

Inhaltsverzeichnis Band 1

1	Einführung	13
1.1	Entwicklung und Einordnung	13
1.2	Sachverständiger für Geotechnik	14
1.3	Baugrundinstitute und Baugrundgutachten.....	16
1.4	Baugrundrisiko und Verpflichtung des Auftraggebers	17
1.5	Geotechnische Gesellschaften.....	18
2	Grundlagen zur Geologie und Struktur von Boden und Fels	19
2.1	Aufbau des Erdkörpers und geologische Einordnung	19
2.2	Gesteinsbildung.....	22
2.3	Regionalgeologie in Deutschland	23
2.4	Zusammensetzung und Struktur von Böden	25
2.5	Struktur und Gefüge von Gesteinen und Gebirge.....	28
3	Wasser im Untergrund.....	31
3.1	Physikalische Eigenschaften des Wassers	31
3.2	Erscheinungsformen des Wassers im Untergrund	32
3.3	Grundlagen der Wasserströmung im Untergrund	34
3.3.1	Grundgleichungen	34
3.3.2	Hydraulischer Gradient und Strömungskraft	35
3.3.3	Filtergeschwindigkeiten und <i>Darcy</i> 'sches Filtergesetz	35
3.4	Erweiterung auf geschichtete Böden.....	37
3.4.1	Begriffe	37
3.4.2	Vertikale Strömung	38
3.4.3	Horizontale Strömung	38
3.4.4	Variationsmöglichkeiten der Untergrunddurchlässigkeiten	39
3.5	Potentialtheorie	39
3.6	Näherungslösung der Potentialtheorie mit Strömungsnetzen	42
3.7	Wassermengenbestimmung aus dem Potentialnetz	44
3.8	Strom- und Potentiallinien bei Baugrundsichtung	44

4	Untersuchungen von Boden und Fels als Baugrund und Baustoff (Baugrunduntersuchung)	47
4.1	Normen.....	47
4.2	Begriffe	47
4.3	Klassifizierung und Einordnung der Bodenarten.....	48
4.3.1	Allgemeines	48
4.3.2	Klassifizierung nach DIN 4022	48
4.3.3	Klassifizierung nach DIN 18196	51
4.3.4	Klassifizierung nach DIN 18300	54
4.3.5	Klassifizierung nach DIN 1054	56
4.4	Zeichnerische Darstellung der Baugrunderkundungsergebnisse	57
4.5	Beschreibung der wichtigsten Bodenarten.....	57
4.6	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke nach DIN 4020	59
4.6.1	Allgemeines	59
4.6.2	Aufgabenstellung bei geotechnischen Untersuchungen	59
4.6.3	Art und Umfang der geotechnischen Untersuchungen	59
4.6.4	Geotechnische Untersuchungsverfahren.....	60
4.7	Baugrunderkundung durch Bohrungen und Schürfe	62
4.7.1	Allgemeines	62
4.7.2	Schürfgruben und Schürfschlitze	63
4.7.3	Bohrungen.....	63
4.8	Baugrunderkundung durch Sondierungen	65
4.8.1	Anwendungsformen von Sondierungen.....	65
4.8.2	Rammsondierungen	66
4.8.3	Drucksondierungen.....	69
4.8.4	Flügelsondierungen.....	70
4.9	Beispiel der Darstellung einer Baugrunduntersuchung	71
5	Einführung in das geotechnische Feld- und Laborversuchswesen	72
5.1	Allgemeines.....	72
5.2	Bodenproben für Laborversuche.....	72
5.3	Durchführen und Auswerten von Laborversuchen	73
5.4	Eigenschaften und Versuche zur Klassifizierung und Einordnung der Böden	73
5.4.1	Korngrößenverteilung.....	73
5.4.2	Korndichte.....	75
5.4.3	Organische Anteile.....	75

