, 408.
 — im Schwarzerdeboden
 III 259; V 322, 394;
 VII 408.
 — kapillarer Aufstieg in Bö-
 den und VI 106, 111.
 — Tiefe der VII 390, 391,
 398.
 — Wasserdurchlässigkeit
 und VI 166.
 — Wurzeln und VII 407.
 Württemberg, Bodenkartie-
 rung X 87.
 — geologisch-agronomische
 Kartierung V 279.
 — Ortsteinprofil V 403, 404.
 — Podsolprofil V 23, 29.
 Wurzelanalyse, Bewertung
 der Methode VIII 472,
 474, 479.
 — zur Bestimmung des
 Düngebedürfnisses I 75;
 VIII 471, 534.
 — zur Ermittlung des Stick-
 stoffdüngedürfnisses
 VIII 446, 447.
 Wurzelatmung als Teil der
 Bodenatmung VII 381.
 — Einfluß auf Durchlüftung
 VII 378.
 — Kohlensäuregehalt der
 Bodenluft und VI 298.
 Wurzeldruck II 186, 187;
 VII 337, 338, 354.
 Wurzeln vgl. Bewurzelung.
 — Art der Infektion bei der
 Knöllchenbildung an
 VII 288.
 Wurzeln, aufschließende
 Fähigkeit der II 258 f.;
 VIII 132, 133, 549; IX 230.
 — Aufschluß über Wasser-
 verhältnisse einzelner Bo-
 denschichten durch
 VIII 76; vgl. VI 134 f.
 — Ausscheidungsprodukte
 VIII 132, 133.
 — Aziditätsgrad der
 VIII 135, 136.
 — Bakterien anregende
 Stoffausscheidungen der
 VII 373.
 — Bakterienanreicherung an
 den VII 265, 266, 373.
 — Bakterientätigkeit in ihrer
 Beeinflussung der ge-
 steinsauflösenden Wir-
 kung der VIII 659.
 — Bedeutung der Ausbrei-
 tung für Feldversuch
 VIII 577.
 — Beziehungen zwischen
 wurzellöslischen Nährstof-
 fen und Ausbildung der
 VIII 495, 496.
 — Bodenaustrocknung und
 VI 134.
 — Bodenbeurteilung und
 V 198.
 — Bodenerkrankung in Ein-
 fluß auf IX 403.
 — Bodenfeuchtigkeit in
 ihrem Einfluß auf VIII 76;
 IX 4.
 — Bodenlockerung durch
 VIII 549.
 — Bodenrißbildung in Ein-
 fluß auf IX 197, 198.
 — Bodenschichten und
 VIII 77.
 — Bodenstruktur und Ent-
 wicklung der IX 125.
 — Dränstörungen durch
 IX 34, 35.
 — Eindringtiefe im Prärie-
 boden VII 369.
 — Festigung des lockeren
 Sandes durch VII 338 f.,
 354.
 — Förderung der Durchlüf-
 tung durch VI 313.
 — Gefäßversuch und Ernte
 der VIII 566.
 — Größe des Luftvolumens
 zum Atmen IX 2.
 — Grundwasser und Baum-
 IX 381, 382.
 — kapillarer Aufstieg in Bö-
 den und VI 111.
 — Keimpflanzenmethode
 und Nährstoffaufnahme
 durch VIII 493.
 Wurzeln, Kohlensäurepro-
 duktion der Böden und
 VI 293, 298; IX 2, 3.
 — Korngröße der Boden-
 bestandteile und Eindrin-
 gen der VII 45.
 — Nährstoffgehalt als Maß-
 stab der assimilierbaren
 Pflanzennährstoffe im
 Boden I 75; VIII 446, 447,
 471, 472, 474, 479, 534.
 — Ortsteinbildung und
 VII 361, 364; VIII 77.
 — relative Bodenfechtig-
 keit und Verteilung der
 VI 133—135.
 — Rodung der, vgl. Rodung.
 — Schädigung durch Wind-
 wirkung I 297.
 — Sprengkraft der II 186,
 187; VII 337, 338, 354.
 — Tiefkultur und IX 190.
 — Verfilzung der Rohhumus-
 decke durch VII 363 f.
 — Verwitterung und lösende
 Wirkung der II 192,
 257 f.
 — Wurmröhren und VII 407.
 Wurzelpreßsäfte und Reak-
 tionsmessungen VIII 398.
 Wurzelröhren als natürliches
 Durchlüftungssystem in
 Waldböden IX 424.
 — im Schwarzerdeboden
 III 259.
 — Wachstum der Fichte auf
 Bleicherde und IX 403.
 Wüste, Analogien zwischen
 Verwitterung im Quader-
 sandsteingebiet und in
 II 276 f.
 — Anteilnahme einiger Mine-
 ralien an der Bodenbil-
 dung in der II 194.
 — Begriffsbestimmung
 III 437.
 — Bodendurchlüftung und
 Pflanzenvereine der
 V 197, 198.
 — Einfluß der Tiere auf Bo-
 denbildung in VII 436,
 437.
 — Faktoren der physikali-
 schen Verwitterung in
 II 163 f.; III 445, 446.
 — fehlende Humusbildung
 in VII 345.
 — jugendliche Lockerablage-
 rungen in der III 475 bis
 479.
 — Kälte- II 163, 167.
 — Klimaverhältnisse in der
 II 36, 37, 44, 45, 47, 48;
 III 440, 443.

