

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	.....	<b>V</b>
<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Definition Boden .....	1
1.2	Bodenfunktionen .....	2
1.3	Bodenkunde .....	2
<b>2</b>	<b>Bodenbestandteile</b> .....	<b>4</b>
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 der Gesteine und Minerale .....	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 .....	16
2.1.3.1.2	Dreischicht-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 .....	31
2.2.3	Prozesse der Umwandlung der organischen Ausgangssubs- tanzen .....	32
2.2.3.1	Zersetzung .....	32
2.2.3.1.1	Mineralisierung .....	33
2.2.3.1.2	Humifizierung .....	34
2.2.4	Huminstoffe .....	35

2.2.5	Humus-Formen .....	36
2.2.6	Gehalte und Mengen an organischer Bodensubstanz .....	38
2.3	Organo-mineralische Verbindungen .....	39
2.4	Bodenwasser .....	41
2.4.1	Wasserbindung .....	42
2.4.1.1	Bindungskräfte .....	42
2.4.1.2	Wasserkapazität .....	43
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 .....	47
2.5	Bodenluft .....	47
2.5.1	Zusammensetzung der Bodenluft .....	48
2.5.2	Gasaustausch .....	48
<b>3</b>	<b>Bodeneigenschaften</b> .....	<b>49</b>
3.1	Physikalische Bodeneigenschaften .....	49
3.1.1	Körnung und Bodenart .....	49
3.1.2	Bodengefüge .....	52
3.1.2.1	Aufteilung des Bodenvolumens .....	52
3.1.2.2	Gefüge-Formen .....	55
3.1.2.3	Entstehung der Gefüge-Formen .....	56
3.1.2.3.1	Koagulation und Peptisation .....	57
3.1.2.3.2	Schrumpfung und Quellung .....	57
3.1.2.3.3	Frost-Wirkung .....	58
3.1.2.3.4	Einfluss des Edaphons .....	58
3.1.3	Bodendichte und Raumgewicht .....	59
3.1.4	Bodenkonsistenz .....	59
3.1.5	Bodentemperatur .....	60
3.1.6	Bodenfarbe .....	61
3.2	Physikalisch-chemische Bodeneigenschaften .....	61
3.2.1	Ionen-Austausch .....	62
3.2.1.1	Kationen-Austausch .....	63
3.2.1.1.1	Ursachen des Kationen-Austausches .....	64
3.2.1.1.2	Austauschvorgang .....	65
3.2.1.1.3	Einfluss der Ionen-Eigenschaften .....	67
3.2.1.1.4	Einfluss der Austauscher-Eigenschaften .....	67
3.2.1.1.5	Einfluss von Äquivalent-Verhältnis und Ionen-Konzentration in der Lösung .....	68
3.2.1.1.6	Auswirkung der verschiedenen Einflüsse auf Kationen-Belag der Austauscher .....	68
3.2.1.1.7	Theorie des Kationen-Austausches .....	69
3.2.1.2	Anionen-Austausch .....	69
3.2.2	pH des Bodens .....	70

3.2.2.1	Prinzip der pH-Einstellung .....	72
3.2.2.2	Ursachen der Bodenacidität .....	73
3.2.2.2.1	Produktion von H-Ionen .....	73
3.2.2.2.2	Verlust an basisch wirkenden Kationen .....	74
3.2.2.2.3	pH-Tiefenfunktion .....	75
3.2.2.3	Bodenpufferung .....	75
3.2.2.4	Bedeutung des pH-Wertes .....	77
3.2.3	Redox-Eigenschaften des Bodens .....	77
3.3	Bodenbiologische Eigenschaften .....	79
<b>4</b>	<b>Entwicklung der Böden .....</b>	<b>80</b>
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 .....	86
4.1.6	Zusammenwirken der Faktoren im Zeitablauf .....	87
4.2	Prozesse der Pedogenese .....	88
4.2.1	Transformationsprozesse .....	88
4.2.2	Translokationsprozesse .....	88
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 .....	93
4.3.1	Bodenmerkmale .....	94
4.3.2	Bodenhorizonte .....	95
4.3.3	Horizont-Kombinationen und Bodentyp .....	98
4.4	Bodentyp-Sequenzen .....	99
<b>5</b>	<b>Einteilung der Böden (Bodenklassifikation) .....</b>	<b>100</b>
5.1	Klassifikations-Systeme .....	100
5.1.1	Faktoren-Systeme .....	100
5.1.2	Merkmals-Systeme .....	101
5.1.3	Kombinierte Systeme .....	102
5.1.3.1	Klassifikations-System der Bundesrepublik Deutschland ...	102