5.4.4	Kalkgehalt	76
5.5	Eigenschaften und Versuche zur Zustandsbeschreibung von Böden	76
5.5.1	Dichte	76
5.5.2	Porenanteil und Porenzahl	76
5.5.3	Wassergehalt	77
5.5.4	Lagerungsdichte	77
5.5.5	Bestimmung der Zustandsgrenzen bindiger Böden	78
5.5.6	Sättigungsgrad.....	79
5.6	Rechnerische Beziehungen zwischen Bodenkenngrößen.....	79
5.7	Geohydraulische Eigenschaften von Böden	82
5.8	Bodenmechanische Kenngrößen zur Verformung und Festigkeit.....	83
5.9	Konventionelle erdbautechnische Prüfverfahren	83
5.9.1	Allgemeines	83
5.9.2	Proctorversuch	84
5.9.3	Bestimmung der Trockendichte des Bodens im Feld	85
5.9.4	Verdichtungsgrad.....	85
5.9.5	Plattendruckversuch.....	85
6	Spannungszustände in der Bodenmechanik	88
6.1	Allgemeines.....	88
6.2	Definition von totalen, effektiven und Porenwasserdruck-Spannungen.....	88
6.3	Ruhedruckspannungen im elastisch-isotropen Halbraum – Primärspannungen.....	89
7	Elastizitätstheorie und Grenzzustände im Boden	93
7.1	Elastizitätstheorie	93
7.2	<i>Mohr</i> 'sche Darstellung der Spannungen.....	96
7.3	Grenzzustände (Bruchzustände).....	100
7.4	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit.....	102
8	Berechnungen von Zusatzspannungen und Setzungen.....	103
8.1	Modellvorstellungen	103
8.2	Ermittlung von Zusatzspannungen aus Bauwerkslasten.....	103
8.3	Verfahren zur Setzungsberechnung	110
8.3.1	Grundlagen.....	110
8.3.2	Setzungsermittlung mit Hilfe lotrechter Spannungen.....	113
8.3.3	Setzungen und Verkantungen mit Hilfe von geschlossenen Formeln	114

9	Verformungs- und Scherfestigkeitsverhalten von Böden.....	117
9.1	Verformungsverhalten von Böden	117
9.1.1	Kenngrößen	117
9.1.2	Eindimensionaler Kompressionsversuch (KD-Versuch).....	118
9.2	Festigkeitsverhalten von Böden (Scherfestigkeit)	122
9.2.1	Grundlagen und Begriffe	122
9.2.2	Bedeutung von totalen, effektiven und Porenwasserdruckspannungen für die Scherfestigkeit	124
9.2.3	Laborversuche zur Ermittlung der Scherparameter	126
10	Konsolidationstheorie.....	132
10.1	Einleitung	132
10.2	Größe des Porenwasserüberdruckes bei Spannungsänderung	133
10.3	Eindimensionale Konsolidationstheorie	134
10.3.1	Allgemeines	134
10.3.2	Herleitung der Differentialgleichung für die eindimensionale Konsolidation nach <i>Terzaghi</i>	135
10.3.3	Lösung der Differentialgleichung der eindimensionalen Konsolidationstheorie	137
10.3.4	Zeitabhängige Belastung.....	139
10.4	Mehrdimensionale Konsolidationstheorie	140
10.5	Konsolidationsbeschleunigung durch Vertikaldränagen	140
10.5.1	Wirkungsweise.....	140
10.5.2	Arten und Einbau von Vertikaldränagen	141
10.5.3	Berechnung des Konsolidationsvorganges bei Vertikaldränagen ...	142
10.6	Sekundärkonsolidation	146
10.7	Bestimmung des Zeit-Setzungsverhaltens im Laborversuch.....	148
11	Bodenkenngrößen aus Erfahrungswerten und Korrelationen	150
11.1	Erfahrungswerte für Bodenkenngrößen	150
11.1.1	Allgemeines	150
11.1.2	Aus EAU (2005)	150
11.1.3	Aus EAB (2006).....	151
11.2	Korrelationen zwischen Bodenkenngrößen	156
11.3	Ableitung von Bodenkenngrößen aus Sondierungen.....	156
12	Erd- und Wasserdruck.....	160
12.1	Einführung.....	160