- Wüste, Krustenbildung in III 484.
 — Kulturentwicklung im Gebiete der V 440.
 — Landschaftsbild in Abhängigkeit von Bodenbildung in der V 258 bis 264.
 — Salzbildung in der III 479—490.
 — Salzsprengung in der II 185, 186; III 446.
 — Schleifwirkung des Flugsandes in der II 169.
 — Schutzrindenbildung in II 281.
 — Tierwelt der III 445.
 — transportierende Kräfte in der III 475—479.
 — Tromben in I 290.
 — Unterschied der Verwitterung im humiden Klima zur III 459.
 — Vegetation in der III 444, 445; V 259; VII 345.
 — Verkittungsrinde und Windwirkung in I 294, 295.
 — Verwitterung in der I 70, 80; III 445—490; V 260.
 — Verwitterungsgeschwindigkeit in der III 455.
 — Wasserhaushalt in der III 443, 444.
 Wüstenböden III 437 bis 490.
 — Begriffskennzeichnung III 437—439.
 — Entkieselung III 448f.
 — Kulturentwicklung im Gebiete der V 440.
 — Landschaftsbild in Abhängigkeit von V 258 bis 264.
 — NS-Quotient und III 10.
 Wüstenklima III 440—443.
 — in den verschiedenen Erdteilen II 35—48.
 — in der KÖPPENSchen Klimaklassifikation II 32.
 — Verwitterung im II 170f.; III 445—490.
 Wüstenlack II 186; III 491, 495, 503.
 Wüstenrinde III 490, 498.
 Wüstenstaub III 466f.; vgl. Staubböden.
 — Hauraner Getreideboden als V 443.
 — Landschaftsbild im subpolaren Gebiet und V 249.
 Wüstensteppenböden, Eigenschaften III 296.
 — Kulturentwicklung in V 440—444.
 Wüstensteppenböden, Landschaftsbild und V 258 bis 264.
 — Vergleich mit Steppenböden und Tschernosem III 302.
 xerophile Pflanzen vgl. VII 339f.
 — als Pioniere am Gletscher- rand VII 339.
 — Anpassung an Lebensbedingungen VIII 75.
 — Bodenarten und VIII 57.
 — Dünenvegetation und VII 340f.
 Zähigkeit der Böden VI 37.
 — der Fließerden IV 179.
 — der Luft VI 161.
 — des Wasserdampfes VI 161.
 — des Wassers VI 161.
 Zechstein, Bleichzone unter marinem IV 300.
 — Böden der Kalke des IV 97.
 — Böden des Dolomits des IV 107.
 — Klima und Bodenbildung im IV 299.
 Zeitalter vgl. Interglazialzeit, Eiszeit, Pluvialzeit.
 — chronologische Vergleichstabelle der Abschnitte des diluvialen II 119.
 — der Bildung norddeutscher Hochmoore IV 132.
 — der Entstehung tropischer Moore IV 208.
 — Entkalkungstiefe der Marschböden zur Bestimmung des Eindeichungs- IV 160.
 — tabellarische Übersicht der geologischen IV 112 bis 123.
 Zellenböden III 83, 84 (Abb.); vgl. Polygonböden.
 Zellenkalk V 91.
 Zellenlaterit vgl. Eisenkruste.
 — Kennzeichnung III 389, 390.
 — Savanneneisenstein und III 409.
 Zellobiose als bodenbildender Pflanzenbestandteil I 152, 155, 156.
 Zellulose, Abbau der II 226 bis 233; VII 313—321.
 — als bodenbildender Pflanzenbestandteil I 152 bis 155; II 226; VII 117.
 — als Maßstab des Torfzer- setzungsgrades X 97.
 Zellulose, Bestimmung VII 148.
 — Gang der Umsetzung bei der Humifizierung VII 184.
 — Hemi-, vgl. Hemizellulose.
 — Humusbildung und VII 138; IX 390.
 — Kohlenstoffgehalt VII 144.
 — Methanvergärung der II 227, 229; VII 313—315.
 — mikrobieller Stickstoff- verbrauch bei Abbau der VII 135, 185.
 — Mikroorganismenverteilung im Boden nach Dün- gung mit VII 263, 264.
 — Streuzersetzung verschie- dener Holzarten in Ab- hängigkeit von IX 390.
 — Umwandlung in Esch- boden II 231—233.
 — Wasserstoffgärung der II 229; VII 313, 314.
 Zellulosetheorie der Kohle- bildung VII 189f.
 zellulosezersetzende Kraft des Bodens VIII 612.
 Zellulosezerersetzung II 226f.; VII 313f.; VIII 611f.
 — Bestimmungsmethoden zur Ermittlung der Höhe der VIII 612.
 — Düngung in ihrem Ein- fluß auf VIII 614, 615.
 — durch Actinomyceten II 227, 228; VII 319; VIII 613.
 — durch aerobe Bakterien II 228; VII 316f.
 — durch anaerobe Bakterien II 228—230; VII 313 bis 316.
 — durch Bakterien bei gleichzeitiger Denitrifika- tion II 229, 230; VII 315, 320.
 — durch Fadenpilze II 227; VII 318.
 — durch thermophile Bakte- rien II 230; VII 316.
 — durch Wasserstoffgärung hervorrufoende Bakterien II 229.
 — OMELIANSKI-Bakterien der VII 314 (Abb.).
 — Zwischenprodukte der bakteriellen II 230, 231.
 Zement, Portland- X 193, 194.
 — Roman- X 192, 193.
 — Salz- III 489.
 — Zusammensetzung ver- schiedener Sorten X 194.
 Zementationszone II 154; V 7.

