

Einführung in die Bodenphysik

Karl Heinrich Hartge und Rainer Horn

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

156 Abbildungen, 19 Tabellen



Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1991

Inhalt

Symbole und Abkürzungen	XIII
Einleitung	1
 1 Körnung	 4
1.1 Einteilung	4
1.1.1 Korngrößen	5
1.1.2 Kornformen	6
1.1.3 Kornmischungen	7
1.2 Häufig vorkommende Körnungen und Ursachen für ihre Entstehung ..	14
1.2.1 Sedimentationsgleichung	15
1.2.2 Trennungsvorgänge	16
1.3 Räumliche Verteilung von Körnungen	18
1.4 Veränderungen von Korngrößenverteilungen im Boden	20
1.5 Beziehungen zu anderen Bodeneigenschaften	21
1.6 Bestimmungsmethoden	23
1.7 Literatur	24
 2 Gefüge, Statik und Dynamik der Lagerung	 25
2.1 Morphologie des Bodengefüges	25
2.2 Lagerungsdichte, Dichte des Bodens	27
2.3 Porenvolumen und Porenziffer	28
2.3.1 Theoretische Größen von Porenvolumina	29
2.3.1.1 Einfluß von Form und Sortierung	29
2.3.1.2 Einfluß der Teilchengröße	31
2.3.2 Kontaktzahlen	32
2.3.2.1 Zusammenhang zwischen Kontaktzahlen und Porenanteil	32
2.3.2.2 Natürliche Körnung und Aggregate	33
2.3.3 Einfluß der Bodenentwicklung	34
2.4 Porengrößenverteilungen	37
2.4.1 Einteilungen	37
2.4.2 Formen, Größen und Entstehungsweisen von Poren	42
2.4.3 Auswirkungen der Porengrößenverteilungen	43
2.5 Stabilität und Lagerung	43
2.5.1 Kräftesysteme im Boden	44
2.5.1.1 Das Teilchengewicht	44
2.5.1.2 Über die feste Phase übertragene Auflagerkräfte	44
2.5.1.3 Über die flüssige (oder die gasförmige) Phase übertragene Kräfte	45
2.5.1.4 Kräfte zwischen Oberflächen benachbarter Teilchen	45
2.5.2 Stabilität als Gleichgewicht der Kräfte	46
2.5.3 Scherwiderstand als Bodeneigenschaft	47
2.5.3.1 Scherwiderstand des Bodens und seine Erfassung	47
2.5.3.2 Beeinflussung des Scherwiderstands durch Bodensubstanzen	49

2.5.4	Konsistenz	51
2.5.5	Fließverhalten (Rheologie)	52
2.6	Drücke und Spannungen im Boden	55
2.6.1	Spannungsverteilungen und ihre Parameter	55
2.6.2	Vertikale Spannungskomponente	57
2.6.3	Horizontale Spannungskomponente	58
2.6.4	Spannungszustände im Boden	62
2.6.4.1	Erfassung des Spannungszustands	62
2.6.4.2	Vertikale Spannungsverteilungen in Böden	64
2.6.4.2.1	Anthropogen komprimierte Böden	65
2.6.4.2.2	Natürliche Lockerungen und Sackungen	65
2.6.4.2.3	Einfluß des Wassers	66
2.6.4.3	Spannungsverteilungen unter begrenzten Lasten	67
2.6.5	Grundbruch	69
2.7	Veränderungen der Lagerung durch mechanische Einflüsse	72
2.7.1	Auswirkungen menschlicher Eingriffe	72
2.7.2	Auswirkungen von Tiertätigkeit und Pflanzenwuchs	75
2.7.3	Auswirkungen des Gefrierens	77
2.8	Literatur	79
3	Wechselwirkungen zwischen Wasser und Boden	81
3.1	Wasseradsorption	81
3.1.1	Mechanismen der Adsorption	81
3.1.2	Eigenschaften des adsorbierten Wassers	83
3.2	Flockung und Peptisation	85
3.3	Schrumpfung	87
3.3.1	Ursachen der Schrumpfung	88
3.3.2	Schrumpfung in Böden	91
3.4	Quellung	92
3.4.1	Ursachen der Quellung und Quellungsdrücke	92
3.4.2	Hemmung der Quellung	95
3.5	Rißbildungen	97
3.6	Wasser als Stabilitätsfaktor	101
3.6.1	Statischer Wasserdruck	101
3.6.2	Strömungsdruck	104
3.7	Benetzungseigenschaften	106
3.7.1	Benetzung und Benetzungswinkel	107
3.7.2	Benetzbarkeit von Böden	110
3.8	Elektrische Strömungspotentiale	112
3.9	Literatur	113
4	Verbreitung und Hydrostatik des Bodenwassers	115
4.1	Verbreitung und Herkunft des Wassers	115
4.2	Kräfte im Bodenwasser	116
4.3	Die Grundwasseroberfläche als Bezugspunkt	118
4.4	Potential des Bodenwassers	119
4.4.1	Gesamtpotentiale und Teilpotentiale	121
4.4.1.1	Das Matrixpotential	122

