

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	XIII
Einleitung.....	1
1 Der Zusammenhang zwischen Fragestellung, Probennahme und Ergebnis	3
1.1 Das Prinzip des Beurteilens.....	3
1.1.1 Vergleichen, Skalieren, Klassifizieren.....	3
1.1.2 Messwerte und Schätzwerte.....	3
1.1.3 Richtigkeit, Reproduzierbarkeit, Genauigkeit.....	4
1.2 Auswahlprinzipien für Probenentnahmen.....	4
1.2.1 Probenanzahl, Flächencharakterisierung.....	4
1.2.2 Probenanzahl, Profilcharakterisierung.....	5
1.2.3 Probengröße.....	5
1.3 Fehlermöglichkeiten.....	6
1.3.1 Methodenwahl.....	6
1.3.2 Statistische Aspekte der Fehler.....	6
1.3.3 Sicherheitsmaßnahmen gegen Fehler.....	7
1.4 Darstellung der Ergebnisse.....	8
1.4.1 Grundwerte.....	8
1.4.2 Weitere Auswertungen.....	8
1.5 Protokoll, Laborkladde und Datensicherung auf dem PC.....	9
1.6 Literatur.....	10
2 Die Entnahme von Bodenproben.....	11
2.1 Problemstellung.....	11
2.2 Gestörte Proben aus dem Oberboden.....	11
2.2.1 Geräte.....	11
2.2.2 Entnahme und Verpackung der Proben.....	11
2.2.3 Auswertung der Ergebnisse.....	12
2.3 Ungestörte Proben aus dem Oberboden (Volumenproben).....	13
2.3.1 Geräte.....	13
2.3.2 Entnahme und Verpackung der Probe.....	13
2.3.3 Vorarbeiten an den Proben.....	14
2.3.4 Wahl der Zylindergröße, Notlösung bei Zylindermangel.....	14
2.4 Gestörte Proben aus verschiedenen Profiltiefen bis etwa 1 m.....	15
2.4.1 Geräte.....	15
2.4.2 Entnahme und Verpackung kleiner Proben.....	15
2.4.3 Entnahme und Verpackung größerer Bodenmengen.....	16
2.4.4 Verarbeitung der Proben.....	17
2.5 Ungestörte Proben aus verschiedenen Profiltiefen bis etwa 1 m.....	17
2.5.1 Geräte.....	17
2.5.2 Entnahme der Proben aus Profilgruben und Verpackung.....	17
2.5.3 Entnahme aus nicht betretbarer Profilgrube.....	18
2.5.4 Verarbeitung der Proben.....	20
2.5.5 Auswertung der Ergebnisse.....	20
2.6 Literatur.....	20

3	Bestimmung des Wassergehaltes	21
3.1	Problemstellung	21
3.2	Bestimmung durch Trocknung bei 105° C im Trockenschrank.....	21
3.2.1	Prinzip der gravimetrischen Bestimmung.....	21
3.2.2	Geräte.....	21
3.2.3	Durchführung der Bestimmung	22
3.2.4	Berechnung der Ergebnisse	23
3.2.5	Ergebnisse und Fehler.....	24
3.2.6	Bemerkungen.....	24
3.2.7	Handhabung eines Exsikkators.....	25
3.3	Weitere Methoden zur Wassergehaltsbestimmung	25
3.3.1	Trocknungsverfahren mit gravimetrischer Bestimmung	25
3.3.2	Verfahren ohne Trocknung	26
3.4	Rechenbeispiel.....	26
3.5	Literatur	27
4	Bestimmung der Korngrößenverteilung	28
4.1	Problemstellung	28
4.2	Vorbehandlung (Dispergierung)	28
4.2.1	Zweck und Ausmaß	28
4.2.2	Geräte.....	29
4.2.3	Durchführung von Vorbehandlung und Einwaage.....	29
4.3	Bestimmung der Anteile der Kornfraktion durch Siebung	30
4.3.1	Prinzip der Methode	30
4.3.2	Geräte.....	31
4.3.3	Durchführung der Bestimmung	31
4.3.4	Auswertung der Ergebnisse	32
4.4	Bestimmung der Anteile der Kornfraktionen mit Hilfe der korngroßen- bedingten Sinkgeschwindigkeit	32
4.4.1	Prinzip der Methode	32
4.4.2	Geräte für die Sedimentationsmethode.....	33
4.4.3	Durchführung der Bestimmung (Sedimentationsmethode).....	33
4.4.4	Auswertung der Ergebnisse	35
4.4.5	Bemerkungen.....	36
4.5	Ergebnisse und Fehler	37
4.5.1	Darstellung der Verteilungen	37
4.5.2	Fehler der Bestimmungen, Anwendungsbereiche	38
4.5.3	Häufig vorkommende Korngrößenverteilungen	39
4.6	Zeichnen einer Summenkurve	40
4.7	Rechenbeispiele	41
4.8	Weitere Methoden.....	41
4.9	Literatur	42
5	Die Bestimmung der Dichte des Bodens	43
5.1	Problemstellung	43
5.2	Bestimmung der Dichte des Bodens an Proben mit bekanntem Volumen (Stechzylindermethode).....	43
5.2.1	Prinzip der Methode	43
5.2.2	Geräte.....	44
5.2.3	Durchführung der Bestimmung	44

