

Inhalt

0 Grundlagen der Darstellung	9
1 Begriff und Aufgabe der Bodenmechanik	11
2 Der Baugrund	
2.1 Geologische Grundlagen	12
2.1.1 Aufbau der Erde und Erdzeitalter	12
2.1.2 Grundbegriffe der Mineralogie	14
2.2 Gesteine	16
2.2.1 Erstarrungsgesteine (Eruptivgesteine)	17
2.2.2 Ablagerungsgesteine (Sedimentgesteine)	17
2.2.3 Umwandlungsgesteine (Metamorphe Gesteine)	18
2.2.4 Verfahren zur Beschreibung von Fels	19
2.3 Böden	19
2.3.1 Entstehung der Böden	19
2.3.2 Physikalischer Aufbau der Böden	21
2.3.3 Benennung und Einteilung der Böden	22
2.3.3.1 Benennung der Bodenarten nach Korngrößen	22
2.3.3.2 Bodengruppen (Bodenklassifikation nach DIN 18196)	23
2.3.3.3 Boden- und Felsklassen nach DIN 18300	27
2.3.3.4 Einteilung der Böden nach ihrer Belastbarkeit (DIN 1054)	29
2.3.3.5 Erkennen der Bodenarten auf der Baustelle (Feldversuche)	29
2.3.4 Allgemeine Beurteilung der Böden	30
2.3.4.1 Böden als Baugrund	30
2.3.4.2 Böden als Baustoff	32
2.4 Die Schichtung des Baugrunds	32
2.4.1 Ursachen der heutigen Schichtung	32
2.4.2 Einfluß der Schichtung auf die Standsicherheit	34
2.5 Das Wasser im Baugrund	35
3 Geotechnische Untersuchungen	
3.1 Zweck der geotechnischen Untersuchungen	39
3.2 Vorschriften	41
3.2.1 Art und Umfang der geotechnischen Untersuchungen	41
3.2.1.1 Begriffe, Grundlagen und geotechnische Kategorien	41
3.2.1.2 Richtwerte für Abstände und Erkundungstiefen	44
3.2.2 Schichtenverzeichnis und Darstellung der Ergebnisse	46
3.2.3 Bodenproben	52
3.2.3.1 Bohrproben	53
3.2.3.2 Sonderproben	53
3.2.3.3 Kennzeichnung der Bodenproben	56
3.2.3.4 Aufbewahrung und Transport der Proben	56
3.2.3.5 Proben zur Untersuchung auf betonschädliche Stoffe	56
3.3 Methoden und Technik der Bodenuntersuchungen	56
3.3.1 Vorerkundung	56
3.3.2 Schurf	57
3.3.3 Bohrungen	58
3.3.3.1 Allgemeines	58
3.3.3.2 Bohrmethoden und Bohrgeräte	64

3.3.4	Sondierungen	68
3.3.4.1	Rammsondierungen	69
3.3.4.2	Drucksondierungen (CPT)	73
3.3.4.3	Quantitative Zusammenhänge bei Sondierungen	75
3.3.4.4	Flügelsonden	78
3.3.4.5	Seitendrucksonden	78
3.3.5	Geophysikalische Untersuchungen	79
3.3.6	Probobelastung	82
3.3.6.1	Begriffe und allgemeine Versuchsdurchführung	82
3.3.6.2	Probobelastungen für Flächengründungen	82
3.3.6.3	Plattendruckversuch	84
3.3.6.4	CBR-Versuch	90
3.3.7	Dynamische Belastung	90
3.3.7.1	Dynamischer Plattendruckversuch	90
3.3.7.2	Flächendeckende dynamische Verdichtungskontrolle	92
3.3.8	Ingenieurbiologische Bodenaufschlüsse	94

4 Bodenkenngrößen, ihre Ermittlung und Bedeutung

4.1	Korngröße und Korngrößenverteilung	95
4.2	Kornform, Korngefüge und Beimengungen	98
4.3	Wassergehalt, Sättigungszahl, Wasseraufnahmevermögen	100
4.4	Kordichte und Kornwichte	104
4.5	Porenanteil und Porenzahl	107
4.6	Dichte und Wichte des Bodens	108
4.7	Lagerungsdichte	113
4.7.1	Lagerungsdichte nichtbindiger Böden	113
4.7.2	Lagerungsdichte bindiger Böden	116
4.7.3	Nachprüfen der Verdichtung	118
4.8	Zustandsformen, Konsistenzgrenzen nach Atterberg	119
4.9	Durchlässigkeit und kapillare Steighöhe	124

