

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	16
1.5	Beobachtungsmethode	18
1.6	Prototypen und Neuland	21
1.7	Ziele geotechnischer Arbeit	22
1.8	Qualifikation und Wettbewerb der Geotechniker	25
1.9	Ausblick	27
1.10	Fragen	28
	Literatur	29
2	Fundamente der Physik	31
2.1	Messen, Einheiten, Genauigkeit	32
2.2	Kugelstoßpendel zum ersten	35
2.3	Lot, Kraft, Dichte	36
2.4	Gravitation	38
2.5	Druck und Spannung	39
2.6	Auftrieb	41
2.7	Pendel	42
2.8	Energie, Reibung, Leistung	44
2.9	Kugelstoßpendel zum zweiten	44
2.10	Schlussfolgerungen	45
2.11	Fragen	46
	Literatur	47
3	Planung geotechnischer Untersuchungen	49
3.1	Nutzen, Kosten und die 5 Fragen	51
3.2	Erkundungsbedarf für diverse Aufgabenstellungen	53
3.2.1	Bauvohaben	53
3.2.2	Kontaminationen	55
3.2.3	Sanierungen und Schadensfälle	57
3.3	Zur Geologie	57
3.3.1	Einordnung	57
3.3.2	Minerale, Gesteine, endogene Dynamik in geologischen Zeiten	58
3.3.3	Böden	61
3.3.4	Gestein und Fels	65
3.3.5	Geologische Karte	68
3.4	Weitere Unterlagen zum Projektstandort	71
3.5	Ortsbesichtigung und Risikoabschätzung	73
3.6	Planung der Erkundungen und Feldversuche	76
3.6.1	Ziele	76
3.6.2	Direkte Aufschlüsse	77

3.6.3	Indirekte Aufschlüsse	84
3.6.4	Art, Anzahl, Tiefe der Aufschlüsse, Probenentnahmen	90
3.6.5	Weitere Untersuchungen im Feld	93
3.7	Planung der Laborversuche	93
3.7.1	Geotechnische Versuche	93
3.7.2	Umwelttechnische Analysen	95
3.8	Fragen	96
	Literatur	97
4	Geotechnische Untersuchungen im Feld	99
4.1	Kleinbohrungen, Rammsondierungen	101
4.2	Fachtechnische Begleitung gewerblicher Erkundungen	105
4.3	Geotechnische Aufnahme des Baugrunds	105
4.3.1	Beschreibung von Böden	106
4.3.2	Fels: Trennflächeninventar und weitere Daten	114
4.4	Probenentnahmen	118
4.4.1	Aussteichzylinder, Schürfgrube, Becherproben	119
4.4.2	Ersatzverfahren	119
4.4.3	Stützen oder andere Bohrproben	121
4.4.4	Wasserproben	121
4.5	Plattendruckversuche	121
4.5.1	Statischer Versuch nach DIN 18 134	122
4.5.2	Dynamischer Plattendruckversuch	127
4.6	Wasserstandsmessungen	128
4.7	Fragen und Aufgaben	130
5	Laborversuche	133
5.1	Ziele und Probleme	135
5.2	Zum Begriff der Probe	136
5.3	Probenerfassung, Versuchsplanung	137
5.4	Zustandsgrößen	138
5.4.1	Dichte, Wichte	138
5.4.2	Wassergehalt	140
5.4.3	Porenzahl, Porenanteil, weitere Dichten, Sättigungszahl	141
5.4.4	Das Luftpiknometer	147
5.4.5	Glühverlust	149
5.4.6	Kalkgehalt	149
5.4.7	Chemische Analysen	150
5.4.8	Fragen	150
5.5	Klassifikationsversuche	151
5.5.1	Körnungslinie	152
5.5.2	Zustandsgrenzen	163
5.5.3	Wasseraufnahmefähigkeit und Kapillarität	170
5.5.4	Lockerste und dichteste Lagerung	172
5.5.5	Proctorversuch	173
5.5.6	Fragen	179
5.6	Elementversuche und Stoffgesetze	180

