

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Das Haus am See und der Weg dorthin	2
1.2	Die geotechnischen Aufgabenfelder	7
1.3	Regeln für die Geotechnik	9
1.4	Risiko	14
1.5	Beobachtungsmethode	16
1.6	Prototypen und Neuland	18
1.7	Ziele geotechnischer Arbeit	21
1.8	Qualifikation und Wettbewerb der Geotechniker	23
1.9	Ausblick	25
1.10	Fragen	26
	Literatur	26
2	Fundamente der Physik	27
2.1	Messen, Einheiten, Genauigkeit	28
2.2	Kugelstoßpendel zum ersten	30
2.3	Lot, Kraft, Dichte	32
2.4	Gravitation	34
2.5	Druck und Spannung	35
2.6	Auftrieb	36
2.7	Pendel	37
2.8	Energie, Reibung, Leistung	39
2.9	Kugelstoßpendel zum zweiten	39
2.10	Schlussfolgerungen	40
2.11	Fragen	40
	Literatur	41
3	Planung geotechnischer Untersuchungen	43
3.1	Nutzen, Kosten und die 5 Fragen	44
3.2	Erkundungsbedarf für diverse Aufgabenstellungen	46
3.2.1	Bauvorhaben	46
3.2.2	Kontaminationen	47
3.2.3	Schadensfälle	49
3.3	Zur Geologie	49
3.3.1	Einordnung	49
3.3.2	Minerale, Gesteine, endogene Dynamik in geologischen Zeiten	50
3.3.3	Böden	53
3.3.4	Gestein und Fels	57
3.3.5	Geologische Karte	60
3.4	Weitere Unterlagen zum Projektstandort	62
3.5	Ortsbesichtigung und Risikoabschätzung	64
3.6	Planung der Erkundungen und Feldversuche	66
3.6.1	Ziele	66
3.6.2	Direkte Aufschlüsse	67

VIII Inhaltsverzeichnis

3.6.3	Indirekte Aufschlüsse	74
3.6.4	Art, Anzahl, Tiefe der Aufschlüsse, Probenentnahmen	79
3.6.5	Weitere Untersuchungen im Feld	81
3.7	Planung der Laborversuche	81
3.7.1	Geotechnische Versuche	81
3.7.2	Umwelttechnische Analysen	82
3.8	Fragen	83
	Literatur	83
4	Geotechnische Untersuchungen im Feld	85
4.1	Kleinbohrungen, Rammsondierungen	86
4.2	Fachtechnische Begleitung gewerblicher Erkundungen	90
4.3	Geotechnische Aufnahme des Baugrunds	91
4.3.1	Beschreibung von Böden	91
4.3.2	Fels: Trennflächeninventar und weitere Daten	98
4.4	Probenentnahmen	101
4.4.1	Ausstechzylinder, Schürfgrube, Becherproben	102
4.4.2	Ersatzverfahren	103
4.4.3	Stutzen oder andere Bohrproben	104
4.4.4	Wasserproben	104
4.5	Plattendruckversuche	104
4.5.1	Statischer Versuch nach DIN 18 134	105
4.5.2	Dynamischer Plattendruckversuch	109
4.6	Wasserstandsmessungen	111
4.7	Fragen und Aufgaben	112
5	Laborversuche	115
5.1	Ziele und Probleme	117
5.2	Zum Begriff der Probe	118
5.3	Probenerfassung, Versuchsplanung	119
5.4	Zustandsgrößen	119
5.4.1	Dichte, Wichte	120
5.4.2	Wassergehalt	121
5.4.3	Porenzahl, Porenanteil, weitere Dichten, Sättigungszahl	122
5.4.4	Das Luftpyknometer	128
5.4.5	Glühverlust	130
5.4.6	Kalkgehalt	130
5.4.7	Chemische Analysen	131
5.4.8	Fragen und Aufgaben	131
5.5	Klassifikationsversuche	132
5.5.1	Körnungslinie	133
5.5.2	Zustandsgrenzen	143
5.5.3	Wasseraufnahmefähigkeit und Kapillarität	148
5.5.4	Lockerste und dichteste Lagerung	150
5.5.5	Proctorversuch	151
5.5.6	Fragen und Aufgaben	156
5.6	Elementversuche und Stoffgesetze	157
5.6.1	Ein Experiment	157

