

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung: Aufgaben und Ziele der Bodenmechanik</b>	<b>13</b>
1.1	Entwurf eines Bauwerks – Rolle der Geotechnik im Bauingenieurwesen . . . . .	13
1.2	Boden- und Felsmechanik als Teil des Bauingenieurwesens . . . . .	15
1.3	Beispiel für ein Bauprojekt: Beschreibung . . . . .	16
<b>2</b>	<b>Geologische Grundlagen</b>	<b>19</b>
2.1	Nutzen geologischer Informationen für Bauprojekte . . . . .	19
2.2	Allgemeine geologische Grundlagen . . . . .	21
2.2.1	Aufbau der Erde im Überblick . . . . .	21
2.2.2	Geologische Zeitrechnung . . . . .	23
2.3	Hydrogeologische Grundlagen . . . . .	28
2.3.1	Kreislauf des Wassers, Bilanzgleichung . . . . .	28
2.3.2	Wasser im Untergrund . . . . .	29
2.3.3	Grundwasserleiter . . . . .	30
2.3.4	Quellen . . . . .	32
2.4	Minerale . . . . .	32
2.4.1	Systematik der Minerale . . . . .	33
2.4.2	Mineralbestimmung auf Grundlage physikalischer Eigenschaften . . . . .	37
2.4.3	Gesteinsbildende Minerale . . . . .	39
2.5	Gesteine . . . . .	39
2.5.1	Kreislauf der Gesteine . . . . .	40
2.5.2	Gesteinsarten – Überblick . . . . .	41
2.5.2.1	Magmatische Gesteine . . . . .	41
2.5.2.2	Sedimentgesteine . . . . .	42
2.5.2.3	Metamorphite . . . . .	44

<b>3 Baugrund (Gebirge)</b>	<b>46</b>
3.1 Fels	46
3.1.1 Gesteinsbestimmung	46
3.1.1.1 Struktur	46
3.1.1.2 Textur	47
3.1.1.3 Gesteinsbestimmung an Handstücken	47
3.1.2 Gestein-Fels-Gebirge	51
3.1.3 Benennung und Beschreibung von Fels	51
3.1.3.1 Benennung und Beschreibung des Gesteins	52
3.1.3.2 Verwitterungsgrad	54
3.1.3.3 Trennflächengefüge	54
3.1.4 Gebirgsklassifizierung mit dem <i>Q</i> -System (Quality-System)	56
3.1.5 Berechnung von Gebirgskennwerten, Gebirgsklassifizierung GSI	59
3.2 Böden (Lockergesteine)	62
3.2.1 Unterscheidungskriterien	62
3.2.2 Benennung und Beschreibung	64
<b>4 Erkundung und Untersuchung von Boden und Fels in situ</b>	<b>67</b>
4.1 Vorbereitung, Planung	67
4.1.1 Grundlagen – Aufgabenstellung	67
4.1.2 Planungshinweise, Informationsquellen	69
4.1.3 Geologische Karten	70
4.2 Baugrunderkundung	72
4.2.1 Geotechnische Kategorien	73
4.2.2 Umfang der Erkundung	74
4.2.3 Erkundungsarten	78
4.2.3.1 Direkte Aufschlüsse, Probenahme	78
4.2.3.2 Indirekte Verfahren: Sondierungen	83

---

<b>5 Kennwerte von Boden und Fels</b>	<b>87</b>
5.1 Klassifikationskennwerte	87
5.1.1 Stoffbestand	87
5.1.1.1 Phasenzusammensetzung	87
5.1.1.2 Beimengungen	93
5.1.1.3 Korngrößenverteilung	94
5.1.2 Stoffzustand: Grenzwerte des Stoffbestands	97
5.1.2.1 Konsistenzgrenzen bindiger Böden	98
5.1.2.2 Grenzen der Lagerungsdichte	102
5.1.3 Klassifizierung – Bodengruppen nach DIN 18196	103
5.2 Gütekontrolle im Erdbau, Verdichtung	105
5.2.1 Proctorkennwerte	105
5.2.2 Verdichtungskontrolle	106
5.3 Mechanische und hydraulische Größen	110
5.3.1 Strömung	110
5.3.2 Spannungen und Kräfte	111
5.3.2.1 Mohrscher Kreis	111
5.3.2.2 Wirksame Spannung	112
5.3.2.3 Eigengewicht des Bodens	114
5.3.3 Verformungsmaße	115
5.4 Durchlässigkeit	116
5.4.1 Grundlagen	116
5.4.2 Experimentelle Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts	117
5.5 Scherfestigkeit	122
5.5.1 Grundlagen	122
5.5.1.1 Bruchbedingung	122
5.5.1.2 Einflüsse auf $\varphi$ und $c$	125
5.5.2 Experimentelle Ermittlung	128

