

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	XV
Einleitung	1
A. Entstehung und Zusammensetzung der Böden	3
I. Anorganisches Ausgangsmaterial	3
1. Minerale	3
2. Gesteine	7
a) Magmatite	7
b) Sedimente	10
c) Metamorphite	13
II. Verwitterung	14
1. Physikalische Verwitterung	14
2. Chemische Verwitterung	15
a) Lösung von Salzen	16
b) Hydrolyse von Silicaten	17
c) Einfluß von sauren Lösungen	19
d) Einfluß der Pflanzen	19
e) Redoxeinfluß	20
3. Verwitterungsstabilität von Mineralen	21
4. Verwitterungsstabilität von Gesteinen	22
5. Verwitterungsgrad von Böden	22
III. Körnung (Textur, Korngrößenzusammensetzung)	23
1. Kornfraktionen	23
2. Bestimmung	24
3. Körnungsklassen (Bodenarten)	25
4. Einfluß der Körnung auf die Eigenschaften und die Ertragsfähigkeit der Böden	27
IV. Mineralzusammensetzung von Böden	29
V. Oxide des Si, Al, Fe, Ti und Mn	31
1. Siliciumdioxid und Kieselsäure	32
2. Aluminiumoxide	35
3. Eisenoxide	35
4. Titanoxide	39
5. Manganoxide	39
VI. Tonminerale	41
1. Allgemeine Eigenschaften	41
a) Gitterbau	41
b) Ursache der überschüssigen Ladung in den Silicatschichten	45
2. Tonminerale der Böden	46
a) Zweischichtminerale	46
(1) Kaolinite	46
(2) Halloysite	47
b) Dreischichtminerale	48
(1) Illite	49
(2) Vermiculite	51
(3) Montmorillonite	52

c) Vierschichtminerale (Chlorite)	53
d) Allophane	55
e) Übergangs- und Wechsellagerungsminerale	55
3. Bestimmung	57
4. Bildung und Umwandlung der Tonminerale	59
a) Bildung aus Glimmern	59
b) Bildung aus Zerfallsprodukten von Silicaten	59
c) Tonmineralumwandlung	60
d) Bildung in Abhängigkeit vom Ausgangsgestein	61
5. Vorkommen in Böden	62
VII. Organische Substanz	64
1. Definition, Bestimmung und Einteilung	64
2. Nichthuminstoffe und ihre Umwandlung	66
3. Huminstoffe	68
a) Ausgangsstoffe	68
b) Bildungsweise der Huminstoffe	68
c) Einteilung und Eigenschaften der Huminstoffe	70
4. Gleichgewicht zwischen Anlieferung und Abbau der organischen Substanz	72
a) Mineralisierung	73
b) Einfluß des Klimas und Wassergehalts	74
c) Einfluß des Reliefs	75
d) Einfluß der Körnung	75
e) Einfluß der Nutzungsform	76
f) Einfluß der Düngung	78
(1) Stallmist- und Kompostdüngung	79
(2) Strohdüngung	80
(3) Gründüngung	81
(4) Anorganische Düngung	82
g) pH-Einfluß	82
5. Bedeutung der organischen Substanz für Boden und Pflanze	84
a) Chemische und bodenbiologische Wirkungen	84
b) Physikalische Wirkungen	85
c) Wirkstoffe	85
VIII. Organo-mineralische Verbindungen	86
IX. Bodenorganismen	89
1. Einteilung und Beschreibung der Bodenorganismen	89
a) Flora	89
b) Fauna	91
2. Lebensbedingungen der Bodenorganismen	92
a) Nahrung	92
b) Feuchtigkeit	93
c) Durchlüftung	93
d) Temperatur	93
e) pH-Wert	94
3. Zahl und Verteilung der Bodenorganismen	94
a) Durchschnittswerte	95
b) Abhängigkeit von Profiltiefe, Körnung, Gehalt an organischer Substanz und Jahreszeit	96
c) Biozönosen	98
4. Einfluß der Bodenorganismen auf die Bodeneigenschaften	99
a) Chemische Eigenschaften	99
b) Physikalische Eigenschaften	101
c) Profilbildung	102
5. Einfluß von Kulturmaßnahmen auf das Bodenleben	103

