

Bodenkunde.

Von

Dr. E. Ramann,

Professor an der Universität München.

Dritte, umgearbeitete und verbesserte Auflage.

Mit 63 Textabbildungen und 2 Tafeln.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1911.

ISBN-13:978-3-642-90285-7 e-ISBN-13:978-3-642-92142-1
DOI: 10.1007/978-3-642-92142-1

**Alle Rechte, insbesondere das der
Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
Softcover reprint of the hardcover 3rd edition 1911**

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die „Bodenkunde“ ist aus der 1895 erschienenen „Forstlichen Bodenkunde und Standortslehre“ hervorgegangen. Die fortschreitende Entwicklung der Wissenschaft machte es erwünscht, die Lehre von der Entstehung, den Eigenschaften und den Umbildungen des Bodens selbständig zu behandeln und hierdurch einem größeren Kreise zugänglich zu machen.

Das Buch wendet sich nicht nur an Land- und Forstwirte und Agrikulturchemiker, sondern auch an alle, die mit dem Boden zu tun haben, zumal an Geologen, Geographen, Botaniker. Die Vorgänge der Verwitterung werden erst voll verständlich, wenn man die Umsetzungen in der obersten Erdschicht, dem Boden, verfolgt; die Verteilung der Pflanzenwelt erst, wenn man ihre Einwirkung auf den Boden berücksichtigt.

Der Gedanke, der dem Verfasser bei Behandlung des Gegenstandes vorschwebte, war, das bisher bekannte Wissen vom Boden unter leitenden Gesichtspunkten zu sammeln. Noch wichtiger erschien es, zu zeigen, daß man die Erde als einen großen Organismus betrachten kann; die Umbildungen ihrer obersten anorganischen Schichten sind eben so durch das herrschende Klima bedingt, wie das organische Leben. Einer einheitlichen Auffassung kommt man aber erst näher, wenn man beide zueinander in Beziehung bringt. Stehen wir auch erst ganz im Anfange der Erkenntnis, so treten doch schon große Züge hervor und lassen ahnen, welchen Charakter dereinst die „Biologie der Erdoberfläche“ tragen wird.

Bodenkunde ist bisher fast stets als ein Teil der Agrikulturchemie behandelt worden, obgleich zwischen der Ernährungslehre der Nutzpflanzen und der Geologie der obersten Erdschicht doch nur ein loser Zusammenhang besteht. Diese Verhältnisse brachten es mit sich, daß die Bodenkunde zumeist nur zur Lösung bestimmter Fragen herangezogen wurde und als selbständige Wissenschaft kaum

Beachtung fand. Nur hieraus ist es zu erklären, daß seit Fallou, dem eigentlichen Begründer der Wissenschaft des Bodens, bis zu den letzten Jahren überhaupt keine selbständige wissenschaftliche Bodenkunde erschienen ist.

Große Schwierigkeiten bot die Sichtung der Literatur. Das meiste Material ist Arbeiten anderer Disziplinen zu entnehmen; oft findet es sich nebenher bei Untersuchungen ganz abweichender Fragen. Innerhalb des gegebenen Raumes war die Zusammenstellung der gesamten Literatur ausgeschlossen; nur für wichtige oder wenig bekannte Tatsachen sind ausführliche Zitate gegeben.

Von den einzelnen Abschnitten sind die Verwitterungslehre sowie Bildung und Eigenschaften der humosen Ablagerungen am eingehendsten behandelt.

Wie bereits in der „Forstlichen Bodenkunde“, wurden den Betrachtungen der Verwitterung die Lehren der physikalischen Chemie zugrunde gelegt; sie haben entsprechend den Fortschritten der Wissenschaft erweiterte Anwendung gefunden. Nur durch diese Grundlage wird die Bedeutung des Klimas und die beherrschende Wirkung des Wassers verständlich. Die Verbreitung klimatischer Bodenzonen erscheint nicht mehr als etwas Fremdartiges, sondern als naturgemäße Folge der wirkenden Ursachen.

Tunlichst kurz sind die Bodenarten behandelt, die aus der Verwitterung anstehender Gesteine gebildet werden; ihr Verhalten läßt sich unschwer aus Zusammensetzung, Struktur und Lagerung der Gesteine ableiten und hat zumeist nur für kleinere Gebiete Bedeutung.