- Zementationszone als Gemeinsames der Salz- und Lateritböden V 43, 44.
 — Bodenbegriff und I 24, 25.
 — im ariden Klima V 12.
 — im humiden Klima V 12.
 — im perhumiden Klima V 13.
- Zementierung der wüstenhaften Lockerablagerungen III 489.
 — Salzzement als Produkt der III 489.
 — Unterscheidung von Salzausbildungen und Krusten III 484.
- Zentrifugieren, Gewinnung bestimmter Bodenfraktionen durch VII 89.
 — des Bodens und Stokesche Formel VII 89, 90.
 — zur Bestimmung des Wasserhaltungsvermögens VI 133.
 — zur Ermittlung der Korngröße der Böden VI 27.
 — zur Gewinnung der Bodenlösung VIII 125.
- zeolithartige Bodenbestandteile vgl. absorptionsfähige Bodenkörper, adsorbierender Bodenkomplex.
 — Absorptionsvermögen der I 64; VII 57.
 — als Absorptionsverbindungen I 212; vgl. VII 111 f.
 — als chemische Verbindungen I 212; VII 59.
 — als Träger des Basenaustausches I 221; vgl. VII 84.
 — bei der Hydratisierung von Feldspat VII 13.
 — Frage nach dem Vorkommen im Boden VII 7 f.; VIII 216.
 — im Laterit III 418.
 — Rohton und VII 57.
 — Ton und II 202.
 — Unterschied zu Zeolithen I 75; II 156; VII 8.
- Zeolithe VIII 208.
 — Absorptionsfähigkeit VII 14; VIII 197, 198, 208.
 — Allophanone als kolloidale Modifikation der VII 17; VIII 209, 214.
 — als gesteinsbildende Mineralien I 94; VIII 209.
 — als Permutoide I 229; VII 58.
 — als Träger der Absorptionserscheinungen VIII 218.
- Zeolithe, Ammoniakfestlegung durch VIII 251, 252; vgl. VIII 436.
 — Austauschadsorption der I 229.
 — chemische Zusammensetzung VIII 159, 160, 208.
 — Fehlen im Boden VII 15, 17.
 — in mineralogischer Beziehung I 94, 95.
 — Unterschied gegenüber absorptionsfähigen Bodenkörpern I 75; II 156; VII 8.
 — Wasserbindung als Unterscheidungsmerkmal gegenüber Permutiten VII 21.
- Zeolithisierung als hydrothormaler Vorgang I 93.
 — als Tiefenverwitterung II 155.
 — Kennzeichnung II 155.
- Zeolithsäure VIII 322, 323.
- Zersatzzone, Allit in der III 416; IV 277.
 — Entkieselung und Entbasung als Kennzeichen der III 411—414, 428, 429.
 — Entstehung III 428, 429.
 — im Lateritprofil III 389, 418; IV 277; V 43.
 — Profilausbildung nach der Art der III 419.
 — Siallit in der III 416; IV 277.
 — Tonerde in III 390.
- Zersatz, Analysen des III 401, 411—413, 417.
 — Begriffsbestimmung IV 226.
 — im Lateritprofil III 401 f.; IV 277.
 — *ki*-Werte im III 415.
 — Profile und Ausbildung des III 418, 419.
 — Vorherrschen in vordiluvialer Zeit IV 304.
- Zeugenberge II 276, 286.
- Ziegel, Kieselgur zur Herstellung der X 134.
 — Laterit zur Herstellung der I 53; III 387; V 445.
 — limnoglaziale Sedimente zur Herstellung von X 135.
 — Lufttrocknung des Lehms zur Herstellung der X 82.
- Ziegelerden, Brennfarben X 188.
 — Verhältnis von Eisenoxyd zu Tonerde in X 188.
- Ziehbrunnen IX 1.
- Zink, Absorption durch Waldhumus VIII 200.
 — Beeinflussung der physikalischen Bodeneigenschaften durch VIII 460.
 — Bodenarten in ihrer verschiedenen Absorptionsfähigkeit für VIII 187, 188, 200, 306.
 — Chlorophyllgehalt der Pflanzen und VIII 459.
 — Galmeipflanzen und VIII 69, 459.
 — Gefäßversuch und Schädigungen durch VIII 459, 557, 563.
 — im Boden VIII 305.
 — im destillierten Wasser VIII 563.
 — im Kreislauf des Stoffs VIII 601.
 — im Trinkwasser X 237.
 — Mikroorganismen und VIII 653.
 — Pflanzenschädigungen durch VIII 69, 305, 306, 458—460; IX 374.
 — Reizwirkung des VIII 69.
 — Verwendung des Oxyds durch Naturvölker als Farbe X 90.
- Zinkcruzifere VIII 459.
- Zinkenege IX 79; vgl. Eggen.
- Zinkveichen VIII 69, 459.
- Zirkulation, allgemeines Schema der Wind- II 17.
 — des Wasserdampfes im Boden V 73.
 — des Wassers in Gesteinen V 89.
 — Systeme mit täglicher und jährlicher Periode der Wind- II 18, 19.
 — vadose Wasser- V 78, 85.
- Zitronensäure, Dissoziationskonstante I 199.
 — Ermittlung des Stickstoffdüngedürfnisses durch Auszug mit VIII 444, 445.
 — Saftazidität der Gramineen und Leguminosen berechnet auf VIII 136.
- Zitronensäuremethode vgl. relative Löslichkeit.
 — Bewertung des Verfahrens der Löslichkeitsbestimmung VIII 134, 135, 141, 142.
 — Feldversuche im Vergleich mit VIII 142.
 — LEMMERMANN-Methode im Vergleich mit VIII 143.