5.2.4	Berechnung der Ergebnisse	45
5.2.5	Rechenbeispiel.....	45
5.2.6	Bemerkungen.....	45
5.3	Bestimmung der Dichte des Bodens ohne Stechzylinder (Volumenersatzmethoden)	46
5.3.1	Prinzip der Methoden	46
5.3.2	Geräte.....	46
5.3.3	Durchführung der Bestimmung	47
5.3.4	Rechenbeispiel	49
5.3.5	Bemerkungen.....	49
5.4	Literatur	50
6	Bestimmung der Dichte der festen Bodensubstanz	51
6.1	Problemstellung	51
6.2	Prinzip der Methode	51
6.3	Geräte.....	51
6.4	Durchführung der Bestimmung (Tauchwägung)	52
6.4.1	Aufbereitung der Proben, Bestimmung des Trockengewichtes.....	52
6.4.2	Vorbereitung der Tauchwägung	52
6.4.3	Die Tauchwägung	53
6.4.4	Ergänzende Bestimmungen	53
6.4.5	Bemerkungen.....	54
6.5	Berechnung der Ergebnisse	54
6.6	Ergebnisse und Fehler.....	54
6.6.1	Häufigste Werte der Dichte.....	54
6.6.2	Fehler der Bestimmung.....	55
6.7	Rechenbeispiel.....	55
6.8	Weitere Methoden.....	56
6.8.1	Arbeitsweise mit Volumenablesungen (Pyknometrie).....	56
6.8.2	Bestimmungen mit Hilfe verschieden schwerer Lösungen	56
6.9	Literatur	56
7	Bestimmung des Porenraumes (Porenvolumen, Porosität, Porenziffer).....	57
7.1	Problemstellung	57
7.2	Bestimmung durch Berechnung aus Dichtewerten.....	57
7.3	Bestimmung durch direkte Messung	58
7.4	Ergebnisse und Fehler.....	58
7.4.1	Häufige Werte des Porenvolumens (PV bzw. n)	58
7.4.2	Häufige Werte der Porenziffer (PZ bzw. ϵ).....	59
7.4.3	Fehler der Bestimmungen.....	60
7.5	Rechenbeispiele	60
7.6	Literatur	61
8	Bestimmung des Drucksetzungsverhaltens	62
8.1	Problemstellung	62
8.1.1	Der einachsiale Zylinderdruckversuch mit seitlicher Begrenzung	62
8.2	Drucksetzungsmessung.....	62
8.2.1	Prinzip der Methode	62
8.2.2	Geräte.....	63
8.2.3	Durchführung der Bestimmung	64

8.3	Ergebnisse und Fehler.....	66
8.3.1	Ermittlung der Porenziffer.....	66
8.3.2	Zeichnen der Drucksetzungskurve und Bestimmung von Vorbelastung und Verdichtungsverhältnis.....	66
8.3.3	Häufige Werte.....	67
8.3.4	Fehler der Bestimmung.....	69
8.4	Bemerkungen.....	69
8.5	Rechenbeispiele.....	70
8.6	Weitere Methoden.....	70
8.7	Literatur.....	71
9	Bestimmung der Scherparameter.....	72
9.1	Problemstellung.....	72
9.2	Der direkte Scherversuch.....	72
9.2.1	Prinzip der Methode.....	72
9.2.2	Geräte.....	73
9.2.3	Einrichtung des Kreisringschergerätes.....	74
9.2.4	Durchführung des Scherversuches.....	75
9.3	Auswertung der Messungen.....	75
9.4	Ergebnisse und Fehler.....	76
9.4.1	Häufigste Werte der Scherparameter.....	77
9.4.2	Fehler.....	77
9.5	Rechenbeispiele.....	77
9.6	Andere Methoden.....	79
9.7	Literatur.....	80
10	Bestimmung der Wasserspannungskurve.....	81
10.1	Problemstellung.....	81
10.2	Unterdruckmethode.....	81
10.2.1	Prinzip der Methode.....	81
10.2.2	Geräte.....	82
10.2.3	Durchführung der Bestimmung.....	82
10.2.4	Auswertung der Ergebnisse.....	84
10.2.5	Bemerkungen.....	85
10.2.6	Ergänzende Arbeiten.....	87
10.3	Überdruckmethode.....	88
10.3.1	Prinzip der Methode.....	88
10.3.2	Geräte.....	88
10.3.3	Durchführung der Bestimmung.....	89
10.3.4	Auswertung der Ergebnisse.....	90
10.3.5	Bemerkungen.....	90
10.4	Vergleich der Druck- mit der Saugmethode.....	92
10.4.1	Prinzipielle Unterschiede.....	92
10.4.2	Arbeitstechnische Unterschiede.....	92
10.5	Ergebnisse und Fehler.....	92
10.5.1	Darstellung der Ergebnisse.....	92
10.5.2	Fehler der Ergebnisse.....	94
10.5.3	Häufig vorkommende Ergebnisse.....	94
10.6	Bemerkungen.....	95
10.6.1	Be- und Entwässerungskurven.....	95