4.4.1.2	Das Gravitationspotential	122
4.4.1.3	Das osmotische Potential	123
4.4.1.4	Das Auflastpotential	123
4.4.1.5	Das Druckpotential	124
4.4.2	Kombination von Teilpotentialen	125
4.4.3	Meßgeräte	126
4.5	Potentialgleichgewicht	128
4.6	Wasserspannung und Wassergehalt	131
4.6.1	Einfluß der Körnung auf die Wasserspannungskurve	132
4.6.2	Einfluß des Gefüges auf die Wasserspannungskurve	132
4.6.3	Hysteresis der Wasserspannungskurve	134
4.6.4	Bestimmung der Wasserspannungskurve	135
4.6.5	Mathematische Beschreibung der Wasserspannungskurve	136
4.7	Literatur	137
5	Wasserbewegung im Boden	138
5.1	Eigenschaften von Wasserbewegungen im Boden	138
5.1.1	Strömungsfelder	141
5.1.2	Rand- und Grenzbedingungen	142
5.1.3	Eindimensionale Strömung	143
5.1.4	Zwei- und dreidimensionale Strömungen	146
5.2	Ungesättigter Fluß	149
5.3	Nichtstationärer Fluß	152
5.3.1	Verwendung der Diffusionsgleichung	155
5.4	Wasserleitfähigkeit des Bodens	156
5.5	Dampfförmiger Wassertransport	164
5.6	Literatur	165
6	Wasserhaushalt im Boden	166
6.1	Grund- und Stauwasser	168
6.2	Gang der Wasserspannungen	171
6.3	Kennwerte des Wasserhaushalts	178
6.3.1	Feldkapazität	178
6.3.2	Permanenter Welkepunkt	180
6.3.3	Hygroskopizität	181
6.4	Infiltration	181
6.5	Dränung	186
6.6	Evaporation	194
6.7	Literatur	198
7	Die Gasphase im Boden	200
7.1	Mengen und Verteilungen der Gasphase	200
7.2	Energetische Lage der Gasphase	201
7.3	Zusammensetzung der Gasphase	203
7.4	Transportvorgänge	205
7.4.1	Diffusion	205
7.4.2	Massenfluß	207
7.4.3	Umverteilungen	208

7.5	Gashaushalt	210
7.6	Literatur	214
8	Das thermische Verhalten des Bodens	215
8.1	Verteilung der Wärme im Boden	215
8.2	Wärmequellen	216
8.3	Thermische Eigenschaften des Bodens	218
8.3.1	Wärmekapazität	218
8.3.2	Wärmeleitfähigkeit	220
8.3.3	Temperaturleitfähigkeit	222
8.3.4	Absorption	222
8.4	Wärmetransportmechanismen	223
8.5	Wärmehaushalt im Boden	225
8.6	Gefrieren des Wassers und seine Folgen	229
8.6.1	Gefriervorgang und Eisbildung	229
8.6.2	Gefriervorgang und Wasserbewegung	230
8.6.3	Gefügebildung	232
8.7	Literatur	233
9	Der Pflanzenstandort und seine physikalische Veränderung	235
9.1	Bedürfnisse der Pflanzen hinsichtlich der Wasserversorgung	235
9.2	Meliorationsmöglichkeiten	240
9.2.1	Beeinflussung der Luft- und Wassermengen	240
9.2.2	Beeinflussung der Wassernachlieferung	243
9.2.3	Beeinflussung der Lagerung	244
9.3	Meliorationstechniken	246
9.3.1	Rekultivierungen	247
9.3.2	Dränmaßnahmen	250
9.3.3	Gefügemeliorationen	251
9.4	Bewässerungen	252
9.5	Literatur	253
10	Erosion	255
10.1	Allgemeine Gesetzmäßigkeiten	255
10.1.1	Ablösung von Teilchen und Aggregaten	256
10.1.2	Transport und Ablagerung	259
10.2	Ansätze für Abhilfemaßnahmen	260
10.2.1	Erodierbarkeit	261
10.2.2	Erodierende Wirkung	263
10.3	Erosionsgleichungen	264
10.3.1	Bodenerosion durch Wasser	264
10.3.2	Bodenerosion durch Wind	267
10.4	Literatur	267
11	Filterung und Dekontamination	269
11.1	Filtervorgänge in Böden	269
11.1.1	Typen von Filtern	269
11.1.2	Böden als Filter	271

11.2	Säuberung und Regeneration von Filtern	273
11.3	Verdrängungsvorgänge	274
11.3.1	Durchtrittskurve	274
11.3.2	Hydrodynamische Dispersion	278
11.3.3	Molekulare Diffusion	279
11.3.4	Adsorption und Austausch	280
11.3.5	Weitere Einflußfaktoren	281
11.4	Erfassung der Wirksamkeit eines Filters	282
11.5	Folgerungen im Hinblick auf Förderung erwünschter Vorgänge	283
11.5.1	Rückhaltung von Inhaltsstoffen im Filterbereich	284
11.5.2	Auswaschung von Salzen, Schadstoffen und anderen Substanzen	285
11.6	Literatur	286
12	Weiterführende Literatur	289
12.1	Spezielle Lehrbücher und Monographien	289
12.2	Sammelreferate	290
12.3	Berichte von Symposien und Tagungen	290
Häufige Umrechnungen		291
Sachregister		295