

Inhaltsverzeichnis

1.1 Internationale Vereinbarungen

(Prof. Dr.-Ing. U. Smolczyk, Stuttgart)	1
Klassifizierung des Fachschrifttums	1
Symbole und Definitionen	3
Europäische Regeln für den Grundbau	5

1.2 Baugrundgutachten

(Prof. Dr.-Ing. U. Smolczyk, Stuttgart)	25
1 Zweck	25
2 Umfang und Gliederung	26
2.1 Anlaß	26
2.2 Unterlagen	26
2.3 Baugrundbeschreibung	27
2.4 Bodenmechanische Labor- und Felduntersuchungen	29
2.5 Stellungnahme zum gründungstechnischen Teil der Baumaßnahme	31

1.3 Erkennen und Beschreiben von Bodenarten und Fels und Klassifikation

(Dr.-Ing. K. Weiß, Berlin)	33
1 Erkennen und Beschreiben von Bodenarten	33
2 Erkennen und Beschreiben von Fels	36
3 Bodenklassifikation	36
4 Literatur	44

1.4 Baugrunduntersuchungen im Feld

(Dr.-Ing. K. Weiß, Berlin)	47
1 Grundlagen	47
2 Baugrundaufschluß durch Schürfe und Bohrungen	48
2.1 Allgemeines	48
2.2 Aufschluß im Boden	49
2.3 Aufschluß im Fels	59
2.4 Entnahme von Sonderproben	59
2.5 Aufschluß der Wasserverhältnisse	61
2.6 Darstellung der Aufschlußergebnisse	61
3 Baugrundaufschluß durch Sondierungen	61
3.1 Grundlagen	61
3.2 Rammsondierungen (DP)	62
3.3 Standardsondierungen (SPT)	64
3.4 Drucksondierungen (CPT)	65
3.5 Flügelsondierungen (FVT)	71
4 Untersuchungen im Bohrloch	73
4.1 Baugrunddruckprüfungen	73
4.2 Seitendrucksonden	73
5 Bestimmung der Dichte	77
5.1 Entnahme von Proben	77
5.2 Radiometrische Verfahren	77

6	Plattendruckversuch	79
6.1	Statistischer Plattendruckversuch	79
6.2	Dynamischer Plattendruckversuch	83
7	Literatur	84
1.5	Eigenschaften von Boden und Fels; ihre Ermittlung im Labor	
	(Lfd. Akad. Dir. i. R. Dipl.-Ing. <i>P. von Soos</i> , München)	87
1	Boden und Fels – Begriffe und Entstehung	88
2	Eigenschaften der Böden	88
2.1	Bodenschichten	88
2.2	Bodenproben	89
2.3	Durchführen und Auswerten von Laborversuchen	92
2.4	Bodeneigenschaften und Laborversuche	93
3	Eigenschaften von Fels	93
4	Kennwerte und Eigenschaften, die die Beschaffenheit der festen Bodenkörper beschreiben	96
4.1	Korngrößenverteilung	96
4.2	Korndichte	99
4.3	Mineralaufbau	99
4.4	Kornform und Kornrauigkeit	102
4.5	Kornoberfläche	102
4.6	Gehalt an organischen Bestandteilen	103
4.7	Kalkgehalt	104
5	Eigenschaften des Kornhaufens	104
5.1	Gefüge des Bodens	104
5.2	Porenanteil und Porenzahl	105
5.3	Ermittlung der Dichte des Bodens	108
5.4	Grenzen der Lagerungsdichte	108
5.5	Wassergehalt w	110
5.6	Konsistenzgrenzen	110
5.7	Wasseraufnahme nach <i>Enslin</i>	113
5.8	Verdichtungsverhalten in Abhängigkeit vom Wassergehalt	113
5.9	Absolute Porengröße und Filterwirkung	117
5.10	Kapillarität	117
5.11	Wasserdurchlässigkeit	119
5.12	Luftdurchlässigkeit	122
6	Versuche zur Messung der Spannungs-Verformungs-Beziehungen	123
6.1	Allgemeines	123
6.2	Kompressionsversuch (Druckversuch mit verhinderter Seitendehnung) ..	125
6.3	Dreiaxialer Druckversuch	132
6.4	Einaxialer Druckversuch	135
6.5	Dreiaxialer Druckversuch mit $\sigma_2 > \sigma_3$ und zweiaxialer Druckversuch ..	135
6.6	Das Messen von Kriechverformungen	136
7	Scherfestigkeit; Ermittlung der Scherparameter	137
7.1	Allgemeines	137
7.2	Dreiaxialer Druckversuch	141
7.3	Ermittlung der einaxialen Druckfestigkeit	144
7.4	Rahmenscherversuch	145
7.5	Kreisringscherversuch	146
7.6	Versuch mit dem „einfachen Schergerät“ (simple shear)	147
8	Ermittlung der Zugfestigkeit	147

9	Ermittlung der Zerfall-Beständigkeit von Gesteinen	148
10	Korrelationen	149
10.1	Proctor-Dichte ρ_{pr} und optimaler Wassergehalt w_{pr} feinkörniger Böden ..	149
10.2	Wasserdurchlässigkeit	150
10.3	Parameter der Zusammendrückbarkeit von Böden	150
10.4	Parameter der Scherfestigkeit	151
11	Literatur	153

1.6 Stoffgesetze

(Prof. Dr.-Ing. G. Gudehus, Karlsruhe)	159
1 Einführung	159
2 Spannungen und Verformungen	160
2.1 Tensorausdrücke	160
2.2 Vereinfachte Darstellungen	163
2.3 Spezielle Beanspruchungen	166
2.4 Mehrphasige Stoffe	168
3 Spannungs-Verformungs-Beziehungen	168
3.1 Allgemeine Bedingungen für Stoffgesetze	168
3.2 Elastizität	171
3.3 Plastizität	173
3.4 Viskosität	182
4 Literatur	185