5.5.2.1	Direktscherversuch . . . . .	128
5.5.2.2	Einaxiale Druckfestigkeit . . . . .	129
5.5.2.3	Triaxialversuch . . . . .	129
5.6	Zusammendrückbarkeit . . . . .	132
5.6.1	Grundlagen . . . . .	132
5.6.2	Druck-Setzungs-Linie: Kennwertansätze . . . . .	133
5.6.3	Zeit-Zusammendrückungs-Verhalten . . . . .	137
5.6.4	Experimentelle Bestimmung – Ödometerversuch . . . . .	142
5.6.5	Plattendruckversuch . . . . .	143
5.7	Klassifizierungskriterien . . . . .	144
5.7.1	Homogenbereiche zur Leistungsbeschreibung . . . . .	145
5.7.2	Frostempfindlichkeit . . . . .	146
5.8	Mittlere Kennwerte, Korrelationen . . . . .	150
5.8.1	Näherungen für nichtbindige Böden . . . . .	150
5.8.2	Bindige Böden . . . . .	151
<b>6</b>	<b>Strömung und Transport</b>	<b>159</b>
6.1	Strömungskraft . . . . .	159
6.2	Beschreibung von Strömungsfeldern . . . . .	159
6.3	Filterstabilität . . . . .	163
<b>7</b>	<b>Tragfähigkeit</b>	<b>165</b>
7.1	Grundlagen . . . . .	165
7.1.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit in der Boden- und Felsmechanik . . . . .	165
7.1.2	Idealisierung von Phänomenen . . . . .	165
7.1.3	Kritisches Hauptspannungsverhältnis – Grenzzustände . . . . .	166
7.2	Erddruck . . . . .	168
7.2.1	Einführung . . . . .	168
7.2.1.1	Arten des Erddrucks . . . . .	168

---

7.2.1.2	Erddruckneigung . . . . .	170
7.2.2	Grundlagen der Berechnung . . . . .	172
7.2.2.1	Verfahren mit Gleitflächen . . . . .	172
7.2.2.2	Untersuchung des Spannungszustands . . . . .	176
7.2.3	Aktiver Erddruck . . . . .	177
7.2.3.1	Grafische Verfahren . . . . .	178
7.2.3.2	Analytische Berechnung – Erddruckbeiwerte . . . . .	179
7.2.4	Passiver Erddruck . . . . .	187
7.2.4.1	Grundlagen der Berechnung . . . . .	187
7.2.4.2	Erddruckbeiwerte, ebener Fall . . . . .	188
7.2.4.3	Räumlicher passiver Erddruck . . . . .	193
7.2.5	Erdruehdruck . . . . .	193
7.2.5.1	Grundlagen . . . . .	193
7.2.5.2	Erddruckbeiwert $K_{0gh}$ . . . . .	193
7.2.5.3	Vorbelastete Böden, Kohäsion . . . . .	194
7.2.6	Zwischenwerte, Sonderfälle des Erddrucks . . . . .	194
7.2.6.1	Mobilisierung des passiven Erddrucks . . . . .	194
7.2.6.2	Verdichtungserddruck . . . . .	197
7.2.6.3	Sonderfall – Silodruck (begrenzte Hinterfüllung) . . . . .	198
7.3	Grundbruch . . . . .	198
7.3.1	Einführung . . . . .	198
7.3.2	Ein einfacher Lösungsansatz . . . . .	199
7.3.3	Allgemeiner Berechnungsansatz . . . . .	200
7.3.3.1	Anforderungen . . . . .	200
7.3.3.2	Tragfähigkeitsbeiwerte, Grundbruchfigur . . . . .	202
7.3.3.3	Nachweisführung . . . . .	203
7.4	Standsicherheit von Böschungen, Geländebruch . . . . .	208
7.4.1	Grundlagen . . . . .	208

7.4.2	Berechnungsgrundlagen bei Gleitrutschungen . . . . .	210
7.4.2.1	Ebene Gleitfläche . . . . .	210
7.4.2.2	Kreisförmige Gleitfläche . . . . .	212
7.4.2.3	Lamellenfreie Kreisgleitfläche mit $c' > 0$ und $\varphi' > 0$ . . . . .	214
7.4.2.4	Beliebige Gleitflächen . . . . .	215
7.4.3	Berechnungsverfahren (Auswahl) . . . . .	216
7.4.3.1	Lamellenverfahren mit Kreisgleitflächen . . . . .	217
7.4.3.2	Starrkörperverfahren . . . . .	218
7.4.3.3	Bemessungshilfen für einfache Fälle . . . . .	219
<b>8</b>	<b>Berechnung von Verformungen des Baugrunds</b>	<b>221</b>
8.1	Spannungsausbreitung im Baugrund . . . . .	221
8.1.1	Grundlagen . . . . .	221
8.1.2	Elementare Lösungen . . . . .	222
8.1.3	Berechnung der Spannungsverteilung . . . . .	225
8.2	Berechnung von Setzungen . . . . .	231
8.2.1	Einführung . . . . .	231
8.2.2	Grundlagen der rechnerischen Ermittlung . . . . .	231
8.2.3	Ermittlung der Setzungen auf Grundlage einer Druck-Setzungs-Kurve . . . . .	234
8.2.4	Berechnung der Setzung und Schiefstellung starrer Fundamente . . . . .	236
8.3	Bestimmung des Bettungsmoduls . . . . .	239
	<b>Literatur</b>	<b>241</b>
	<b>Index</b>	<b>247</b>