Erhebliche Schwierigkeiten bot die Nomenklatur. Es ist wohl unzweifelhaft, daß man aus dem Stande der Nomenklatur einen Rückschluß auf den Stand einer Wissenschaft machen kann; aber ebenso unzweifelhaft scheint es zu sein, daß eine stark ausgeprägte Nomenklatur, so sehr sie dem Fachmann die Behandlung eines Gegenstandes erleichtert, dem Nichtspezialisten das Eindringen erschwert. Für Wissenschaften, die sich an weitere Kreise wenden, scheint es mir deshalb richtiger, lieber ein paar Worte mehr zu gebrauchen, als zahlreiche Fachausdrücke neu zu schaffen. Ich habe mich daher tunlichst beschränkt und nur schärfer getrennt, was mir unbedingt notwendig zu sein schien.

München, im Januar 1905.

E. Ramann.

Vorwort zur dritten Auflage.

Nach Erscheinen der zweiten Auflage der „Bodenkunde“ hat Verfasser fast sofort mit der erneuten Durcharbeitung des umfangreichen Stoffgebietes begonnen und seine Zeit überwiegend dieser Aufgabe gewidmet. Als Ertrag fünfjähriger Arbeit unterbreite ich heute die dritte Auflage des Werkes dem Urteil der Fachgenossen.

Bereits ein flüchtiger Hinblick zeigt, daß aus der zweiten Auflage nur wenige Seiten unverändert übernommen sind. Die Umarbeitung war notwendig, um die Fortschritte der physikalischen Chemie, besonders der Kolloidchemie für die Bodenkunde nutzbar zu machen und sie mit den neuen Errungenschaften der Wissenschaft in Einklang zu bringen.

Kaum weniger eingreifend gestaltete sich der Einfluß der Biologie und Bakteriologie, so daß die Schwierigkeit bestand, nicht nur ein, sondern mehrere voneinander unabhängige Gebiete des Wissens zu berücksichtigen und zu verwerten.

Die wichtigsten Änderungen gegenüber der zweiten Auflage sind:

1. Die Lehre von der chemischen Verwitterung der Silikate ist auf hydrolytische Spaltung zurückgeführt; den Säuren, besonders der Kohlensäure sind nur sekundäre Wirkungen beizumessen.

2. Die bessere Kenntnis der Kolloide führte zur Umgestaltung der Lehre vieler Verwitterungsvorgänge, zahlreicher Umsetzungen im Boden und der Bodenabsorption.

Um diese schwierigen und meist neuen Auffassungen leichter zugänglich zu machen, war es notwendig, die grundlegenden Gesichtspunkte kurz zu besprechen.

Der Ausarbeitung dieser beiden Gruppen ist besondere Sorgfalt gewidmet worden.

3. Die Zersetzung der abgestorbenen organischen Reste ist auf biologische Grundlagen zurückgeführt worden. Die Erkenntnis, daß es „Humussäuren“ nicht gibt, führte zu einer vereinfachten Einteilung der Humusformen.

4. Die Bodenphysik, besonders das Verhalten des Bodens zum Wasser, bedarf erneuter Durchforschung, die aber nur das Resultat jahrelanger Arbeit sein kann.

5. Die „Biologie des Bodens“ ist hier zum ersten Male selbständig bearbeitet. Es ist ein neuer Zweig der Bodenkunde, der reiche Früchte verspricht.

6. Der Einteilung der Böden liegt, wie in der letzten Auflage, die Gliederung in klimatische Provinzen zugrunde; jedoch hat sich Verfasser bemüht, auch den bisherigen Systemen gerecht zu werden.

Das vorliegende Buch behandelt die Bodenkunde als Wissenschaft.

Seit mehr als zwei Jahrzehnten bin ich mit Vorarbeiten für die als zweiten Teil des Werkes gedachte „angewandte Bodenkunde“ beschäftigt, welche die Einwirkungen des Bodens auf die Pflanzenwelt und hieran anschließend die Kulturmethoden zu behandeln hat. Dieser Teil würde auch dem ursprünglich forstlichen Charakter des Buches wieder Rechnung tragen. Die außergewöhnliche Sprödigkeit des Stoffes und angespannte Lehrtätigkeit haben die Vollendung der wiederholt begonnenen Bearbeitung immer wieder verhindert.

