

BODENKUNDE IN STICHWORTEN

6., völlig neu bearbeitete Auflage

von

Winfried E. H. Blum



Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung
Berlin, Stuttgart 2007

Inhalt

Vorwort	V
1	Einführung	1
1.1	Definition Boden	1
1.2	Bodenfunktionen	2
1.3	Bodenkunde	2
2	Bodenbestandteile	4
2.1	Mineralische Bestandteile	4
2.1.1	Ausgangssubstanzen	4
2.1.1.1	Gesteine und technogene Substrate	4
2.1.1.2	Minerale	7
2.1.2	Prozesse der Umwandlung	10
2.1.2.1	Verwitterung	10
2.1.2.1.1	Physikalische Verwitterung	10
2.1.2.1.2	Chemische und biologische Verwitterung	10
2.1.2.2	Mineralneubildung	13
2.1.2.2.1	Entstehung von Tonmineralen durch Abbau von Glimmern	13
2.1.2.2.2	Entstehung von Tonmineralen aus Endprodukten der Silikat-Verwitterung	14
2.1.2.2.3	Entstehung von Oxiden und Hydroxiden	15
2.1.3	Neubildungen	16
2.1.3.1	Tonminerale	16
2.1.3.1.1	Zweischicht-Tonminerale (oder 1 : 1-Tonminerale)	16
2.1.3.1.2	Dreischicht-Tonminerale (oder 2 : 1-Tonminerale)	17
2.1.3.1.3	Allophane	21
2.1.3.2	Oxide und Hydroxide	22
2.1.3.3	Wasserlösliche Verbindungen	23
2.1.4	Mineralgehalte	24
2.2	Organische Bestandteile	26
2.2.1	Bodenorganismen	26
2.2.1.1	Bodenflora	27
2.2.1.2	Bodenfauna	29
2.2.1.3	Verteilung im Boden	30
2.2.2	Organische Ausgangssubstanzen	30
2.2.3	Prozesse der Umwandlung	32
2.2.3.1	Zersetzung	33
2.2.3.1.1	Mineralisierung	33
2.2.3.1.2	Humifizierung	34
2.2.4	Huminstoffe	35

2.2.5	Humus-Formen	37
2.2.6	Gehalte und Mengen an organischer Bodensubstanz	38
2.3	Organoo-mineralische Verbindungen	40
2.4	Bodenwasser	40
2.4.1	Wasserbindung	41
2.4.1.1	Bindungskräfte	41
2.4.1.2	Wasserkapazität	42
2.4.1.3	Wasserspannung	43
2.4.2	Wasserbewegung	45
2.4.2.1	Bewegung als flüssiges Wasser	45
2.4.2.2	Bewegung als Wasserdampf	46
2.5	Bodenluft	46
2.5.1	Zusammensetzung der Bodenluft	47
2.5.2	Gasaustausch	47

3	Bodeneigenschaften	48
3.1	Physikalische Bodeneigenschaften	48
3.1.1	Körnung und Bodenart	48
3.1.2	Bodengefüge	51
3.1.2.1	Aufteilung des Bodenvolumens	51
3.1.2.2	Gefüge-Formen	54
3.1.2.3	Entstehung der Gefüge-Formen	55
3.1.2.3.1	Koagulation und Peptisation	56
3.1.2.3.2	Schrumpfung und Quellung	56
3.1.2.3.3	Frost-Wirkung	57
3.1.2.3.4	Einfluss des Edaphons	57
3.1.3	Bodendichte und Raumgewicht	58
3.1.4	Bodenkonsistenz	58
3.1.5	BodenTemperatur	59
3.1.6	Bodenfarbe	59
3.2	Physikalisch-chemische Bodeneigenschaften	60
3.2.1	Ionen-Austausch	60
3.2.1.1	Kationen-Austausch	62
3.2.1.1.1	Ursachen des Kationen-Austausches	63
3.2.1.1.2	Austauschvorgang	64
3.2.1.1.3	Einfluss der Ionen-Eigenschaften	66
3.2.1.1.4	Einfluss der Austauscher-Eigenschaften	66
3.2.1.1.5	Einfluss von Äquivalent-Verhältnis und Ionen-Konzentration in der Lösung	67
3.2.1.1.6	Auswirkung der verschiedenen Einflüsse auf Kationen-Belag der Austauscher	67
3.3.1.1.7	Theorie des Kationen-Austausches	68
3.2.1.2	Anionen-Austausch	68
3.2.2	pH des Bodens	70