12.2	Begriffe und Bezeichnungen.....	161
12.3	Erddrucktheorie nach <i>Coulomb</i> mit ebenen Gleitflächen.....	163
12.3.1	Annahmen.....	163
12.3.2	Aktiver Erddruck.....	163
12.3.3	Passiver Erddruck.....	165
12.4	Aktiver und passiver Grenzzustand im Halbraum – Flächenbruch- bzw. Zonenbruchtheorie nach <i>Rankine</i>	165
12.5	Bewertung der Theorien von <i>Coulomb</i> und <i>Rankine</i>	169
12.6	Praktische Erddruckberechnung.....	169
12.6.1	Allgemeines.....	169
12.6.2	Ansatz des Neigungswinkels des Erddruckes.....	170
12.6.3	Erddruck infolge Bodeneigengewicht mit ebenen Gleitflächen... ..	170
12.6.4	Erddruck infolge Kohäsion.....	173
12.6.5	Mindesterddruck.....	175
12.6.6	Erdruhedruck.....	176
12.6.7	Erddruck infolge Nutzlasten auf der Geländeoberfläche.....	176
12.6.8	Erddruck bei geschichtetem Boden.....	178
12.6.9	Erddruck bei gebrochener Geländelinie bzw. geknickter Wand ...	179
12.6.10	Passiver Erddruck mit gekrümmten Gleitflächen.....	181
12.7	Erddruck bei wassergesättigten, bindigen Böden.....	181
12.8	Verdichtungserddruck.....	181
12.9	Räumlicher Erddruck.....	181
12.10	Hydrostatischer Wasserdruck.....	182
12.11	Näherungsweise Berücksichtigung der Wasserströmung.....	182
12.12	Maßgebliche Wasserspiegelhöhen.....	183
13	Sicherheitsnachweise in der Geotechnik und neue Normengeneration.....	184
13.1	Entwicklung der neuen nationalen und europäischen Normen.....	184
13.1.1	Allgemeines.....	184
13.1.2	Geotechnische Normen zur Berechnung und Bemessung.....	184
13.1.3	Europäische Ausführungsnormen für geotechnische und Spezialtiefbauverfahren.....	185
13.1.4	Gültigkeit und Übergangsregelungen von alten und neuen Normen.....	186
13.2	Berechnungsmodelle.....	189
13.3	Globales Sicherheitskonzept – herkömmliche Vorgehensweise.....	189
13.4	Grundlagen zum neuen Sicherheitskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten ...	189
13.5	Anwendungshinweise.....	191

13.6	Formen der Sicherheitsnachweise und Grenzzustände.....	193
13.6.1	Grenzzustände in der Geotechnik	193
13.6.2	Grenzzustand GZ 1A	194
13.6.3	Grenzzustand GZ 1B.....	194
13.6.4	Grenzzustand GZ 1C.....	195
13.7	Besondere Regelungen in der Geotechnik.....	195
13.7.1	Neue Begriffsfestlegungen für Bauwerke.....	195
13.7.2	Geotechnische Kategorien	196
13.7.3	Bemessungssituationen bei geotechnischen Bauwerken	197
13.7.4	Berücksichtigung von Wasserdruck	198
13.8	Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054.....	199
13.9	Berechnungsverfahren.....	200
13.10	Zuordnungen zwischen DIN 1054 und DIN EN 1997-1	202
14	Standsicherheit von Böschungen und Geländesprüngen	204
14.1	Begriffe und Definitionen	204
14.2	Bruchkinematik und Berechnungsverfahren.....	204
14.3	Sicherheitsdefinition und Grenzzustandsbedingung.....	206
14.4	Bemessungswerte der Einwirkungen und Beanspruchungen	207
14.4.1	Eigengewichte.....	207
14.4.2	Lasten in oder auf dem Gleitkörper	207
14.4.3	Kräfte von vorgespannten Zuggliedern	207
14.4.4	Wasserdruck.....	208
14.4.5	Porenwasserüberdruck infolge Konsolidation	209
14.4.6	Sonstige Einwirkungen	210
14.5	Bemessungswerte der Widerstände	210
14.5.1	Scherfestigkeit des Bodens	210
14.5.2	Zugglieder	212
14.5.3	Äußere Kräfte und äußere Momente.....	214
14.6	Lamellenverfahren nach <i>Krey/Bishop</i> für kreisförmige Gleitflächen.....	215
14.6.1	Theoretische Grundlagen und Herleitung der Berechnungsformeln	215
14.6.2	Bemessungswerte der Beanspruchungen im Lamellenverfahren ..	217
14.6.3	Bemessungswerte der Widerstände im Lamellenverfahren.....	218
14.6.4	Lage der Gleitlinie	219
14.7	Sonderfall	220
14.8	Bestimmung des Böschungswinkels mit Hilfe von Nomogrammen	220
14.9	Blockgleitverfahren (Stützlinienverfahren)	220