Bei der Ausarbeitung stellte sich bald heraus, daß im Rahmen des Buches eine einigermaßen vollständige Aufzählung der Literatur undurchführbar war. Um diesen Mangel nach Kräften auszugleichen, erklärt sich Verfasser bereit, Interessenten die wichtigste Literatur anzugeben.

Formeln, sowohl mathematische wie chemische, sind nur benutzt, wenn sich ihre Anwendung nicht umgehen ließ. Ist jemand geübt, in Formeln zu denken, so kann er die fehlenden meist leicht ersetzen; fehlt diese Übung, so wird das Studium durch Formeln eher erschwert als erleichtert.

Die Anordnung des Buches machte es notwendig, einzelne Gegenstände unter verschiedenen Gesichtspunkten zu behandeln (z. B. Pflanzen als Torfbildner und in der Biologie des Bodens); hierbei ließen sich Wiederholungen nicht vermeiden. Um im Text nicht allzu zahlreiche Verweise auf andere Stellen des Buches geben zu müssen, wurden die bezüglichen Tatsachen vielfach kurz zusammengefaßt.

Bei der Ausarbeitung ist mir vielfach Unterstützung durch Rat und Tat zuteil geworden. Ich danke zunächst meinen Mitarbeitern, den Herren Assistenten Forstamtsassessor Dr. H. Bauer und Dipl.-Ingenieur H. Niklas, besonders auch Herrn Dr. G. Birstein, dessen Hilfe mir die Ausgestaltung der chemisch-physikalischen Teile

des Buches nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft erleichterte, und dessen Rat ich wiederholt z. B. bei der Besprechung der Sedimentation gefolgt bin; Herrn Privatdozent Dr. Schmauss, der die elektrischen Vorgänge im Boden bearbeitete, ferner Professor A. Baumann, der mir bereits vor der Veröffentlichung Einsicht in seine grundlegenden Arbeiten über Humusstoffe gestattete. Forstadjunkt Stiny und Prof. Schreiber in Staab (Böhmen) stellten Abbildungen zur Verfügung; Oberforstmeister Dr. A. Möller, Geh. Reg.-Rat Remelé, Prof. Albert halfen mir durch zum Teil schwierig herzustellende Präparate und Photographien. Ihnen allen herzlichen Dank!

München, im November 1910.

E. Ramann.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
1. Geschichtliches über die Bodenkunde	1
2. Boden; Bodenkunde	5
Erster Abschnitt.	
Bodenbildung	8
I. Verwitterung.	
1. Der Zerfall der Gesteine (physikalische Verwitterung)	6
A. Einwirkung der Temperatur	10
B. Spaltenfrost	13
C. Zertrümmerung durch mechanischen Druck	14
2. Verwitterung durch Organismen	16
3. Die lösende Wirkung des Wassers	18
4. Die Zersetzung der Gesteine (chemische Verwitterung)	22
A. Einfluß der Temperatur	22
B. Einfluß des Luftsauerstoffes	23
C. Verwitterung der Silikate	24
D. Die Einwirkung der Säuren bei der Verwitterung	27
E. Einwirkung der Humusstoffe auf die Verwitterung	30
F. Verwitterung durch Salzlösungen und Bodenabsorption	33
1. Heterogene Reaktionen. Chemische Massenwirkung	35
2. Hydrolyse	37
3. Die Kolloide	39
a) Eigenschaften der kolloiden Lösungen	41
b) Kolloidkomplexe und Absorptionsverbindungen	44
4. Der Absatz fester Teile in Wasser (Sedimentation)	45
a) Die Oberflächenspannung 46. — b) Reibung 46. — c) Elek-	
trische Ladung, Endosmose und Kataphorese 47. —	
d) Schwellenwerte 48. — e) Gegenseitige Ausfällung elek-	
trisch verschieden geladener disperser Systeme 49. —	
f) Brownsche Molekularbewegung 50. —	
G. Oberflächenspannung	51
H. Die Bodenabsorption	54
1. Die Absorption der Säuren	59
2. Die Absorption der Salze	60
3. Wirkung des Wassers bei der Absorption	61