- Zitronensäuremethode, MITSCHERLICH-Methode im Vergleich mit VIII 143.
 — NEUBAUER-Methode im Vergleich mit VIII 143.
 — Vergleich mit anderen organischen Säuren bezüglich Nährstofflöslichkeit VIII 135 f.
 — zur Bestimmung der Pflanzennährstoffe VIII 134—143, 174—183.
 zonale Böden III 14, 15; V 6; vgl. regionale Böden.
 zonale Fazies der Seeböden V 147, 153.
 zonale Gliederung der Böden vgl. Bodenzonen.
 — der Landschaften Ägyptens in bezug auf Krusten- und Rindenbildungen III 493, 494.
 zonale Gliederung der Step-penschwarzerde in Rußland III 260.
 — des Klimas vgl. Klimazonen.
 zone de concrétion III 389, 408; vgl. Anreicherungszone.
 zone de depart III 389; vgl. Zersatzzone.
 zone of aeration V 78.
 zone of discharge V 85.
 Zooglöa als Bakteriendecke IX 301.
 — als Schwierigkeit bei Zählung der Mikroorganismen VII 253.
 — Bodenabdichtung durch IX 301.
 Zucker als Humusbegleitstoff VII 160.
 — als Pflanzensubstanz I 152.
 Zucker als Zwischenprodukt der Zellulosezersetzung VII 319.
 — mikrobieller Abbau der II 225, 226.
 Zugfestigkeit der Böden und ihre Ermittlung VI 32 f.
 — des Eises I 261.
 — des Wassers VI 91.
 Zulaufwasser der Teiche IX 306—316.
 — Teichbodenausbildung und IX 305.
 Zwischeneiszeit vgl. Inter-glazialzeit.
 Zwischenmoore VIII 25, 27 vgl. Übergangsmoore.
 — in der altdiluvialen Landschaft Deutschlands V 344.
 Zwischenzonenwasser V 78.

Bodenkundliche Landesaufnahme der Freien Stadt Danzig.
 Leiter: Professor Dr. H. Stremme.



Bodenkarte
 der Gemeinde Pietzkendorf
 Kreis Danziger Höhe
 aufgenommen 1931 durch Dr. E. Ostendorff

Maßstab 1:12500



Bodentypen		
Waldböden in flachwelligem Gelände:	Braune Waldböden	mäßig gebleicht
		naß-stark gebleicht
		stark gebleicht
	Rostbraune Waldböden	schwach gebleicht
		mäßig gebleicht
		stark gebleicht fossile Brüche
Waldböden in stark zerklüftem Gelände mit starken Abschwemmungserscheinungen:	Braune Waldböden	mäßig gebleicht
	Rostbraune Waldböden	schwach gebleicht
		mäßig gebleicht
Zusammengeschwemmte Böden:		
Waldböden:	mehr-mineralisch-nicht gebleicht	
	mehr-humus-Anmooriger Boden	
Humusabschulungen: gut humos		
Grund- und Bodenwassererfluß:		
B ₂ (bisweilen B) \ C Bei		
Zahlenangabe, so ist seine umtre		

Tafel I.

Bodentypen:	Bodenarten:	Gestein:	infolge Bodenbildung:	Sinnbild:	Beschaffenheit der Krume:			Gegenwärtige Nutzung:	Bei Berechnung der Meliorationskarte geeignet für:	Vergleichsbezeichnung:	Bodenbewertung
trocken bis feucht	A Sandiger Lehm B Lehm	Diluvialer Geschiebemergel	tief entkalkt, verlehmt, mit beginnender Versandung		gut	tief	gut humos	Acker	besseren Ackerböden	Danziger Niederhöhenböden	75
	A Sandiger Lehm B Lehm C Mergel		oberflächlich entkalkt, verlehmt, mit beginnender Versandung		mäßig	mitteltief	humos			Übergangsböden der Danziger Mittelhöhe	68
	A Lehm		entkalkt, verlehmt								55
	A Sandiger Lehm B Sandiger Lehm C Sandiger Mergel		oberflächlich entkalkt, verlehmt								60
trocken bis feucht	A/Si Sandiger Lehm B/Si Lehm	Diluvialer Geschiebemergel	tief entkalkt, verlehmt, mit beginnender Versandung		gut	tief	gut humos	Acker	bessere Ackerböden	Danziger Niederhöhenböden	75
	A/Si Lehmiger Sand B/Si Sandiger Lehm C/Si Lehm		tief entkalkt, verlehmt und versandet			mitteltief					70
trocken bis feucht	A/Si anlehmiger Sand B/Si anlehmiger Sand C/Si anlehmiger Sand	Diluvialer Geschiebemergel	tief entkalkt, verlehmt und versandet		gering	flach	humosarm	Acker	geringen Ackerböden, besseren Waldböden	Danziger Oberhöhenböden	42
	A/Si Lehmiger Sand B/Si Lehmiger Sand C/Si Lehmiger Sand										
trocken bis feucht	A Sand B Sand C Kies	Diluvialer Spatsand und Kies	tief entkalkt		gut	mitteltief	gut humos	Acker	geringere Ackerböden	Danziger Oberhöhenböden	45
	A Sand B Sand C Kies					flach	humos				24
	A Sand B Sand C Kies					flach	humosarm				24
	A Sand B Sand C Kies										20
trocken bis feucht	A feiner Sand B feiner Sand	Tertiärer Glimmersand			sehr schlecht					1	
	A saher Lehm B Lehm C Mergel	Diluvialer Geschiebemergel	tief entkalkt, verlehmt					Acker	gute Waldböden	Danziger Waldböden	28
A steiniger Lehm B steiniger Lehm C Mergel	entkalkt, verlehmt			sehr schlecht	flach	sehr humosarm	Mutung und Wald				10
trocken bis feucht	A sandiger Lehm B Lehm C Mergel	Diluvialer Geschiebemergel	oberflächlich entkalkt, verlehmt, mit beginnender Versandung					Acker	mittlere Waldböden	Danziger Waldböden	8
	A Sandiger Lehm B Kies		entkalkt, verlehmt								Acker
trocken bis feucht	A Sandiger Lehm B Lehm C Lehmiger Sand	Diluvialer Geschiebemergel	tief entkalkt, verlehmt, mit beginnender Versandung					Acker	mittlere Waldböden	Danziger Waldböden	8
	A Sandiger Lehm B Lehm C Kies		tief entkalkt		sehr schlecht	flach	sehr humosarm				unter Hutung und Acker
trocken bis feucht	A Sand B Sand C Kies	Diluvialer Spatsand	tief entkalkt					Acker, Weide und Hutung	mittlere Acker- und Weideböden	Fraustenerfelder Böden	42
	A Sand B Sand C Kies										
trocken bis feucht	A/Si Sand feucht bis trocken B/Si Sand feucht bis naß C/Si Sand feucht bis naß	Alluviale sandige Abschlammungen	wenig entmischt		mittel	tief	humos	Acker, Weide und Hutung	guten Wiesenböden und guter Ackerböden	Danziger Niederungsböden	45
	A/Si toniger Feinsand naß B/Si toniger Feinsand naß C/Si toniger Feinsand naß		entmischt		mäßig	tief	gut humos				Sumpfwiese
trocken bis feucht	A/Si Sand naß B/Si Sand naß C/Si Sand naß	Alluviale Moorendle	auf nassem Wege humifizierter Sand		mäßig, tief, stark humos, schmierig			Wiese und Acker	guten Wiesenböden	Mooriger Boden	45
	A/Si Sand naß B/Si Sand naß C/Si Sand naß										