Inhaltsverzeichnis

5.6.2	Stauchungen	157
5.6.3	Spannungen zum ersten	158
5.6.4	Elementversuch und Stoffgesetze	159
5.6.5	Spannungen zum zweiten	161
5.6.6	Fragen	166
5.7	Zusammendrückbarkeit	166
5.7.1	Zweck	166
5.7.2	Kompressionsgerät	167
5.7.3	Kompressionseigenschaften nichtbindiger Böden	168
5.7.4	Konzept der effektiven Spannungen	169
5.7.5	Kompressionseigenschaften bindiger Böden	171
5.7.6	Fragen	178
5.8	Scherfestigkeit	178
5.8.1	Erste Gedanken	178
5.8.2	Schergesetze	179
5.8.3	Direkter Scherversuch	180
5.8.4	Dreiaxialversuch	183
5.8.5	Scherfestigkeitsparameter nichtbindiger Böden	185
5.8.6	Scherfestigkeitsparameter bindiger Böden	189
5.8.7	Quaderverformungen	196
5.8.8	Fragen und Aufgaben	197
5.9	Wasserdurchlässigkeit	199
5.9.1	Das Prinzip der kommunizierenden Röhren	199
5.9.2	Versuch mit konstanter Druckhöhe	200
5.9.3	Strömungskraft und hydraulischer Grundbruch	205
5.9.4	Versuch mit fallender Druckhöhe	207
5.9.5	Abschätzungen des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes	210
5.9.6	Filterregeln	211
5.9.7	Geschichtete Böden	213
5.9.8	Fragen und Aufgaben	215
	Literatur	216
6	Geotechnischer Bericht	217
6.1	Methodik	218
6.2	Zeichnerische Darstellung der Aufschlüsse	219
6.3	Korrelationen	222
6.4	Klassifikationen	223
6.4.1	Bodengruppen nach DIN 18 196	223
6.4.2	Bodenklassen nach Lösbarkeit gemäß DIN 18 300	227
6.4.3	Bodenklassen bei Bohrarbeiten nach DIN 18 301	228
6.4.4	Homogenbereiche	229
6.4.5	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09	229
6.4.6	Bewertung des Verdichtungserfolgs	229
6.4.7	Umwelttechnische Einstufung	232
6.5	Charakteristische Bodenkennwerte	232
6.6	Erdbeben	233
6.7	Zum Textteil der Berichte	235

6.8	Fragen und Aufgaben	240
	Literatur	240
7	Geotechnische Berechnungen	241
7.1	Einführung	243
7.2	Standsicherheit von Böschungen	245
7.2.1	Einführung, Begriffe	245
7.2.2	Gerade Gleitfläche	248
7.2.3	Böschungselement bei kohäsionslosem Boden	250
7.2.4	Homogene Böschung	252
7.2.5	Gleitkreise	253
7.2.6	Zusammengesetzte Bruchmechanismen mit geraden Gleitfugen	259
7.2.7	Numerische Berechnungen	263
7.2.8	Fragen und Aufgaben	263
7.3	Erddruck	265
7.3.1	Einführung	265
7.3.2	Coulombs Sonderfall für $c=0$	266
7.3.3	Passiver Erddruck für den Sonderfall mit $c=0$	268
7.3.4	Der Sonderfall mit Kohäsion	270
7.3.5	Ruhedruck	271
7.3.6	Erhöhter Erddruck	272
7.3.7	Erddruckformel mit Adhäsion	272
7.3.8	Grafische Lösungen	273
7.3.9	Erddruckumlagerungen	274
7.3.10	Einige Anmerkungen zum Regelwerk	275
7.3.11	Noch ein Beispiel	279
7.3.12	Fragen und Aufgaben	280
7.4	Grundwasserströmung	282
7.4.1	Einführung, Begriffe	282
7.4.2	Vertikale Durchströmung	283
7.4.3	Grundwassergleichen	287
7.4.4	Brunnen	287
7.4.5	Sickerschlitze	294
7.4.6	Die Baugrube als Brunnen, Mehrbrunnenanlage	294
7.4.7	Potentialströmung	297
7.4.8	Fragen und Aufgaben	300
7.5	Nachweise für Baugruben	301
7.5.1	Einführung	301
7.5.2	Baugrubenwände	303
7.5.3	Regelwerk	308
7.5.4	Nachweise	309
7.5.5	Fragen	317
7.6	Einzel- und Streifenfundamente	317
7.6.1	Einführung	317
7.6.2	Ausbildung und Lage der Gründungssohle	319
7.6.3	Einwirkungen	319
7.6.4	Widerstände	320