	Seite
4. Im Boden vorkommende absorbierend wirkende Stoffe . . .	61
1. Aluminatsilikate 62. — 2. Tonerde-Doppelsilikate 62. —	
3. Zeolithische Mineralien 63. — 4. Felsbildende Minerale	
(Feldspate, Hornblende usw.) 63. — 5. Amorphe Kieselsäure	
66. — 6. Kolloide Tonerde und Eisenoxyde 66. —	
7. Humusstoffe 67. —	
5. Bestimmung der Absorption des Bodens	68
6. Der Verlauf der Absorption in neutralen Böden	69
I. Einfluß von Salzen auf die Verwitterung	70
K. Die Lateritverwitterung	71
L. Oberflächen und Tiefenverwitterung	72
M. Einfluß des Klimas auf die Verwitterung (vgl. Bodenzonen).	74
N. Die Zeitdauer der Verwitterungsvorgänge	74
O. Wanderung der löslichen Salze im Boden	78
5. Auswaschung des Bodens	82
A. Der Verlauf der Auswaschung in humiden Gebieten	84
B. Die Auswaschung der Böden in ariden Gebieten	88
C. Sickerwässer der Böden	89
D. Quell- und Grundwässer. Flußwässer	91
6. Absätze aus verwitternden Gesteinen	96
A. Karbonate 97. — B. Kieselsäure und Silikate 99. — C. Phosphate	
99. — D. Sulfate und Sulfide 100. — E. Oxyde und Oxydhydrate	
100. —	
7. Der Transport der Verwitterungsprodukte	103
A. Der trockene Abtrag	104
B. Abtrag durch Wasser	107
1. Massentransport	107
2. Abspülung	111
3. Durchschlämmen	114
4. Einzeltransport	116
5. Trieb sand	118
6. Wasserabfuhr und Hochwasser	119
C. Abtrag durch Eis	123
D. Abtrag durch Luftbewegung (Wind)	126
1. Flugsand	127
2. Meeresdünen	128
3. Löß	132
4. Vulkanische Aschen	134
II. Humus und Humusbildung	135
1. Verwesung	138
A. Einfluß der Temperatur 139. — B. Einfluß der Feuchtigkeit	
139. — C. Einfluß der Nährsalze 141. — D. Einfluß des	
Sauerstoffs 141. — E. Einfluß schädlicher Stoffe 142. —	
F. Oxydation durch chemische Vorgänge 143. —	
2. Fäulnis	144
3. Verlauf der Zersetzung organischer Stoffe in der Natur. Humusbildung	148

	Seite
4. Chemie der Humusstoffe	165
A. Absorptiv gesättigte und ungesättigte Humuskörper	159
B. Einzelne Bestandteile der Humuskörper	161
1. Stauberden 161. — 2. Organische Verbindungen des Bodens 162. — 3. Phosphorsäuregehalt des Humus 162. — 4. Stickstoffgehalt des Humus 163. — 5. Verhalten gegen die Pflanzenwelt 164. —	
C. Chemische Bestimmung der Humusstoffe	165
5. Bedeutung der Humusstoffe für die Böden	168
6. Humusformen	171
A. Torf 171. — B. Moder 172. — C. Mull 172. — D. Durch chemische Ausfällung ausgeschiedene humose Stoffe 173. — E. Übersicht der Humusvorkommen 175. —	
7. Unter Wasser gebildete humose Ablagerungen	178
A. Wachstumsverhältnisse der Wasserpflanzen 180. — B. Waldmoore 185. — C. Quellmoore 185. — D. Hangmoore 186. —	
8. Formationen zeitweise überschwemmter Flächen	186
1. Brücher 187. — 2. Mangrove-Brücher 188. — 3. Auen 189. — 4. Die Marschen der Seeküsten 189. — 5. Der Schlamm der Salzseen 191. —	
9. Torfzerstörer. Wald auf Humusboden	191
10. Humusformen des trockenen Bodens. Trockentorf	192
11. Veränderung der Böden unter Rohhumus	199
1. Ortsteinbildung 199. — 2. Ortstein 204. — 3. Physikalische Änderungen des Bodens bei Rohhumusbedeckung 207. — 4. Zerstörer des Rohhumus 207. — 5. Versumpfende Wälder 209. —	
12. Hochmoor (Moosmoor)	213
1. Torfbildende Pflanzen des Hochmoors 213. — 2. Höhenwuchs der Moore 214. — 3. Das Verhalten der Hochmoore gegen Wasser 216. —	
13. Geographische Verbreitung der Moore	220
14. Geschichte der Moore	222
Klimaänderungen und Moorbildungen in Nord-Europa 223. — Bau der Hochmoore 225.	
15. Physiographie organogener Ablagerungen	227
A. Schlammablagerungen	227
B. Humose Niederschläge	228
C. Modererden	229
Alpenhumus	230
D. Torf	231
1. Der Mineralstoffgehalt des Torfes 233. — 2. Torfe der Verlandungsbestände 234. — 3. Trockentorfe 236. — 4. Hochmoortorfe 236. —	