B. Eigenschaften der Böden	105
I. Kationenaustausch	105
1. Allgemeines über Sorptionsvorgänge	105
2. Beschreibung des Kationenaustausches und Grundbegriffe	106
3. Bestimmung der austauschbaren Kationen und der Austauschkapazität	108
4. Ladung und Oberfläche der anorganischen Austauscher	109
a) Schichtladung und pH-abhängige Ladung	109
b) Spezifische Oberfläche	110
c) Ladungsdichte	111
5. Ursachen und Ausmaß des Kationenaustausches	111
a) Tonminerale	111
b) Kieselsäure, Al- und Fe-oxide	115
c) Organische Substanz	116
6. Elektrische Doppelschicht der Austauscher	117
a) Modell der diffusen Doppelschicht	117
b) Weitere Modelle der Doppelschicht	119
c) Dicke der Doppelschicht	120
7. Einfluß verschiedener Faktoren auf den Kationenaustausch	122
a) Eigenschaften der Kationen	124
b) Ladungsdichte	127
c) Konzentration der Lösung	128
d) Austausch anomalies	131
(1) K- und NH_4 -Ionen	131
(2) Andere Kationen	133
e) Gleichungen des Kationenaustausches	133
8. Kationenbelag von Böden	136
a) Austauschkapazität (AK)	136
(1) Organische Substanz	136
(2) Anorganische Substanz	137
(3) AK-Verlauf im Bodenprofil	138
b) Austauschbare Kationen	139
c) Heterogene Ionenverteilung	140
II. Anionenadsorption	141
III. Bodenacidität	143
1. Entstehung der Bodenacidität	144
a) Sickerwasser	144
b) Pflanzen	145
c) Düngung	145
2. Säuregruppen und Säurestärke der Austauscher	146
a) Tonminerale	146
(1) H_3O -Ionen	146
(2) Monomere Al-Ionen	147
(3) Hydroxo-Al-Polymere	148
b) Al- und Fe-oxide	149
c) Organische Substanz	149
3. Bestimmung der Bodenacidität	150
a) pH-Wert	150
b) Kalkpotential	152
c) Austauschacidität ($\text{Al} + \text{H}_3\text{O}$)	152
d) Gesamtacidität (titrierbare Acidität)	153
4. pH von Böden	153
a) Einfluß der austauschbaren Kationen und des Salzgehaltes	154
b) pH-Änderungen im Freiland	155
5. Al- und Mn-Toxizität	158

6. Bodenacidität und pH	160
a) Titration von Böden	160
b) V-Wert und pH	161
c) Kalkbedarf	163
7. Ertragsfähigkeit und pH	164
8. Pufferung	166
IV. Redoxvorgänge	167
V. Flockung und Peptisation	171
1. Energetische Wechselwirkung zwischen Bodenkolloiden	172
2. Einfluß von Kationenbelag und Wertigkeit auf die Flockung	174
a) Teilchen mit negativer Ladung (Kationenaustauscher)	175
b) Teilchen mit positiver Ladung (Anionenaustauscher)	176
3. Aufbau der Flocken	176
4. Einfluß des elektrokinetischen Potentials	177
VI. Bodengefüge (Bodenstruktur)	178
1. Lagerungsform der Böden	178
a) Einzelkorngefüge	178
b) Kohärentgefüge	180
c) Aggregatgefüge	180
2. Poren	183
a) Primär- und Sekundärporen	183
b) Porenform	183
c) Porenvolumen (Porosität)	184
d) Porengrößenbereiche	186
e) Abhängigkeit von Körnung und Gefüge	187
f) Porengrößenverteilung in Bodenprofilen	189
3. Entwicklung und Stabilisierung des Bodengefüges	191
a) Einfluß von organischen Stoffen	192
b) Einfluß von Al- und Fe-oxiden	194
c) Einfluß von Kationenbelag, CaCO_3 -Gehalt und pH	194
d) Einfluß von anorganischer Düngung	195
e) Einfluß von Austrocknung	196
f) Einfluß von synthetischen Stabilisatoren	196
g) Bestimmung der Gefügestabilität	196
4. Verdichtung und Verhärtung	197
5. Schrumpfung und Quellung	199
6. Konsistenz	202
7. Einfluß klimatischer, biologischer und kulturbedingter Faktoren	204
a) Einfluß des Frostes	204
b) Einfluß der Pflanzen	205
c) Einfluß der Bodentiere	206
d) Einfluß der Bedeckung und Bearbeitung	206
e) Melioration	208
f) Jahreszeitliche Schwankungen der Gefügestabilität	209
8. Beurteilung des Bodengefüges für den Pflanzenbau	209
VII. Dichte und Gewicht der Böden	210
VIII. Bodenwasser	211
1. Einteilung	211
a) Grund- und Stauwasser	212
b) Adsorptions- und Kapillarwasser	212
c) Bestimmung	214
2. Intensität der Wasserbindung	215
a) Saugspannung (Wasserspannung)	215
b) Beziehungen zwischen Saugspannung und Wassergehalt (pF-Kurve) ..	215