5 Festigkeits- und Formänderungseigenschaften der Böden

5.1	Scherfestigkeit	129
5.1.1	Begriffe	129
5.1.2	Scherparameter c und φ	134
5.1.3	Versuche zur Bestimmung der Scherfestigkeit	136
5.1.3.1	Versuchsanordnungen für die Untersuchung von Scherfugen	136
5.1.3.2	Triaxialversuch	140
5.1.3.3	Einaxialer Druckversuch	145
5.1.3.4	Flügelsondenversuch	146
5.2	Zusammendrückbarkeit	147
5.2.1	Begriffe	147
5.2.2	Kenngrößen für die Zusammendrückbarkeit der Böden und ihre Ermittlung	148
5.2.2.1	Steifemodul E_s und spezifische Setzung s'	148
5.2.2.2	Elastizitätsmodul E	151
5.2.2.3	Verformungsmodul E_v	151
5.2.2.4	Mittlerer Zusammendrückungsmodul E_m	151
5.2.2.5	Zusammenhang zwischen den Kenngrößen	152
5.2.3	Zeitsetzungslinie	152
5.3	Bodendynamische Kennwerte	154

6 Erdstatische Berechnungen	
6.1 Spannungsverteilung unter Bauwerken	157
6.1.1 Sohlespannungsverteilung	157
6.1.1.1 Begriffe	157
6.1.1.2 Berechnung der Sohlnormalspannungen	160
6.1.2 Spannungsverteilung im Boden	169
6.1.2.1 Begriffe	169
6.1.2.2 Berechnung der Spannungsverteilung im Boden	171
6.2 Setzungen der Bauwerke	178
6.2.1 Wesen und Ursachen der Setzungen	178
6.2.2 Unterlagen für Setzungsberechnungen	179
6.2.3 Setzungsberechnungen bei schlaffen und starren Gründungen	180
6.2.4 Methoden der Setzungsermittlung bei mittiger Belastung	180
6.2.4.1 Spannungen im Boden und Grenztiefe	180
6.2.4.2 Setzungsermittlung mit Hilfe geschlossener Formeln	182
6.2.4.3 Setzungsermittlung mit Hilfe der lotrechten Spannungen im Boden	188
6.2.5 Setzungsermittlung bei ausmittiger Belastung	193
6.2.5.1 Ermittlung der Verkantung starrer Gründungskörper mit Hilfe geschlossener Formeln	193
6.2.5.2 Ermittlung der Setzungen einzelner Punkte mit Hilfe der Spannungen im Boden	196
6.2.6 Setzung infolge von Grundwasserabsenkung	196
6.2.7 Konsolidation	197
6.2.8 Typische Setzungerscheinungen, Rißbildungen und Setzungsbeobachtungen	198
6.2.9 Maßnahmen gegen unterschiedliche Setzungen	200
6.3 Grundbruch	201
6.3.1 Ursachen eines Grundbruchs	201
6.3.2 Bruchlast	201
6.3.3 Grundbruchsicherheit	202
6.3.4 Grundbruch bei lotrecht und mittig belasteten Flachgründungen	204
6.3.5 Grundbruch bei schräg und ausmittig belasteten Flachgründungen	208
6.4 Gelände- und Böschungsbruch	211
6.4.1 Begriffe	211
6.4.2 Berechnungsgrundlagen	212
6.4.3 Berechnungen mit Lamellenverfahren	216
6.4.4 Berechnung mit lamellenfreien Verfahren	226
6.4.5 Standsicherheitsuntersuchungen in besonderen Fällen	229
6.4.5.1 Zulässige Böschungsneigungen bei einheitlichem Boden	229
6.4.5.2 Ansatz ebener und gebrochener Gleitflächen	230
6.5 Langzeitrutschung	232
6.6 Wirkung des Wassers im Boden	232
6.6.1 Wasserdruck	232
6.6.2 Wasserbewegung im Boden, Strömungsnetze	235
6.6.3 Einfluß der Wasserbewegung auf die Wichte des Bodens	238
6.6.4 Hydraulischer Grundbruch	239
6.6.5 Erosionsgrundbruch	244