10.6.2	Zeitbedarf für die Einstellung des Gleichgewichtes zwischen Wassergehalt und Wasserspannung.....	96
10.7	Rechenbeispiele	97
10.8	Weitere Methoden.....	98
10.8.1	Zentrifugalmethode.....	98
10.8.2	Dampfdruckgleichgewichte	98
10.8.3	Nomographische Bestimmung mittels Körnungssummenkurven	98
10.9	Literatur	98
11	Aggregatstabilität (Wasserstabilität)	99
11.1	Problemstellung	99
11.2	Prinzip der Methode (Nasssiebung).....	99
11.3	Geräte.....	100
11.4	Durchführung der Bestimmung	100
11.4.1	Vorbereitung der Proben (Lufttrocknung, Oberflächenproben).....	100
11.4.2	Die Nasssiebung	101
11.4.3	Verfahren unter Umgehung der Trocknung (Proben aus Unterboden und Untergrund).....	102
11.5	Auswertung der Ergebnisse	102
11.5.1	Das Stabilitätsmaß	102
11.5.2	Die graphische Auswertung	103
11.5.3	Die rechnerische Auswertung	104
11.5.4	Ergebnisse und Fehler	104
11.6	Bemerkungen.....	104
11.6.1	Charakterisierung der Aggregation eines Bodens	104
11.6.2	Verklebungen	105
11.7	Rechenbeispiel.....	105
11.8	Andere Methoden	105
11.9	Literatur	106
12	Bestimmung der Wasserleitfähigkeit	107
12.1	Problemstellung	107
12.1.1	Fließwiderstand und Wasserleitfähigkeit	107
12.1.2	Gesättigte und ungesättigte Wasserleitfähigkeit	107
12.1.3	Anwendungsbereiche.....	107
12.2	Prinzip der Methode	108
12.2.1	Die Darcy-Gleichung	108
12.2.2	Dimensionen und Einheiten des Koeffizienten k	108
12.2.3	Ungestörte Lagerung	109
12.3	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	109
12.3.1	Messprinzip.....	109
12.3.2	Geräte.....	110
12.3.2.1	Durchführung der Bestimmung	110
12.3.2.2	Berechnung der Ergebnisse	113
12.4	Ungesättigte Wasserleitfähigkeit	113
12.4.1	Messanordnungen	113
12.4.2	Messung mit direkter Ablesung.....	114
12.4.3	Berechnung aus zeitlicher Veränderung der Wasserspannung.....	116
12.4.4	Berechnung der Ergebnisse	118
12.5	Ergebnisse und Fehler.....	120