Zweiter Abschnitt.

Seite

Chemie der Böden	239
I. Mikroskopische Analyse der Böden	241
II. Spezielle Chemie des Bodens	239
1. Reaktion der Böden	241
2. Einzelne Bestandteile des Bodens	243
A. Kieselsäure und Silikate 243. — B. Kaolingel 245. — C. Eisen- oxyd 245. — D. Aluminium und Tonerde 247. — E. Man- gan 248. — F. Magnesium 248. — G. Kalzium 248. — Kalk- karbonat 249. — H. Kalium 250. — I. Natrium 251. — Natriumkarbonat 251. —	
3. Die Säuren des Bodens	252
A. Phosphorsäure 252. — B. Chlor 256. — C. Schwefel 258. — D. Stickstoff 258. —	
1. Kreislauf des Stickstoffs 259. — 2. Ammon 260. — 3. Die Absorption von Ammoniak aus der Luft 260. — 4. Salpetrige Säure 261. — 5. Salpetersäure 261. —	
4. Die chemische Analyse des Bodens	262
5. Die Bedeutung der Bodenanalyse	272
Mittlerer Gehalt verschiedener Bodenarten an Trockensubstanz, Wasser und Pflanzennährstoffen	274
6. Bodentätigkeit	277
7. Bodenkraft, Fruchtbarkeit, Ertragsvermögen	278
Die mineralische Kraft der Böden	281

Dritter Abschnitt.

Physik des Bodens	282
I. Mechanische Bodenanalyse	282
1. Die Gestalt der Bodenkörner	287
2. Methoden der Schlämmanalyse	288
3. Methoden der zweiten Gruppe	289
4. Vereinbarte Methoden	291
5. Die Bedeutung der mechanischen Bodenanalyse	293
II. Bau (Struktur des Bodens)	295
1. Einzelkornstruktur	295
2. Krümelstruktur	299
A. Ursachen der Krümelbildung	300
1. Volumänderungen der Böden 303. — 2. Frost 304. — 3. Biologische Einwirkungen 304. —	
B. Die Zerstörung der Bodenkrümel	304
C. Die Bedeutung der Krümelung	306
3. Lagerungsverhältnisse „gewachsener“ Böden	307
III. Die Kohäsion des Bodens	310
1. Druckfestigkeit	311
2. Wassergehalt	313
3. Salze	314
4. Humus	314