6.7	Erdauflast, aktiver und passiver Erddruck	245
6.7.1	Erdauflast	245
6.7.2	Grundlagen zum aktiven und passiven Erddruck	245
6.7.2.1	Grenz- und Zwischenwerte des Erddrucks	246
6.7.2.2	Erddrucktheorien	248
6.7.2.3	Grundwerte für die Berechnung von Erddruck und Erdwiderstand	250
6.7.3	Der aktive Erddruck E_a bei nichtbindigen Böden	251
6.7.3.1	Grundlagen	251
6.7.3.2	Berechnung des Erddrucklastanteils E_{ag} mit Erddruckbeiwerten	252
6.7.3.3	Culmannsche E -Linie	255
6.7.3.4	Ponceletsche Zeichnung	257
6.7.3.5	Ermittlung bei Ansatz gekrümmter oder gebrochener Gleitflächen	258
6.7.3.6	Verteilung des aktiven Erddrucks aus Bodeneigenlast . .	265
6.7.3.7	Aktiver Erddruck bei gleichmäßig verteilter Auflast, bei geschichtetem Baugrund, bei gebrochener Mauerrückwand, bei Kragplatten und bei nicht geradlinig verlaufender Geländeoberfläche	266
6.7.3.8	Erddruck auf Winkelstützmauern	272
6.7.4	Der passive Erddruck (Erdwiderstand) bei nichtbindigen Böden	275
6.7.4.1	Grundlagen	275
6.7.4.2	Berechnung mit Erdwiderstandsbeiwerten	276
6.7.4.3	Culmannsche E_p -Linie	278
6.7.4.4	Ponceletsche Zeichnung	280
6.7.4.5	Ermittlung bei Ansatz gekrümmter und gebrochener Gleitflächen	281
6.7.4.6	Verteilung des passiven Erddrucks aus Bodeneigenlast .	285
6.7.4.7	Passiver Erddruck bei Flächenauflast, bei geschichtetem Boden und bei gebrochener Mauerrückwand	286
6.7.5	Erdruhedruck E_0	286
6.7.6	Aktiver und passiver Erddruck bei Böden mit Reibung und Kohäsion	287
6.7.6.1	Berechnung mit Erddruckbeiwerten	288
6.7.6.2	Zeichnerische Ermittlung (erw. Culmann-Verfahren) . .	290
6.7.7	Aktiver und passiver Erddruck bei reinen Kohäsionsböden . .	295
6.7.8	Sonderfälle von Erddruck und Erdwiderstand	295
6.7.8.1	Erddruck infolge von Punkt-, Linien-, Streifen- und Horizontallasten	295
6.7.8.2	Räumlicher aktiver Erddruck	301
6.7.8.3	Räumlicher Erdwiderstand vor schmalen Druckflächen .	302
6.7.8.4	Erddruckumlagerungen	307
6.7.8.5	Verdichtungserddruck E_v	308
6.7.8.6	Erhöhter Erddruck	310
6.7.8.7	Zusammenwirken von Erd- und Wasserdruck	310
6.7.8.8	Siloerddruck und Erddruck auf Kellerwände	314
7	Zulässige Belastung des Baugrunds und Lastannahmen für Bauten, Bodenkenntnissen	
7.1	Lasten und Lastfälle	317
7.2	Standsicherheitsnachweise für Flächengründungen	318

7.3	Zulässige Bodenpressung (Sohlnormalspannung) in Regelfällen	321
7.3.1	Zulässige Bodenpressung bei nichtbindigem Baugrund	323
7.3.2	Zulässige Bodenpressung bei bindigem Baugrund	325
7.3.3	Zulässige Bodenpressung bei Schüttungen	326
7.3.4	Zulässige Bodenpressung bei Flächengründungen auf Fels	327
7.4	Lastannahmen für Bauten, Bodenkenngrößen	327
8	Verbessern der Eigenschaften des Baugrunds	
8.1	Grundlagen	332
8.2	Bodenersatzverfahren	332
8.3	Mechanische Verdichtung	333
8.3.1	Mechanische Verdichtung nichtbindiger Böden	333
8.3.2	Mechanische Verdichtung bindiger Böden	337
8.3.3	Dynamische Intensivverdichtung	338
8.4	Injektionen	339
8.4.1	Grundlagen	339
8.4.2	Zementinjektionen	343
8.4.3	Einpressung von Mischungen aus Ton, Schluff, Sand und Binde- mitteln	345
8.4.4	Chemische Injektionsmittel	346
8.4.5	Bitumeneinpressung	348
8.4.6	Hochdruckinjektion (Jet Grouting)	348
8.5	Bodenverfestigung durch Entwässerung	349
8.6	Elektrochemische Bodenverfestigung	351
8.7	Thermische Bodenverfestigung	352
8.8	Bodenverfestigung und Bodenverbesserung im Straßenbau	353
8.8.1	Bodenverfestigungen	354
8.8.2	Bodenverbesserungen	355
8.9	Geotextilien	357
8.10	Geotechnik der Deponien und Altlasten	360
8.10.1	Grundlagen	360
8.10.2	Planung und Bau von Deponien	360
8.10.3	Sanierung von Altlasten	363
9	Der Frost im Baugrund	
9.1	Homogener Bodenfrost	364
9.2	Nichthomogener (geschichteter) Bodenfrost	364
9.3	Frostkriterien	365
9.4	Frostschäden und Gegenmaßnahmen	366
10	Anhang	
10.1	Tafeln für Erddruck und Erdwiderstand; Tafel Bodenklassifizierung nach USCS; Tafel des Erdzeitalters	371
10.2	Verzeichnis der Berechnungsbeispiele	394
10.3	Größen, Formelzeichen und Einheiten	396
10.4	Literatur	399
10.5	DIN-Normen zum Grundbau	402
10.6	Standsicherheitsnachweise mit Teilsicherheitsbeiwerten	409
Sachverzeichnis		421