Inhaltsverzeichnis

7.6.5	Nachweise der Tragfähigkeit	324
7.6.6	Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	326
7.6.7	Vereinfachter Nachweis	340
7.6.8	Fragen und Aufgaben	341
7.7	Gründungsbalken und Plattengründungen	343
7.7.1	Wechselwirkung	343
7.7.2	Berechnungsverfahren	344
7.8	Pfahlgründungen	346
7.8.1	Einführung, Begriffe	346
7.8.2	EA-Pfähle	349
7.8.3	Pfahlsysteme	349
7.8.4	Einsatzmöglichkeiten, Beanspruchungen	350
7.8.5	Tragverhalten von Einzelpfählen	351
7.8.6	Probelastungen	356
7.8.7	Fragen und Aufgaben	359
	Literatur	360
8	Ausschreibung und Vergabe	363
9	Ausführen	365
9.1	Bevor es losgeht	367
9.1.1	Checkliste	367
9.1.2	Vorlaufende Beweissicherung	367
9.1.3	Nullmessungen	370
9.2	Erdbau	370
9.2.1	Maschineneinsatz	370
9.2.2	Böschungen	371
9.2.3	Begriffe beim Straßenbau	371
9.3	Felsbau, Hohlraumbau	372
9.3.1	Aufgabenstellungen	372
9.3.2	Zur Sprengtechnik	373
9.3.3	Tunnel- und Kavernenbau	373
9.4	Grund-, Fels- und Spezialtiefbau	375
9.4.1	Bauaufgaben, Maschinenteknik, Regeln	375
9.4.2	Wasserhaltungen mit Druckluft	376
9.4.3	Bohrtechnik	376
9.4.4	Rammtechnik	377
9.4.5	Vibrationstechnik	379
9.4.6	Dynamische Intensivverdichtung	379
9.4.7	Injektionstechnik	380
9.4.8	Düsenstrahlverfahren	381
9.4.9	Weitere Baugrundverbesserungen	383
9.4.10	Vereisungen	383
9.4.11	Wände	384
9.4.12	Steifen, Anker, Stabilisierungen	387
9.4.13	Unterfangungen und Nachgründungen	391
9.4.14	Baugruben mit Unterwasseraushub	397
9.4.15	Senkkästen	398

9.5	Dränanlagen und Abdichtungen	399
9.5.1	Ziele	399
9.5.2	Begriffe	399
9.5.3	Dränanlagen	400
9.5.4	Hautabdichtungen, Regelwerk	401
9.5.5	Bauweise mit WU-Beton	403
9.5.6	Abdichtung mit Bentonit	408
9.6	Kanal- und Rohrleitungsbau	410
9.7	Fragen	411
	Literatur	412
10	Baubegleitende Messungen, Überwachungen	413
10.1	Ziele	414
10.2	Messen, Grenzwerte, Maßnahmen	415
10.3	Planung der Messungen	416
10.3.1	Modellvorstellung	416
10.3.2	Messeinrichtungen	416
10.3.3	Messprogramm	418
10.4	Geodätische Verfahren	418
10.4.1	Das Problem der Messpunkte	418
10.4.2	Nivellement	419
10.4.3	Selbstnivellierende Laser	419
10.4.4	Trigonometrische Punktbestimmung	420
10.4.5	Abstandsmessung und geodätische Robotik	420
10.4.6	Satellitengeodäsie (GPS)	421
10.5	Geotechnische Verfahren	422
10.5.1	Lokale, relative Messungen	422
10.5.2	Abstandsmessungen	422
10.5.3	Schlauchwaage	424
10.5.4	Neigungsgeber, Inklinometer	425
10.5.5	Setzungsmessungen bei Dämmen	429
10.5.6	Gleitmikrometer	430
10.5.7	Grundwasserstände und Wasserdrücke	430
10.5.8	Kraft- und Druckaufnehmer	431
10.5.9	Dynamische Meßaufnehmer, Geophone	432
10.5.10	Optische Sensoren	434
10.6	Auswertung der Messungen	434
10.7	Fragen und Aufgaben	436
	Literatur	437
11	Mit heftigerem Herzklopfen	439
11.1	Türme und turmartige Bauwerke	440
11.2	Brücken	445
11.3	Talsperren	447
11.4	Tunnel	447
11.5	Spezialgeschichten aus der Geotechnik	448
	Literatur	450

12	Aus Schaden wird man klug (?)	451
12.1	Rechtlicher Rahmen	452
12.2	Das gerichtliche Sachverständigengutachten	453
12.2.1	Erste Durchsicht, Vorbereitung	453
12.2.2	Der Ortstermin	454
12.2.3	Schadensanalysen	455
12.2.4	Das Sachverständigengutachten	459
12.2.5	Regulierungen	459
12.3	7 Beispiele	459
	Literatur	465
13	Anhang	467
13.1	Kurzbiographien	468
13.2	Antworten und Lösungen zu den Aufgaben	473
13.2.1	Zu ► Kap. 1	473
13.2.2	Zu ► Kap. 2	474
13.2.3	Zu ► Kap. 3	474
13.2.4	Zu ► Kap. 4	475
13.2.5	Zu ► Kap. 5	475
13.2.6	Zu ► Kap. 6	484
13.2.7	Zu ► Kap. 7	485
13.2.8	Zu ► Kap. 9	495
13.2.9	Zu ► Kap. 10	497
	Serviceteil	501
	Nachwort	502
	Stichwortverzeichnis	504