12.5.1	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	120
12.5.2	Ungesättigte Wasserleitfähigkeit	122
12.6	Rechenbeispiele	123
12.6.1	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	123
12.6.2	Ungesättigte Wasserleitfähigkeit	124
12.7	Weitere Methoden.....	125
12.7.1	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	125
12.7.2	Ungesättigte Wasserleitfähigkeit	125
12.7	Literatur	126
13	Messung des Matrixpotentials (der Wasserspannung) im Boden	128
13.1	Problemstellung	128
13.2	Tensiometer.....	128
13.2.1	Prinzip der Methode	128
13.2.2	Geräte.....	129
13.2.3	Durchführung der Bestimmung	130
13.2.4	Ergebnisse und Fehler.....	132
13.2.5	Bemerkungen.....	133
13.2.6	Freilandtensiometer	134
13.3	Die Gipsblockelektrode	135
13.3.1	Prinzip der Methode	135
13.3.2	Geräte.....	135
13.3.3	Durchführung der Bestimmung	135
13.3.4	Auswertung der Ergebnisse	138
13.3.5	Fehler der Bestimmung.....	139
13.3.6	Bemerkungen.....	139
13.4	Häufig im Boden vorkommende Wasserspannungen	140
13.4.1	Allgemeine Größenordnungen.....	140
13.4.2	Der Jahresgang.....	140
13.4.3	Einfluss der Bodenart (Porengrößenverteilung).....	140
13.4.4	Der Einfluss der Tiefe im Profil	142
13.5	Rechenbeispiele	142
13.5.1	Tensiometer.....	142
13.5.2	Gipsblockelektrode	142
13.6	Weitere Methoden.....	143
13.7	Literatur	143
14	Bestimmung des Eindringwiderstandes des Bodens mit der Schlagsonde...	145
14.1	Problemstellung	145
14.2	Prinzip der Methode	145
14.3	Geräte.....	146
14.4	Durchführung der Bestimmung	146
14.4.1	Die Schlagtechnik.....	146
14.4.2	Die Messpunkte	148
14.5	Auswertung der Ergebnisse	148
14.5.1	Eindringtiefe in Abhängigkeit von der Tiefe im Boden.....	148
14.5.2	Linien gleichen Eindringwiderstandes	149
14.6	Ergebnisse und Fehler.....	149
14.6.1	Natur der Unterschiede	149
14.6.2	Häufige Ergebnisse	149

14.6.3	Streuungen	150
14.7	Bemerkungen	150
14.8	Weitere Methoden.....	150
14.8.1	Einfachste Schlagsonden und Aushilfsmethoden	150
14.8.2	Sonden mit anderen Messprinzipien.....	151
14.9	Literatur	151
15	Auswertung örtlich zuordnungsfähiger Messwerte.....	152
15.1	Problemstellung	152
15.2	Prinzip der Methode	152
15.3	Durchführung der Auswertung	153
15.3.1	Datenfeld aus statischen Messwerten	153
15.3.2	Datenfeld aus statischen Messwerten, dazu einzelne Daten über Bewegungs- (Fluss)vorgänge	155
15.3.3	Unvollständige Datenfelder, fehlende Messwerte	157
15.4	Bemerkungen zu Homogenitäts- und Kontinuitätsbedingungen	158
15.5	Literatur	158
16	Bestimmung des Spannungszustandes der festen Matrix.....	160
16.1	Problemstellung	160
16.1.1	Kapazitäts-Intensitäts Konzept	160
16.1.2.	Hauptspannungen	161
16.1.3	Visuelle Ansprache Schürfe und frische Profile	161
16.2	Ruhedruck als Anisotropieparameter der Intensität.....	161
16.2.1	Prinzip, Basisgrößen	161
16.2.2	Der Ruhedruck.....	162
16.3	Der Ruhedruckkoeffizient.....	162
16.3.1	Prinzip, Wahl der Basisgrößen.....	162
16.3.2	Lagerungskurve als Ausgangsbasis	163
16.3.2.1	Benötigte Daten	163
16.3.2.2	Benötigte Geräte	163
16.3.2.3	Durchführung der Bestimmung	163
16.3.2.4	Lag-Kurve, zeichnerische Auswertung.....	163
16.3.3	Eindringwiderstand (EW) als Ausgangsbasis.....	164
16.3.3.1	Benötigte Daten	164
16.3.3.2	Benötigte Geräte	164
16.3.3.3	Durchführung der Bestimmung	164
16.3.3.4	Tiefenfunktion des EW	164
16.3.4	Bestimmung des Ruhedruckkoeffizienten	165
16.3.4.1	Auswertung der Lagerungskurve.....	165
16.3.4.2	Auswertung der EW-Tiefenfunktion.....	166
16.4.	Konzentrationsfaktor nach Newmark	167
16.4.1	Prinzip der Methode	167
16.4.2	Benötigte Geräte	168
16.4.3	Durchführung der Messungen	169
16.4.4	Berechnungsbeispiele	169
16.4.5	Bemerkungen	170
16.5.	Literatur	170

XII Inhaltsverzeichnis

Häufige Umrechnungen	171
Längen, Flächen, Volumina, Massen, Dichten,	
Geschwindigkeit, Kraft	171
Druck, Energie/Arbeit, Leistung, Ertrag	172
Fluss, Temperatur	173
Stichwortverzeichnis	174