gut humos — humos + humosarm ^ sehr humosarm (Abschlammhänge u. -kuppen) Die Humusstufen beziehen sich nur auf den Bereich des betreffenden Bodentyps. x stark eisenschüssig.

Profil: — naß : : : : : feucht. Profilvorstellung der Bodenarten: Die Folge der Horizonte wird bei wechselnder Bodenart durch verschiedene Neigung der Schraffen dargestellt: A (bzw. A₁) — B, B₁ (bzw. A₂) / C. Bei gleichbleibender Bodenart gilt die angegebene Schraffe für mehrere Horizonte. Die Mächtigkeit der Horizonte wird in cm. angegeben: — 30 — 45 — 20. Fehlt bei dem untersten dargestellten Horizont die untere Grenze bei 3 m. nach nicht erhöht, A, A₁, A₂ humose Krume. B, B₁, B₂ brauner oder rostbrauner Horizont der Waldböden. C' Gesteinsuntergrund. G vom Wasser beeinflusste Horizonte.

Bodenbewertung nach 100 teiliger Skala. (Bester Boden in Danzig = 100)

Bodenkundliche Landesaufnahme der Freien Stadt Danzig.
Leiter: Professor Dr. H. Stremme.



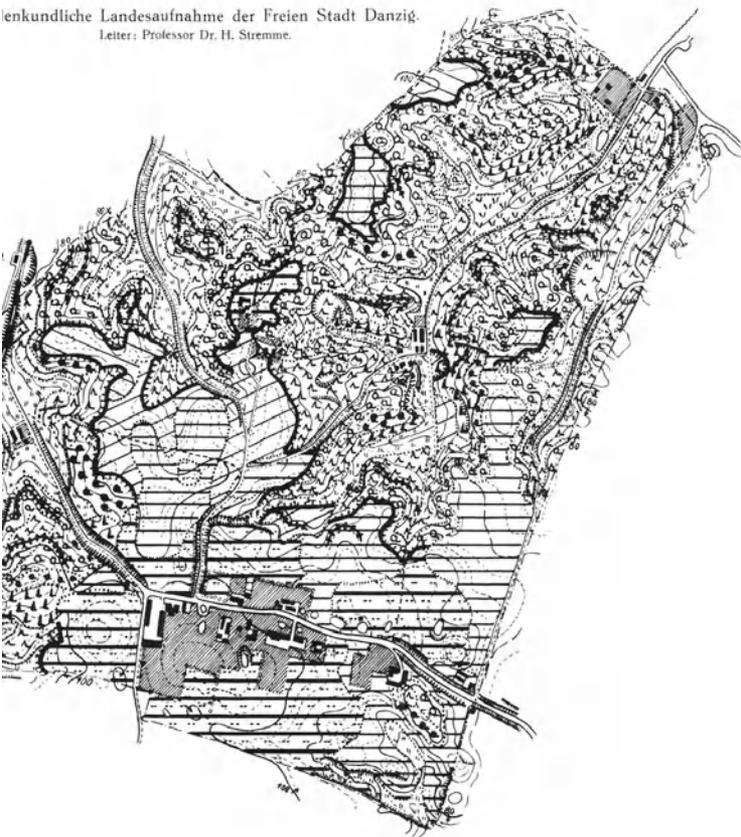
- 1  Unbedingt entwässerungsbedürftige Stellen.
Am besten Abdrainierung.
Entwässerungstiefe nach örtlicher Lage.
- 2  Unbedingt entwässerungsbedürftige Fläche, durch Gräben oder Drainstränge 80 bis 100 cm tief.
-  Offene Fanggräben an beiden Seiten erforderlich, sonst bleibt Entwässerung ohne Erfolg.
- 3  Entwässerung notwendig und von großem Erfolg.
Am besten durch Drainierung bis 125 cm tief.
- 4  Entwässerung durch Drainierung bis 125 cm tief von Erfolg, aber nicht unbedingt notwendig.
- 5  Nichtentwässerungsbedürftig.
- 6  Ortschaft und Gehöfte.

Entwässerungskarte
der Gemeinde Pietzkendorf
Kreis Danziger Höhe
aufgenommen 1931 durch Dr. E. Ostendorff

Maßstab 1:12500

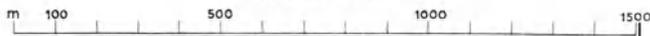


enkundliche Landesaufnahme der Freien Stadt Danzig.
 Letter: Professor Dr. H. Stremme.