	Seite
IV. Das Volumgewicht (spezifisches Gewicht) der Bodenbestandteile und Bodenarten	315
V. Die Farbe des Bodens	317
1. Humusstoffe	318
2. Eisenverbindungen	318
VI. Die Größe der Oberfläche der Bodenkörner	320
VII. Das Verhalten des Wassers zum Boden	324
1. Eigenschaften des Wassers	324
2. Volumänderungen der Böden	327
3. Die Wasserführung des Bodens	329
A. Bodenwasser 329. — B. Hygroskopisches Wasser 330. —	
C. Das Kapillarwasser des Bodens 331. — D. Kapillarer	
Aufstieg des Wassers 333. —	
4. Die Wasserkapazität des Bodens	336
5. Wasserführung des Bodens	339
6. Der kapillare Aufstieg des Wassers	340
7. Das Eindringen des Wassers im Boden. Durchlässigkeit	343
A. Einfluß der Temperatur 343. — B. Einfluß des Luft-	
drucks 349. — C. Bestimmung der Durchlässigkeit 349. —	
8. Die Wasserverdunstung des Bodens	350
A. Meteorologische Faktoren 350. — B. Luftbewegung 351. —	
C. Physikalische Eigenschaften der Böden 352. —	
9. Menge des Bodenwassers. Winterfeuchtigkeit	356
10. Sickerwassermengen	359
11. Grundwasser	360
Schwankungen des Grundwassers 363.	
12. Verunreinigung von Gewässern	367
13. Die Wasserführung der Flüsse	368
14. Einfluß des Wassers auf die Umgebung	369
VIII. Beziehungen des Bodens zur atmosphärischen Luft	371
1. Bildung und Bindung von freiem Stickstoff, Sauerstoff und von	
Kohlensäure	372
2. Die Stickstoffverbindungen der Atmosphäre	374
3. Ozon und Wasserstoffsperoxyd in der Atmosphäre	375
4. Andere Gase in der Atmosphäre	376
5. Staubteilchen in der Atmosphäre	376
6. Höhenrauch	377
7. Die Waldluft	378
8. Adsorption von Gasen durch den Boden	380
9. Tauniederschläge im Boden	382
10. Durchlüftung des Bodens	385
11. Luftkapazität	385
12. Gasaustausch im Boden	386
13. Durchlässigkeit des Bodens für Luft	388
14. Die Zusammensetzung der Bodenluft	390

	Seite
IX. Das Verhalten des Bodens zur Wärme	392
1. Quellen der Wärme	392
2. Erwärmung der Böden	393
3. Die Wärmekapazität	393
4. Die Wärmeleitung der Böden	394
5. Einfluß des Wassers	395
6. Bodentemperaturen	396
A. Tägliche Schwankungen der Bodentemperatur 398. — B. Jährliche Schwankungen der Bodentemperatur 399. —	
7. Der Wärmeaustausch des Bodens	403
X. Elektrische Vorgänge in den obersten Schichten der Erde	405
1. Horizontale Ströme	406
2. Vertikale Ströme	406
3. Ladungen der Erde durch Niederschläge	407
4. Die Radioaktivität des Bodens	408

Vierter Abschnitt.

Biologie des Bodens	409
--------------------------------------	-----

I. Der Einfluß der Pflanzen auf den Boden	410
--	-----

1. Die Pilze des Bodens	413
--	-----

A. Die Bakterien der Verwesung und der Fäulnis	416
--	-----

1. Fäulnis	416
----------------------	-----

2. Zellulosezerstörer	416
---------------------------------	-----

3. Bakterien mit spezialisierten Lebensbedingungen	418
--	-----

a) Stickstoffbakterien	418
----------------------------------	-----

a) Bindung freien Stickstoffs durch Organismen 418. —	
---	--

b) Ammonbildung im Boden durch niedrigere Organismen 421. —	
---	--

c) Bildung von Salpetersäure durch Mikroben 422. —	
--	--

d) Die denitrifizierenden Organismen des Bodens 425. —	
--	--

e) Der Energieumsatz bei Bildung und Zersetzung der verschiedenen Stickstoffverbindungen 428. —	
---	--