3.2.2.1	Prinzip der pH-Einstellung	71
3.2.2.2	Ursachen der Bodenacidität	72
3.2.2.2.1	Produktion von H-Ionen	72
3.2.2.2.2	Verlust an basisch wirkenden Kationen	73
3.2.2.2.3	pH-Tiefenfunktion	74
3.2.2.3	Bodenpufferung	74
3.2.2.4	Bedeutung des pH-Wertes	76
3.2.3	Redox-Eigenschaften des Bodens	76
3.3	Biologische Bodeneigenschaften	79
4	Entwicklung der Böden	80
4.1	Faktoren der Pedogenese	81
4.1.1	Gestein	81
4.1.1.1	Chemische und mineralische Zusammensetzung	82
4.1.1.2	Gefüge und Körnung	82
4.1.2	Klima	83
4.1.2.1	Wärme	83
4.1.2.2	Wasser	83
4.1.2.3	Kennzeichnung des Klima-Einflusses	84
4.1.3	Relief und Schwerkraft	84
4.1.4	Vegetation	86
4.1.5	Tätigkeit des Menschen	87
4.1.6	Zusammenwirken der Faktoren im Zeitablauf	87
4.2	Prozesse der Pedogenese	88
4.2.1	Transformationsprozesse	88
4.2.2	Translokationsprozesse	89
4.2.2.1	Salz- und Carbonat-Verlagerung	89
4.2.2.2	Ton-Verlagerung	90
4.2.2.3	Verlagerung organischer Substanzen	90
4.2.2.4	Si-, Al- Fe- und Mn-Verlagerung	91
4.2.2.5	Turbationen (Durchmischungsvorgänge)	92
4.2.2.6	Oberflächen-Verlagerung	93
4.3	Bodenprofil	94
4.3.1	Bodenmerkmale	94
4.3.2	Bodenhorizonte	94
4.3.3	Horizont-Kombinationen und Bodentyp	97
4.4	Bodentyp-Sequenzen	98
5	Einteilung der Böden (Bodenklassifikation)	99
5.1	Klassifikations-Systeme	99
5.1.1	Faktoren-Systeme	99
5.1.2	Merkmals-Systeme	100
5.1.3	Kombinierte Systeme	101
5.1.3.1	Klassifikations-System der Bundesrepublik Deutschland (Arbeitskreis Bodensystematik, 1998, und Ad-hoc-Arbeits- gruppe Boden, 2005)	101

5.1.3.2	Österreichische Bodensystematik (NESTROY et al. 2000)	102
5.1.3.3	Internationale Bodensystematik (WRB)	102
5.2	Böden Europas	104
5.2.1	Landböden (Terrestrische Böden)	105
5.2.1.1	Rohböden	105
5.2.1.2	Auflagehumusböden und entwickelte A/C-Böden	105
5.2.1.3	Braunerden und Lessivés	107
5.2.1.4	Podsole	107
5.2.1.5	Stauwasserböden und Reduktosole	107
5.2.1.6	Terrae calcis	108
5.2.1.7	Andosole	108
5.2.2	Grundwasserböden (semi-terrestrische Böden)	109
5.2.2.1	Gleye	109
5.2.2.2	Auenböden	109
5.2.2.3	Marschen und Strände	109
5.2.3	Semisubhydrische Böden, Subhydrische Böden (Unterwasserböden) und Moore	110
5.2.4	Salz- und Natriumböden	112
5.2.5	Anthropogene Böden	112
5.2.5.1	Auftragsböden	112
5.2.5.2	Mischböden	113
5.3	Böden außerhalb Mitteleuropas	113
5.3.1	Böden der warmfeuchten und wechselfeuchten Tropen und Subtropen	114
5.3.1.1	Warmfeuchte Tropen	114
5.3.1.1.1	Ferralsole	114
5.3.1.1.2	Plinthosole	114
5.3.1.1.3	Nitisole	114
5.3.1.1.4	Acrisole und Lixisole	114
5.3.1.2	Wechselfeuchte Tropen und Subtropen	115
5.3.1.2.1	Vertisole	115
5.3.1.2.3	Planosole	115
5.3.2	Böden der trockenen und wechseltrockenen Zonen	115
5.3.2.1	Kastanoseme	115
5.3.2.2	Arenosole	115
5.3.2.3	Calcisole und Gypsisole	115
5.3.2.4	Durisole	116
5.4	Regionale Verbreitung der Bodentypen	116
5.4.1	Bodengesellschaften	116
5.4.2	Bodenkarten	122
6	Boden in der Umwelt	124
6.1	Umwelt des Menschen	124
6.2	Sechs wichtige Bodenfunktionen	124
6.2.1	Ökologische Funktionen der Böden	124