Nutzungs- und Bearbeitungskarte
 der Gemeinde Dietzkendorf
 Kreis Danziger Höhe
 aufgenommen 1931 durch Dr. E. Ostendorff

Maßstab 1:12500



1  Am besten als Acker geeignet, aber auch für Wiese und Weide. Alle Früchte möglich. Luzerne nur nach genügender Entwässerung und Kalkung. Am erfolgreichsten sind Roggen, Hafer, Kartoffeln, Weizen, Gerste, Klee. Bei Beachtung der übrigen Karten tiefe Kultur möglich. Im Herbst tief pflügen, in rauher Furche liegen lassen, dann rechtzeitig nach kurzem Abtrocknen schleppen, eggen, krümmern. Viel Pflegearbeit gut. Nach der Ernte — wenn keine Stoppelfrucht angebaut ist — bis zum Frost mit eingeschalteten Ruhezeiten Bracharbeiten ausführen.

2  Am besten als Acker geeignet, als Wiese und Weide ungeeignet. Am erfolgreichsten sind Roggen, Hafer, Kartoffeln, Lupinen, Seradella, Gelbklee; bedingt Gerste. Pflügen im zeitigen Frühjahr oder Herbst. Im Frühjahr den Boden nicht unnötig rühren, um Wasser zu sparen. Im Herbst Bracharbeiten, wenn keine Stoppelfrucht angebaut ist.

3  Zu Acker geeignet (als Wald oft erfolgreicher). Mit Erfolg sind nur Roggen, Kartoffeln, Lupinen, Seradella, Gelbklee, Hafer bedingt anzubauen

4  Wie 3. ohne Hafer.

3. u. 4. im zeitigen Frühjahr bearbeiten. Wasserverlust durch unnötiges Rühren des Bodens vermeiden. Bracharbeiten an hängigen Stellen wegen Abschwemmung unterlassen. Möglichst für Gründungsdecke nach der Ernte sorgen.



Diese Grenzen der Flächen, die an Abhängen liegen, durch Raine schützen

Nach Befolgung dieser Ratschläge sind Nr. 3. u. 4. wie Nr. 2 zu bearbeiten.

5  Besonders als Wiese, bei guter Entwässerung auch als Acker gut geeignet. Für alle Pflanzen mit Ausnahme der Luzerne, auch für Erle und Esche geeignet.

6  Geeignet zur Weide, noch besser zum Acker. Auch für Eiche, Esche, Ulme geeignet.

7  Am besten zur Aufforstung als Nadelwald (hauptsächlich Kiefer) geeignet.

8  Am besten zur Aufforstung als Mischwald (Kiefer, Fichte, jap. Lärche, Buche, Ahorn) geeignet.

9  Lagen im Aufforstungsgebiet, die auch zu Obstbauzwecken verwendet werden können.

10  Wie 9. doch weniger günstig.



Wird das hängige Aufforstungsgebiet beackert, so ist gleichlaufend den Punktketten parallel den Höhenlinien besonders beim Pflügen und bei Pflegearbeiten das Land zu bearbeiten.

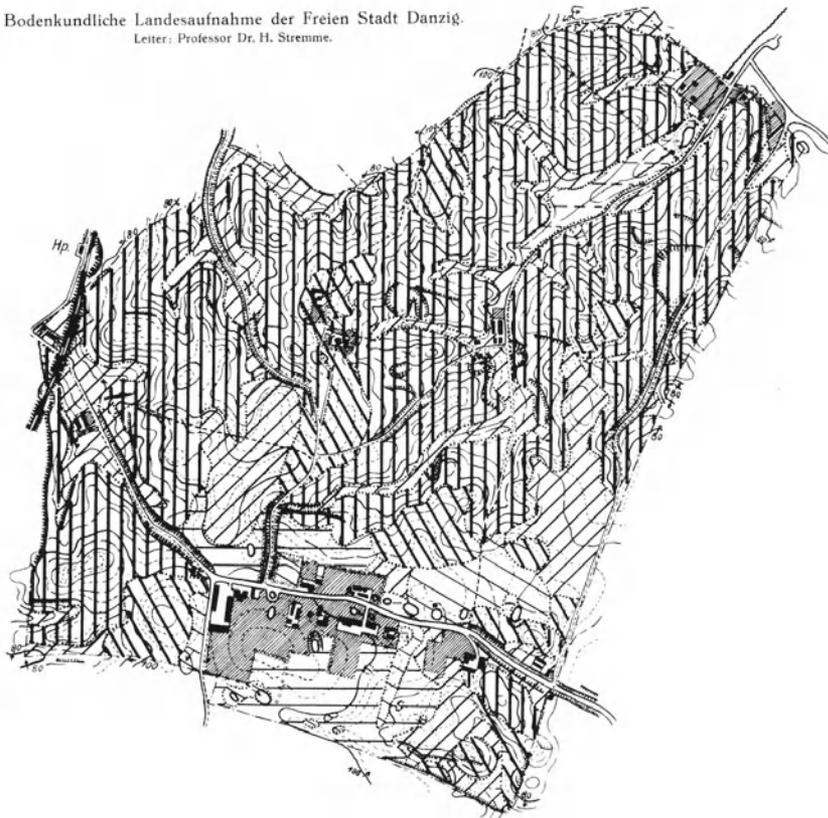
In derselben Richtung sind je nach Gefälle mehr oder weniger Raine anzubringen.

Stoppelbracharbeiten sind im Herbst nicht vorzunehmen wegen der starken Abschwemmung. Möglichst stets Gründungsdecke erhalten.

Auch in schwächer geneigten Lagen aller übrigen Flächen sind den Höhenlinien parallel die Feldarbeiten vorzunehmen.

Bodenkundliche Landesaufnahme der Freien Stadt Danzig.

Leiter: Professor Dr. H. Stremme.