5.6.1	Ein Experiment	180
5.6.2	Stauchungen	180
5.6.3	Spannungen zum ersten	182
5.6.4	Elementversuch und Stoffgesetze	182
5.6.5	Spannungen zum zweiten	184
5.6.6	Fragen	190
5.7	Zusammendrückbarkeit	191
5.7.1	Zweck	191
5.7.2	Kompressionsgerät	191
5.7.3	Kompressionseigenschaften nichtbindiger Böden	192
5.7.4	Konzept der effektiven Spannungen	194
5.7.5	Kompressionseigenschaften bindiger Böden	195
5.7.6	Fragen	203
5.8	Scherfestigkeit	204
5.8.1	Erste Gedanken	204
5.8.2	Schergesetze	205
5.8.3	Direkter Scherversuch	206
5.8.4	Dreiaxialversuch	209
5.8.5	Scherfestigkeitsparameter nichtbindiger Böden	212
5.8.6	Scherfestigkeitsparameter bindiger Böden	216
5.8.7	Quaderverformungen	224
5.8.8	Fragen	225
5.9	Wasserdurchlässigkeit	227
5.9.1	Das Prinzip der kommunizierenden Röhren	227
5.9.2	Versuch mit konstanter Druckhöhe	228
5.9.3	Strömungskraft und hydraulischer Grundbruch	233
5.9.4	Versuch mit fallender Druckhöhe	236
5.9.5	Abschätzungen des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes	239
5.9.6	Filterregeln	239
5.9.7	Geschichtete Böden	240
5.9.8	Fragen	243
	Literatur	245
6	Geotechnischer Bericht	247
6.1	Methodik	249
6.2	Zeichnerische Darstellung der Aufschlüsse	250
6.3	Korrelationen	256
6.4	Klassifikationen für Böden	257
6.4.1	Bodengruppen nach DIN 18196:2011-05	257
6.4.2	Klassifikation nach DIN EN ISO 14688-2:2018-05	261
6.4.3	Bodenklassen nach Lösbarkeit gemäß DIN 18 300:2012-09	261
6.4.4	Festlegungen der DIN 18 300:2019-09	262
6.4.5	Bodenklassen bei Bohrarbeiten nach DIN 18 301	263
6.4.6	Homogenbereiche für Bohrarbeiten	263
6.4.7	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 17	264
6.4.8	Bewertung des Verdichtungserfolgs	265
6.4.9	Umwelttechnische Einstufung	266
6.5	Charakteristische Bodenkennwerte	267

6.6	Einaxiale Druckfestigkeiten für Gesteine	268
6.7	Erdbeben	269
6.8	Zum Textteil der Berichte	271
6.8.1	Gegenstand, Unterlagen	272
6.8.2	Projektgebiet und Bauvorhaben	272
6.8.3	Durchgeführte Untersuchungen	272
6.8.4	Ergebnisse	273
6.8.5	Bewertung der Ergebnisse	274
6.8.6	Empfehlungen zum ersten	275
6.8.7	Hinweise und Empfehlungen zum zweiten	276
6.9	Fragen	276
	Literatur	277
7	Geotechnische Berechnungen	279
7.1	Einführung	281
7.2	Standsicherheit von Böschungen	283
7.2.1	Einführung, Begriffe	283
7.2.2	Gerade Gleitfläche	287
7.2.3	Böschungselement bei kohäsionslosem Boden	290
7.2.4	Homogene Böschung	291
7.2.5	Gleitkreise	293
7.2.6	Zusammengesetzte Bruchmechanismen mit geraden Gleitfugen	299
7.2.7	Numerische Berechnungen	303
7.2.8	Fragen	304
7.3	Erddruck	304
7.3.1	Einführung	304
7.3.2	Coulombs Sonderfall für $c = 0$	306
7.3.3	Passiver Erddruck für den Sonderfall mit $c = 0$	309
7.3.4	Der Sonderfall mit Kohäsion	310
7.3.5	Ruhedruck	312
7.3.6	Erhöhter Erddruck	312
7.3.7	Erddruckformel mit Adhäsion	313
7.3.8	Grafische Lösungen	313
7.3.9	Erddruckumlagerungen	315
7.3.10	Einige Anmerkungen zum Regelwerk	315
7.3.11	Noch ein Beispiel	319
7.3.12	Fragen	322
7.4	Grundwasserströmung	323
7.4.1	Einführung, Begriffe	323
7.4.2	Vertikale Durchströmung	325
7.4.3	Grundwassergleichen	329
7.4.4	Brunnen	329
7.4.5	Sickerschlitze	336
7.4.6	Die Baugrube als Brunnen, Mehrbrunnenanlage	336
7.4.7	Potentialströmung	339
7.4.8	Fragen	342
7.5	Nachweise für Baugruben	343

7.5.1	Einführung.	343
7.5.2	Baugrubenwände	345
7.5.3	Regelwerk	351
7.5.4	Nachweise	352
7.5.5	Fragen	361
7.6	Einzel- und Streifenfundamente	361
7.6.1	Einführung.	361
7.6.2	Ausbildung und Lage der Gründungssohle	363
7.6.3	Einwirkungen	364
7.6.4	Widerstände	364
7.6.5	Nachweise der Tragfähigkeit	368
7.6.6	Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	371
7.6.7	Vereinfachter Nachweis.	386
7.6.8	Fragen und Aufgaben	387
7.7	Gründungsbalken und Plattengründungen	388
7.7.1	Wechselwirkung	388
7.7.2	Berechnungsverfahren	389
7.8	Pfahlgründungen	392
7.8.1	Einführung, Begriffe	392
7.8.2	EA-Pfähle [21]	395
7.8.3	Pfahlsysteme.	396
7.8.4	Einsatzmöglichkeiten, Beanspruchungen	398
7.8.5	Tragverhalten von Einzelpfählen	398
7.8.6	Probebelastungen.	404
7.8.7	Integritätsprüfung mit einem Hammerschlag	407
7.8.8	Weitere Prüfmethode(n)	408
7.8.9	Fragen.	409
	Literatur.	410
8	Wie „genau“ sind die Berechnungsergebnisse?	413
8.1	Stellenwert	414
8.2	Geländebruchberechnungen	415
8.2.1	Vorbemerkungen	415
8.2.2	Hänge	415
8.2.3	Einschnittböschungen.	415
8.2.4	Dämme, Deiche, Gesamtstandsicherheit	416
8.3	Erddruck und seitliche Verschiebungen	417
8.4	Wassereinwirkung und Grundwasserströmung	417
8.5	Setzungsberechnungen, Plattengründungen	419
8.6	Pfahlgründungen, Pfahl-Plattengründungen	420
	Literatur.	421
9	Ausschreibung und Vergabe	423
10	Ausführen	425
10.1	Bevor es losgeht	427
10.1.1	Checkliste	427
10.1.2	Vorlaufende Beweissicherung	429