6.2.1.1	Land- und forstwirtschaftliche Produktionsfunktion	124
6.2.1.2	Filter-, Puffer- und Transformationsfunktion	124
6.2.1.3	Genschutz- und Genreservefunktion	126
6.2.2	Technisch-industrielle, sozio-ökonomische und kulturelle Funktionen der Böden	127
6.2.2.1	Infrastrukturfunktion	127
6.2.2.2	Rohstofffunktion	127
6.2.2.3	Kulturfunktion	127
6.3	Konkurrenz der Bodenfunktionen als Schlüssel zum Verständnis der Bodenschutz- und Umweltproblematik	127
6.4	Gefährdung der Bodenfunktionen – Bodenverluste und Bodenbelastungen	129
6.4.1	Bodenentwicklung und Geschichte der Bodennutzung in Mitteleuropa	129
6.4.2	Bodenverluste durch Infrastrukturmaßnahmen	130
6.4.3	Bodenbelastungen	132
6.4.3.1	Bodenbelastungen durch Luftschadstoffe	133
6.4.3.1.1	Bodenversauerung	135
6.4.3.1.2	Bodenbelastung durch toxische Verbindungen	135
6.4.3.1.3	Bodenbelastung durch radioaktive Stoffe	136
6.4.3.2	Belastungen über Oberflächen- und Grundwässer	136
6.4.3.3	Belastungen durch Land-, Forst- und Abfallwirtschaft	136
6.4.3.3.1	Physikalische Bodenbelastungen	136
6.4.3.3.2	Chemisch-biochemische Bodenbelastungen	136
6.4.4	Gesamtbetrachtung: Bodenverluste, Bodenbelastung	138
6.5	Maßnahmen des Bodenschutzes	139
6.5.1	Bewertung von Bodenverlusten und -belastungen	139
6.5.2	Prinzipien des Bodenschutzes	140
6.5.3	Operationale Umsetzung des Bodenschutzes	140
6.5.4	Europäische Bodenschutzstrategie	142
7	Boden als Pflanzenstandort	144
7.1	Bodenfruchtbarkeit	145
7.2	Wurzelraum	145
7.3	Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt	146
7.4	Nährstoffhaushalt	147
7.4.1	Nährelemente	147
7.4.2	Bindungszustand der Nährelemente	149
7.4.3	Verfügbarkeit der Nährelemente	150
7.4.4	Kennzeichnung des Versorgungszustandes	152
7.5	Bodentyp und Bodenfruchtbarkeit, Bodenbewertung	152
8	Boden-Informationssysteme	155
8.1	Bodeninventur (Bodenkartierung)	155
8.2	Bodenüberwachung (Boden-Monitoring)	155

8.3	Bodeninformationssysteme im Rahmen der Umwelt- überwachung	156
9	Geschichte der Bodenkunde	158
Literatur		161
Register		165
Farbtafeln	Vorderer und hinterer Innendeckel	