- 1  Stärkste Humusbedürftigkeit.
Am besten jährlich 100 Dz oder mehr Stallung je ha.
Wenn kein Stallung, dann Gründüngung in entsprechender Menge.
Anbau von Gründünger allein oder zwischen dem Getreide unbedingt erforderlich.
- 2  Starke Humusbedürftigkeit.
Am besten alle zwei Jahre 160 Dz je ha.
Anbau von Gründünger von größter Bedeutung.
- 3  Ziemlich starke Bedürftigkeit.
Alle drei Jahre 180 Dz je ha, (besser alle zwei Jahre 120 Dz je ha).
Gründüngung von großer Bedeutung.
- 4  Mittlere Bedürftigkeit.
Möglichst alle drei Jahre 150 Dz je ha.
Gründüngung wertvoll.
- 5  Geringere Bedürftigkeit.
Möglichst alle drei Jahre 120 Dz je ha.
- 6  Keine Humusbedürftigkeit.

Humuskarte
der Gemeinde Pietzkendorf
Kreis Danziger Höhe
aufgenommen 1931 durch Dr. E. Ostendorff

Maßstab 1 : 12500



Bodenkundliche Landesaufnahme der Freien Stadt Danzig.
 Leiter: Professor Dr. H. Stremme.



- 1  Größte Kalkbedürftigkeit.
Am besten alle 2 Jahre je ha 10 Dz Ätzkalk (CaO) zu Pulver gelöst, feinverteilt und flach untergebracht durch Eggen und Krümmern.
- 2  Große Kalkbedürftigkeit.
Am besten alle 3 Jahre 12 Dz Ätzkalk je ha in Form und Unterbringung wie bei Nr. 1.
- 3  Ziemlich große Kalkbedürftigkeit.
Alle 4 Jahre 15 Dz Ätzkalk je ha.
- 4  Mittlere Kalkbedürftigkeit.
Am besten alle 5 Jahre 15 Dz Ätzkalk je ha. (Wenn häufiger kleinere Mengen.)
- 5  Geringere Kalkbedürftigkeit.
Am besten bei 5jähriger Kalkung 10 Dz je ha.
- 6  Keine Kalkbedürftigkeit.
Bei gelegentlicher Tiefkultur wird der kalkhaltige Untergrund den Pflanzen genügend zugänglich.

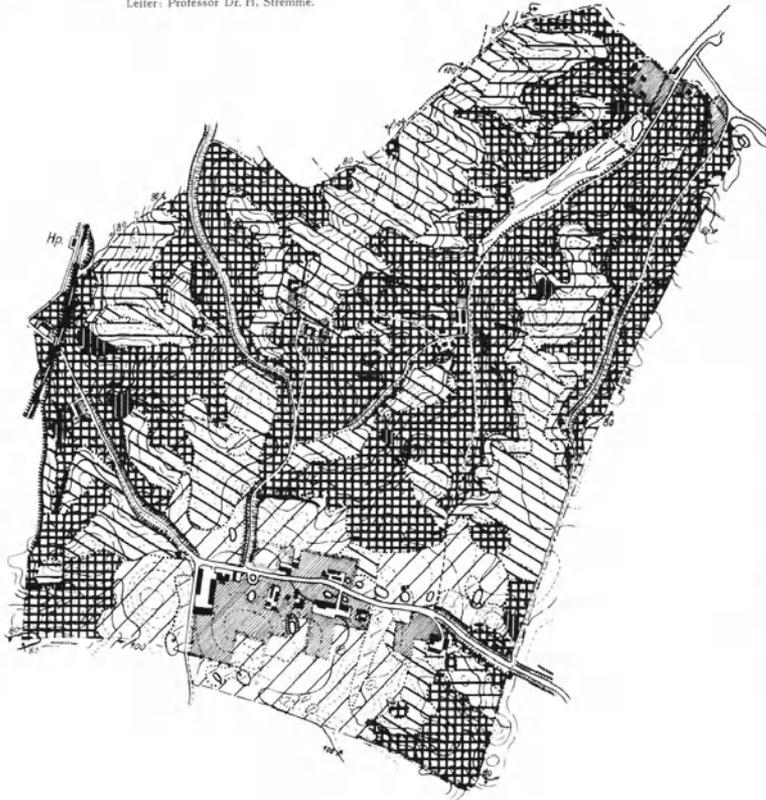
Wird anstelle von Ätzkalk Kalk (CaCO_3) verwendet, sind etwa doppelte Mengen zu nehmen. Noch besser ist Naturmergel, der in großer Menge in der Gemarkung vorhanden ist, je nach dessen Kalkgehalt in entsprechender Menge zu verwenden. (Siehe Gesteinsnutzungskarte.)

Kalkungskarte
 der Gemeinde Pietzkendorf
 Kreis Danziger Höhe
 aufgenommen 1931 durch Dr. E. Ostendorff

Maßstab 1 : 12500



Bodenkundliche Landesaufnahme der Freien Stadt Danzig.
 Leiter: Professor Dr. H. Stremme.