5.1.3.2	Österreichische Bodensystematik .....	103
5.1.3.3	Internationale Bodensystematik (WRB) .....	104
5.2	Böden Europas .....	106
5.2.1	Terrestrische Böden (Landböden) .....	106
5.2.1.1	Rohböden .....	106
5.2.1.2	Auflagehumusböden, A/C-Böden (einschl. Schwarzerden) und Pelosole .....	106
5.2.1.3	Braunerden und Lessivés .....	107
5.2.1.4	Podsole .....	108
5.2.1.5	Terrae calcis .....	108
5.2.1.6	Stauwasserböden und Reduktosole .....	108
5.2.1.7	Anthropogene Böden .....	109
5.2.1.8	Andosole .....	110
5.2.2	Semi-terrestrische Böden (Grundwasserböden) .....	111
5.2.2.1	Gleye .....	111
5.2.2.2	Auenböden .....	111
5.2.2.3	Marschen und Strände .....	111
5.2.3	Semisubhydrische und subhydrische Böden .....	112
5.2.4	Moore .....	112
5.2.5	Salz- und Natriumböden .....	114
5.3	Böden außerhalb Mitteleuropas .....	114
5.3.1	Böden der immerfeuchten und wechselfeuchten Tropen und Subtropen .....	115
5.3.2	Böden der trockenen und wechsell Trockenen Zonen .....	116
5.3.3	Anthropogene Böden der Tropen und Subtropen .....	116
5.3.4	Böden der Permafrostgebiete .....	117
5.4	Regionale Verbreitung der Bodentypen .....	117
5.4.1	Bodengesellschaften .....	117
5.4.2	Bodenkarten .....	123
6	<b>Der Boden in der Umwelt</b> .....	125
6.1	Umwelt des Menschen .....	125
6.2	Sechs wichtige Bodenfunktionen .....	125
6.2.1	Ökologische Funktionen der Böden .....	125
6.2.1.1	Land- und forstwirtschaftliche Produktionsfunktion .....	125
6.2.1.2	Filter-, Puffer- und Transformationsfunktion .....	125
6.2.1.3	Genschutz- und Genreservfunktion .....	128
6.2.2	Technisch-industrielle, sozio-ökonomische und kulturelle Funktionen der Böden .....	128
6.2.2.1	Infrastrukturfunktion .....	128
6.2.2.2	Rohstofffunktion .....	128
6.2.2.3	Kulturfunktion .....	128
6.3	Konkurrenz der Bodenfunktionen als Schlüssel zum Ver- ständnis der Bodenschutz- und Umweltproblematik .....	128

6.4	Gefährdung der Bodenfunktionen – Bodenverluste und Bodenbelastungen .....	130
6.4.1	Bodenentwicklung und Geschichte der Bodennutzung in Mitteleuropa .....	130
6.4.2	Bodenverluste durch Infrastrukturmaßnahmen .....	131
6.4.3	Bodenbelastungen .....	134
6.4.3.1	Bodenbelastungen durch Luftschadstoffe .....	135
6.4.3.1.1	Bodenversauerung .....	136
6.4.3.1.2	Bodenbelastung durch toxische Verbindungen .....	136
6.4.3.1.3	Bodenbelastung durch radioaktive Stoffe .....	136
6.4.3.2	Belastungen über Oberflächen und Grundwässer .....	137
6.4.3.3	Belastungen durch Land-, Forst- und Abfallwirtschaft .....	137
6.4.3.3.1	Physikalische Bodenbelastungen .....	137
6.4.3.3.2	Chemische-biochemische Bodenbelastungen .....	138
6.4.4	Gesamtbetrachtung: Bodenverluste, Bodenbelastung .....	139
6.5	Maßnahmen des Bodenschutzes .....	139
6.5.1	Bewertung von Bodenverlusten und -belastungen .....	139
6.5.2	Prinzipien des Bodenschutzes .....	141
6.5.3	Operationale Umsetzung des Bodenschutzes .....	142
6.5.4	Europäische Bodenschutzstrategie .....	143
<b>7</b>	<b>Boden als Pflanzenstandort .....</b>	<b>145</b>
7.1	Bodenfruchtbarkeit .....	146
7.2	Wurzelraum .....	146
7.3	Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt .....	147
7.4	Nährstoffhaushalt .....	148
7.4.1	Nährelemente .....	148
7.4.2	Bindungszustand der Nährelemente .....	150
7.4.3	Verfügbarkeit der Nährelemente .....	151
7.4.4	Kennzeichnung des Versorgungszustandes .....	153
7.5	Bodentyp und Bodenfruchtbarkeit, Bodenbewertung .....	154
<b>8</b>	<b>Boden-Informationssysteme .....</b>	<b>156</b>
8.1	Bodeninventur (Bodenkartierung) .....	156
8.2	Bodenüberwachung (Boden-Monitoring) .....	156
8.3	Bodeninformationssysteme im Rahmen der Umweltüberwachung .....	157
8.4	Boden-Forensik .....	159
<b>9</b>	<b>Geschichte der Bodenkunde .....</b>	<b>159</b>
<b>Literatur</b>		<b>162</b>
<b>Register</b>		<b>167</b>