b) Methan und wasserstoffbindende Bakterien	429
---	-----

c) Bakterien, die den Erdgeruch erregen	429
---	-----

d) Eisenbakterien	429
-----------------------------	-----

e) Schwefelbakterien	430
--------------------------------	-----

f) Abwässerpilze	431
----------------------------	-----

B. Fadenpilze	432
-------------------------	-----

C. Zahl und Bedeutung der niederen pflanzlichen Organismen im Boden	436
---	-----

D. Die Zahl der Pilze im Boden	439
--	-----

E. Die Gare des Bodens	441
----------------------------------	-----

2. Die Algen der Böden	442
---	-----

3. Die Einwirkung der höheren Pflanzen auf den Boden	443
---	-----

A. Pflanzliche Bodendecken	443
--------------------------------------	-----

1. Wirkung auf Luftbewegung	444
---------------------------------------	-----

2. Bodentemperatur	445
------------------------------	-----

3. Waldboden	446
------------------------	-----

	Seite
4. Wasserführung bestandener Böden	448
a) Die Wasserführung der von Pflanzen bedeckten Böden 450. — b) Die Wasserführung der Waldböden 450. — c) Einfluß eines Pflanzenbestandes auf die Bodenstruktur 456. — d) Einfluß der Pflanzen auf chemische Umsetzungen 458. — e) Der Einfluß der Vegetation auf die Zusammensetzung der Bodenluft 459. — f) Wirkung verrottender Wurzeln 460. —	
B. Einfluß der Pflanzengemeinschaften auf den Boden	460
1. Die Pflanzengemeinschaften der humiden Gebiete	461
2. Der Einfluß der Holzgewächse auf den Boden	462
a) Einwirkungen des Waldes	462
1. Der tropische Regenwald 462. — 2. Buche 463. — 3. Die Fichte 465. — 4. Die Eiche 466. — 5. Die Kiefer 467. —	
b) Niedere Bodendecken	467
1. Flechten 467. — 2. Moose 468. — 3. Beerkräuter, Heide und Reiser 469. — 4. Gräser 475. —	
c) Die Pflanzen der Verlandungsbestände	478
d) Die Hochmoore	481
II. Der Einfluß der Tiere auf den Boden	484
Wurmarten 487. — Krebse 491. — Insekten 491. — Höhere Tiere 493. —	
III. Die Beeinflussung des Bodens durch den Menschen . .	495
Landwirtschaftlich genutzte Böden	497

Fünfter Abschnitt.

Lagerung, Ausformung und Ortslage der Böden	501
1. Bodenprofil	501
A. Oberboden	502
B. Unterboden	503
2. Häufig auftretende Bodenprofile	504
3. Mächtigkeit des Bodens	505
4. Verhärtete Bodenschichten. Bodensole	505
5. Anorganische Bodendecken	507
A. Schnee 507. — B. Steine 509. — C. Sand 510. — D. Physikalisch abweichende Bodenschichten 511. —	
6. Örtliche Einflüsse	511
A. Exposition und Inklination 512. — B. Einfluß des Windes 516. — C. Einfluß der Lage auf die Pflanzenwelt 517. — D. Ortslagen 519. —	

Sechster Abschnitt.

Einteilung der Böden	521
I. Die klimatischen Bodenzone	521
1. Humide und aride Bodenarten	526
2. Übersicht der klimatischen Bodenbildungen	528
A. Böden des Gesteinszerfalles	529
I. Humid 529. — II. Arid 529. —	

	Seite
B. Böden der Gesteinszersetzung	530
(Vorherrschen der chemischen Verwitterung.)	
I. Humid 530. — II. Arid 535. —	
C. Salzböden	536
D. Steppenböden	538
E. Die Schwarzerden	539
II. Andere Einteilung der Bodenarten	542
1. Einteilung nach den physikalischen Eigenschaften der Böden	543
A. Steinböden	543
B. Sandbodenarten	544
C. Staubböden	547
a) Flottsande 548. — b) Löß 549. —	
D. Lehm Böden	549
E. Tonböden	553
F. Kalkböden	555
G. Humusböden	556
2. Einteilung der Böden nach ihrer Bildungsweise	556
(geologisch-petrographische Einteilung.)	
3. Einteilung der russischen Böden nach Sibirzew	559
4. Einteilung der Böden nach Glinka	559
III. Übersicht der Bodenarten Europas	560
1. Einfluß der Eiszeit	560
A. Bau der nordischen Diluvialablagerungen	563
B. Geschichte der europäischen Flora	567
2. Der Kampf der Pflanzenformationen	571
3. Die Bodengebiete Europas	578
A. Gebiete des Gesteinszerfalles	578
(der physikalischen Verwitterung.)	
a) die Tundren	578
b) Hochgebirge	580
B. Böden vorherrschend chemischer Verwitterung	581
A. Humide Gebiete	581
a) Podsolböden	581
b) Braunerden	585
1. Kristallinische Gesteine	587
2. Schiefergesteine	590
c) Gelb- und Roterden	600
B. Böden der ariden Gebiete	601
IV. Bodenkarten	604
1. Angewandte Methode der Bodenkartierung	607
2. Landwirtschaftliche Bonitätskarten	611
Sachregister	614