- 1  Jährliche Volldüngung unbedingt nötig. Am besten in Form von 4 Dz Thomasmehl, 2 Dz Kallsalz (42%), (für 2 Dz Kali auch 6 Dz Kainit zu nehmen), Stickstoff ist unbedingt erforderlich. Stickstoffmenge zu bemessen nach Gründünger, Stalldung, Bodenzustand und anzubauenden Pflanzen, z. B.: Kartoffeln, Rüben viel; Getreide mittel, (nur bei Leguminosen nicht). Gegeben am besten in nicht sauer wirkender Form, wie Kalkstickstoff, Salpeter usw. Zeit für Volldüngung am besten zeitiges Frühjahr, für Stickstoff nur das Frühjahr.
- 2  Jährliche Volldüngung von großem Erfolg. Form, Menge, Zeit usw. wie bei Nr. 1.
- 3  Jährliche Volldüngung von großem Erfolg und möglichst anzuwenden; doch können zeitweise ohne Phosphorsäure und Kali aber stets mit Stickstoff mittlere Ernten (keine Höchsterten) gesichert werden. Form und Menge der Dünger wie bei Nr. 1. Zeit der Düngung für Thomasmehl und Kali Herbst bis zeitiges Frühjahr, für Stickstoff nur das Frühjahr.
- 4  Düngung wie bei Nr. 3, nur kann in jeder Form, sauer oder alkalisch gedüngt werden.
- 5  Jährliche Volldüngung (Menge wie bei Nr. 1) gut, doch hält der Boden längere Düngungsunterbrechungen aus. Form der Dünger bei Berücksichtigung der Kalkkarte beliebig. Zeit ebenfalls beliebig. Kali und Phosphor kann auch auf Vorrat gegeben werden. Stickstoff jährlich notwendig.
- 6  Böden, die besonderer Pflege bedürfen (siehe übrige Karten), bis sie wie Nr. 5 behandelt werden können.
- 7  Wie Nr. 5 zu behandeln, doch alle Dünger können etwas eingeschränkt werden. Stickstoff muß eingeschränkt werden, da sonst leicht Lagerfrucht entsteht. Unter Grünland kein Stickstoffbedarf.

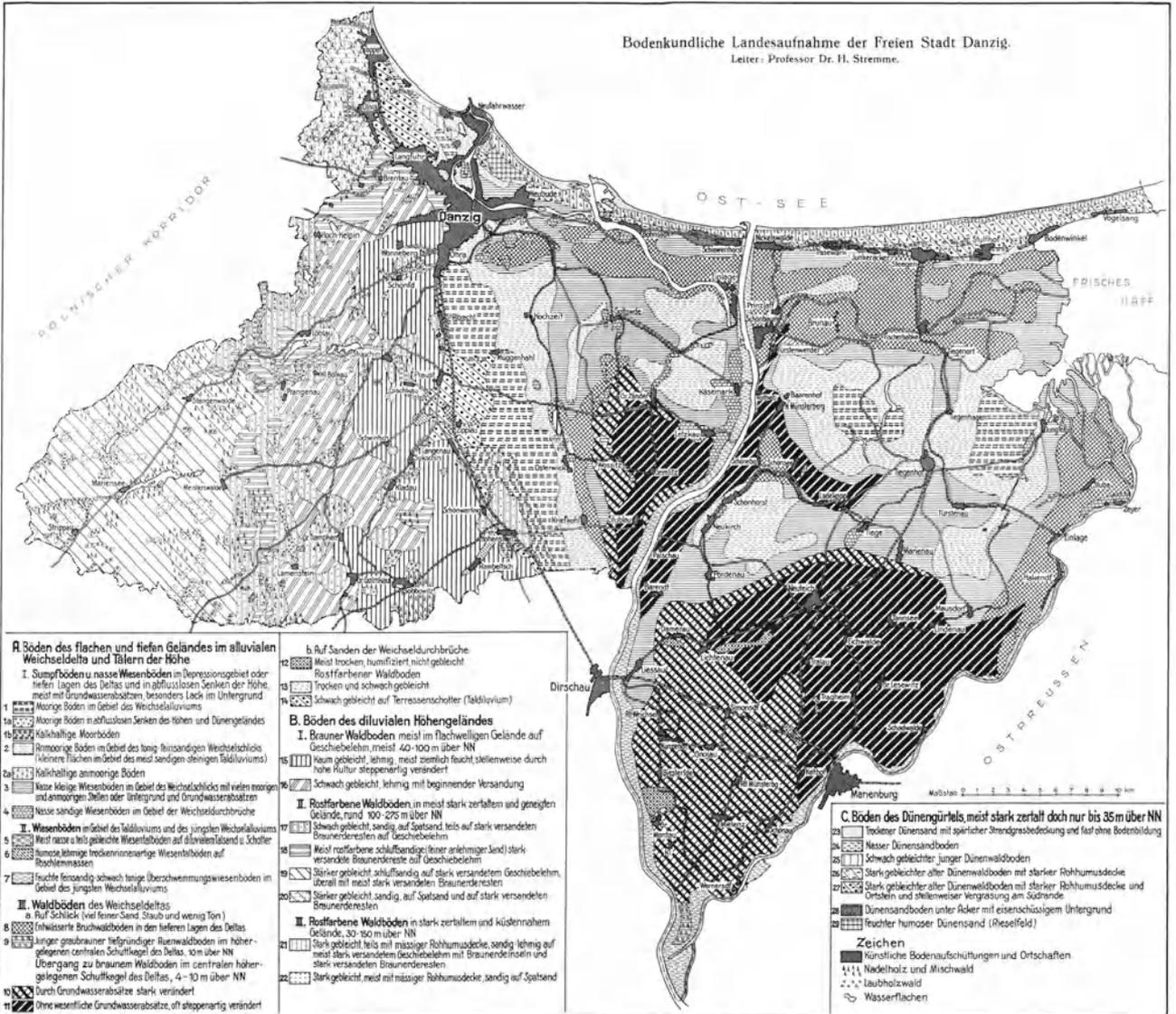
Kunstdüngerkarte
 der Gemeinde Pietzkendorf
 Kreis Danziger Höhe
 aufgenommen 1931 durch Dr. E. Ostendorf

Maßstab 1 : 12500



R. Bod. Weir. I. Su. he. me. 1. 1a. 1b. 2. 2a. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11.

Bodenkundliche Landesaufnahme der Freien Stadt Danzig.
 Leiter: Professor Dr. H. Stremme.



Bodenkarte des Gebiets der Freien Stadt Danzig.
 von Dr. Eberhardt Ostendorf

Verlag von Julius Springer in Berlin.