10.1.3	Nullmessungen	430
10.2	Erdbau	431
10.2.1	Maschineneinsatz	431
10.2.2	Baugrubenböschungen	431
10.2.3	Begriffe beim Straßenbau	432
10.3	Felsbau, Hohlraumbau	433
10.3.1	Aufgabenstellungen	433
10.3.2	Zur Sprengtechnik	433
10.3.3	Tunnel- und Kavernenbau	434
10.4	Grund-, Fels- und Spezialtiefbau	435
10.4.1	Bauaufgaben, Maschinenteknik, Regeln	435
10.4.2	Wasserhaltungen mit Druckluft	436
10.4.3	Bohrtechnik	437
10.4.4	Rammtechnik	439
10.4.5	Vibrationstechnik	440
10.4.6	Dynamische Intensivverdichtung	442
10.4.7	Injektionstechnik	442
10.4.8	Düsenstrahlverfahren	442
10.4.9	Weitere Baugrundverbesserungen	444
10.4.10	Vereisungen	445
10.4.11	Wände	446
10.4.12	Steifen, Anker, Stabilisierungen	449
10.4.13	Unterfangungen und Nachgründungen	453
10.4.14	Baugruben mit Unterwasseraushub	461
10.4.15	Senkkästen	462
10.5	Dränanlagen und Abdichtungen	463
10.5.1	Ziele	463
10.5.2	Begriffe	464
10.5.3	Dränanlagen	465
10.5.4	Hautabdichtungen, Regelwerk	466
10.5.5	Bauweise mit WU-Beton	468
10.5.6	Abdichtung mit Bentonit	474
10.6	Kanal- und Rohrleitungsbau	475
10.7	Fragen	477
	Literatur	478
11	Baubegleitende Messungen, Überwachungen	481
11.1	Ziele	483
11.2	Messen, Grenzwerte, Maßnahmen	484
11.3	Planung der Messungen	485
11.3.1	Modellvorstellung	485
11.3.2	Messeinrichtungen	485
11.3.3	Messprogramm	487
11.4	Geodätische Verfahren	488
11.4.1	Das Problem der Messpunkte	488
11.4.2	Nivellement	489
11.4.3	Selbstnivellierende Laser	489
11.4.4	Trigonometrische Punktbestimmung	489

11.4.5	Abstandsmessung und geodätische Robotik	489
11.4.6	Satellitengeodäsie (GPS)	490
11.5	Geotechnische Verfahren	491
11.5.1	Lokale, relative Messungen	491
11.5.2	Abstandsmessungen	492
11.5.3	Schlauchwaage	494
11.5.4	Neigungsgeber, Inklinometer	495
11.5.5	Setzungsmessungen bei Dämmen	500
11.5.6	Gleitmikrometer	501
11.5.7	Grundwasserstände und Wasserdrücke	501
11.5.8	Kraft- und Druckaufnehmer	502
11.5.9	Dynamische Messaufnehmer, Geophone	503
11.5.10	Optische Sensoren	504
11.6	Auswertung der Messungen	505
11.7	Fragen	508
	Literatur	509
12	Mit heftigerem Herzklopfen	511
12.1	Türme und turmartige Bauwerke	512
12.2	Brücken	518
12.3	Talsperren	519
12.4	Tunnel	520
12.5	Spezialgeschichten aus der Geotechnik	521
	Literatur	523
13	Aus Schaden wird man klug (?)	525
13.1	Rechtlicher Rahmen	526
13.2	Das gerichtliche Sachverständigengutachten	527
13.2.1	Erste Durchsicht, Vorbereitung	527
13.2.2	Der Ortstermin	528
13.2.3	Schadensanalysen	529
13.2.4	Anmerkungen zum Sachverständigengutachten	533
13.2.5	Regulierungen	534
13.3	Beispiele, aus denen man etwas lernen kann	534
13.3.1	Naturgefahren und Risikoanalyse	535
13.3.2	Schäden beim Bauen	536
13.3.3	Schließlich: Was lernen wir?	540
	Literatur	543
	Serviceteil	
	Anhang	546
	Nachwort	576
	Stichwortverzeichnis	577