14.10	Zusammengesetzte Bruchmechanismen.....	222
14.11	Berechnung des Ausnutzungsgrades μ beim Verfahren Blockgleiten und zusammengesetzte Mechanismen	226
15	Verfahren zur Baugrundverbesserung.....	227
15.1	Einleitung	227
15.2	Verfahren ohne Bodenaustausch.....	228
15.2.1	Oberflächenverdichtung.....	228
15.2.2	Vorbelastung	228
15.2.3	Konsolidationsbeschleunigung durch Vertikaldränagen	229
15.2.4	Dynamische Intensivverdichtung.....	229
15.2.5	Weitere Verfahren.....	232
15.3	Verfahren mit Voll- oder teilweisem Bodenaustausch	232
15.3.1	Bodenersatz.....	232
15.3.2	Spülverfahren	233
15.3.3	Nassbaggerung	234
15.3.4	Bodenverdrängung.....	234
15.4	Tiefenrüttlung.....	234
15.4.1	Anwendungsbereiche.....	234
15.4.2	Rütteldruckverfahren	234
15.4.3	Rüttelstopfverfahren.....	236
15.4.4	Berechnung und Bemessung von Rüttelstopfsäulen.....	237
15.5	Prüfungen	242
15.6	Säulenförmige Verfahren	242
16	Numerische Berechnungsverfahren in der Geotechnik.....	243
16.1	Allgemeines.....	243
16.2	Grundlagen der Methode der Finiten-Elemente.....	243
16.2.1	Eigenschaften finiter Elemente am Beispiel eines Dreieckelements.....	243
16.2.2	Höherwertige Finite-Elemente-Typen	247
16.3	Physikalische Nichtlinearitäten bzw. Stoffgesetze von Böden.....	249
16.4	Im FE-Programm PLAXIS verwendete Stoffgesetze	251
16.5	Berechnungsorganisation bei nichtlinearem Stoffverhalten	251
16.6	Diskontinuität	253
16.7	Berücksichtigung von Primärzuständen.....	253

Anhang A: Tafeln, Formeln, Bodenkenngrößen.....	255
A-1: Abkürzungen und Formelzeichen	255
A-2: Formeln zur Ermittlung der passiven Erddruckbeiwerte nach <i>Sokolovski/Pregl</i> mit gekrümmten Gleitflächen	260
A-3: Räumlicher Erddruck	262
A-4: Erfahrungswerte für Bodenkenngrößen aus <i>v. Soos (2001)</i>	264
A-5: Korrelationen zwischen Bodenkenngrößen	266
Anhang B: Zahlenbeispiele.....	271
Beispiele zu Kapitel 3	274
Beispiele zu Kapitel 4	282
Beispiele zu Kapitel 5	283
Beispiele zu Kapitel 6	287
Beispiele zu Kapitel 7	289
Beispiele zu Kapitel 8	298
Beispiele zu Kapitel 9	307
Beispiele zu Kapitel 10	320
Beispiele zu Kapitel 12	325
Beispiele zu Kapitel 14	333
Beispiele zu Kapitel 15	348
Beispiele zu Kapitel 16	350
Literaturverzeichnis.....	356
Stichwortverzeichnis	366