(1) Einfluß der Körnung	216
(2) Einfluß des Gefüges	217
(3) Bestimmung der Saugspannung	218
c) Potentialkonzept	219
d) Potential-Gleichgewicht	220
3. Wasserbewegung in flüssiger Phase	221
a) Einfluß von Körnung und Gefüge	222
b) Einfluß des Wassergehaltes	224
c) Bestimmung der Wasserleitfähigkeit	225
d) Wasseraufnahme und Wasserabgabe	225
(1) Infiltration	226
(2) Kapillarer Aufstieg	228
(3) Dränung	229
4. Kennwerte des Wasserhaushaltes	230
a) Feldkapazität (FK)	230
b) Permanenter Welkepunkt (PWP)	232
c) Hygroskopizität	232
5. Wasserbewegung in dampfförmiger Phase	233
a) Bewegung im Boden	233
b) Evaporation	234
6. Wasserversorgung der Pflanzen	235
a) Speicherkapazität für pflanzenverfügbares Wasser	235
b) Wasserentzug durch die Pflanzen	236
7. Jahreszeitliche Veränderungen des Wasserhaushaltes	236
IX. Bodenluft	239
X. Bodentemperatur	242
XI. Bodenfarbe	247
XII. Pflanzennährstoffe in Böden	248
1. Allgemeines	249
2. Auswaschung, Verlagerung, Zufuhr durch Niederschläge	250
3. Nährstoffversorgung der Pflanzen	252
4. Calcium	253
5. Magnesium	254
6. Kalium	257
a) K-Auswaschung	257
b) K-Bindungsformen	258
c) Pflanzenaufnehmbares Kalium	259
d) K-Fixierung	262
e) K-Versorgungsgrad	265
7. Natrium	268
8. Stickstoff	268
a) N-Verbindungen	268
b) N-Gehalt	269
c) N-Mineralisierung und N-Immobilisierung	270
d) Nitrifizierung und Denitrifizierung	273
e) Nichtaustauschbares NH_4 und NH_4 -Fixierung	274
f) N-Bilanz	275
g) N-Versorgungsgrad	280
9. Phosphor	281
a) P-Verbindungen	282
b) Umsetzungen der Düngerphosphate	286
c) Anteile anorganischer Bodenphosphate	288
d) Löslichkeit und Verfügbarkeit des Bodenphosphors	289
e) P-Versorgungsgrad	294

10. Schwefel	296
11. Mangan	299
12. Kupfer	302
13. Zink	304
14. Bor	305
15. Molybdän	306
16. Sonstige Spurenelemente	307
C. Bodengenetik und Bodensystematik	310
I. Faktoren der Bodenentwicklung	310
1. Klima	311
a) Kennzeichnung des Klimas	311
b) Bodenentwicklung im humiden und ariden Klima	312
c) Zonalität der Böden	314
2. Ausgangsgestein	315
3. Relief	316
4. Wasser	318
5. Fauna und Flora	319
6. Menschliche Tätigkeit	322
7. Zeit	323
II. Prozesse der Bodenentwicklung	325
1. Bildung der Humusformen	326
a) Terrestrische Humusformen	327
(1) Rohhumus	327
(2) Moder	328
(3) Mull	329
b) Nichtterrestrische Humusformen	329
2. Fe-Freisetzung (Verbraunung) und Tonbildung	330
3. Tonverlagerung	331
4. Podsolierung	334
5. Einfluß von Grund- und Stauwasser (Vergleyung und Pseudovergleyung) ..	336
6. Lateritisierung	338
7. Versalzung	342
a) Natürliche Versalzung	342
b) Künstliche Versalzung	344
c) Vegetation und Melioration	345
8. Bodenerosion	346
a) Bodenerosion durch Wasser	346
b) Bodenerosion durch Wind	350
III. Prinzipien der Bodensystematik	353
1. Entwicklung der Bodensystematik	353
2. Klassifikationssysteme in Deutschland	353
3. Klassifikationssysteme in den USA	354
IV. Bezeichnung der Bodenhorizonte	358
V. Die Böden Mitteleuropas	360
1. Landböden (Terrestrische Böden)	360
a) Rohböden	360
b) Ranker	361
c) Rendzina	364
d) Pararendzina	367
e) Schwarzerde (Tschernosem)	368
f) Braunerde	372
g) Terra fusca, Kalksteinbraunlehm	375

h) Parabraunerde	376
i) Podsol	380
k) Pelosol	385
l) Pseudogley	386
2. Grundwasser- und Überflutungsböden (Semiterrestrische Böden)	390
a) Gleye	390
b) Auenböden	393
c) Marschen	396
3. Unterwasserböden (Subhydrische Böden)	400
4. Moore	401
VI. Böden mit vorwiegender Verbreitung in den Tropen und Subtropen	406
1. Vertisole	407
2. Latosole	408
3. Plastosole	409
4. Terra rossa	410
5. Wüsten- und Halbwüstenböden	411
a) Wüstenböden	411
b) Halbwüstenböden	413
6. Salz- und Natriumböden	413
a) Solontschak	414
b) Solonetz	414
c) Solod	415
7. Sonstige Böden	416
VII. Böden kalter Klimagebiete	417
1. Böden der Tundren und der alpinen Grasheiden und Polsterrassen	417
2. Böden der Kältewüsten	418
VIII. Anthropogene Böden	420
IX. Kurzer Überblick über die Systematik der mitteleuropäischen Böden	422
X. Bodenbewertung	426
Anhang: Gliederung der Spät- und Nacheiszeit in Mitteleuropa (Tab. 69)	430
Gliederung der geologischen Formationen (Tab. 70)	431
Sachregister	433