1.7 Spannungsberechnung

(o. Prof. (em.) Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. E. Schultze, Aachen † und Prof. Dr.-Ing. A. Horn, München)	189
1 Klassischer Halbraum	189
1.1 Senkrechte Last	192
1.2 Waagerechte Last	213
2 Modifizierter oder geschichteter Halbraum	216
3 Geschlitzter Halbraum	217
4 Vollraum	218
4.1 Senkrechte Last	219
4.2 Waagerechte Last	220
5 Viertelraum	221
6 Eigen-Spannungszustände	221
7 Literatur	222

1.8 Setzungsberechnung

(o. Prof. (em.) Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. E. Schultze, Aachen † und Prof. Dr.-Ing. A. Horn, München)	225
1 Grundlagen	225
1.1 Normen	225
1.2 Unterlagen für eine Setzungsberechnung	225
1.3 Setzungsformeln	227
1.4 Setzungsbeiwerte	227
1.5 Setzungsarten	232
2 Berechnung von Setzungen	232
2.1 Sofort- und Konsolidationssetzungen	232
2.2 Sekundäre Setzungen (Kriechen)	245
3 Berechnung von Schiefstellungen	245

3.1	Ausmittigkeit	245
3.2	Waagerechte Last	247
3.3	Stabilität	247
4	Korrekturbeiwerte	248
5	Zulässige Setzungen und Verkantungen	248
5.1	Krümmungsradius	248
5.2	Winkelverdrehung	249
5.3	Setzungsunterschiede	249
5.4	Größtwerte der Setzungen	250
5.5	Schiefstellung (Verkantung)	251
6	Beobachtung von Setzungen	251
7	Literatur	253
 1.9 Berechnung von Zeitsetzungen		
	(Prof. Dr.-Ing. P. Gußmann, Stuttgart)	255
1	Einleitung	255
2	Eindimensionale Konsolidationstheorie	256
2.1	Aufbringen der Last in einem endlichen Zeitraum	264
2.2	Geschichteter Baugrund	264
2.3	Nichtlinearität der Durchlässigkeit	265
3	Mehrdimensionale Konsolidationstheorie	265
3.1	Einfluß der Fundamentform	267
3.2	Konsolidation durch vertikale Dräns	267
3.3	Isotrope Konsolidation einer zylindrischen Probe	269
4	Sekundärsetzungen (Hinweise)	269
5	Literatur	270
 1.10 Erddruckermittlung		
	(Prof. Dr.-Ing. G. Gudehus, Karlsruhe)	273
1	Einführung	273
1.1	Vorwort	273
1.2	Begriffe und Bezeichnungen	274
1.3	Bodenkennwerte für Erddruckermittlungen	275
2	Grenzzustände der Tragfähigkeit	277
2.1	Kinematische Methoden	277
2.2	Statische Methoden	299
2.3	Gemischte Methoden	305
2.4	Versuche	307
3	Verformungen	312
3.1	Allgemeines	312
3.2	Berechnung mit Hilfe von Stoffgesetzen	313
3.3	Modellversuche	314
3.4	Baustellenmessungen	317
4	Vereinfachte Ansätze und Sonderfälle	317
4.1	Grenzzustände der Tragfähigkeit	318
4.2	Erddruck auf unbewegte Wände	329
4.3	Verschiebungsabhängige Erddrücke	334
4.4	Eingeschlossene Baukörper	336
4.5	Zyklische Beanspruchung	341
5	Literatur	343
	Anhang: Erddrucktabellen	345

1.11 Numerische Verfahren

(Prof. Dr.-Ing. <i>P. Gußmann</i> und Dr.-Ing. <i>H. Schad</i> , Stuttgart)	399
1 Allgemeine Verfahren	399
1.1 Differenzenverfahren	401
1.2 Integralgleichungen und Methode der Randelemente	402
2 Die Methode der Finiten Elemente	404
2.1 Herleitung von Element- und Strukturmatrix	406
2.2 Rechentechniken zur Erfassung nichtlinearer Phänomene	410
2.3 Anwendungsgebiete in der Geotechnik	413
2.3.1 Statische Probleme	413
2.3.2 Zeitabhängige Probleme	416
2.3.2.1 Sickerströmung im starren, porösen Medium	417
2.3.2.2 Sickerströmung im deformierbaren, porösen Medium (Konsolidation)	418
2.3.2.3 Dynamische Probleme	419
3 Die Methode der Kinematischen Elemente und andere Traglastverfahren	421
3.1 Theoretische Grundlagen	421
3.1.1 Statische Verfahren: das Charakteristikenverfahren nach <i>Sokolovski</i>	422
3.1.2 Das Verfahren der DIN 4017 zum Grundbruchnachweis	424
3.1.3 Kinematische Verfahren: die KEM nach <i>Gußmann</i>	425
3.1.3.1 Einführung in die KEM	425
3.1.3.2 Geometrie, Kinematik und Statik	426
3.1.3.3 Zielfunktion und Nebenbedingungen, Optimierung	431
3.1.4 Die Lamellenverfahren nach <i>Krey/Bishop</i> , <i>Janbu</i> und <i>Morgenstern/Price/Spencer</i>	432
3.2 Anwendungen	435
3.2.1 Grundbruch: vergleichende Untersuchungen	435
3.2.2 Entwurfsformeln und Standsicherheitsdiagramme für Regelschneidungen	438
4 Literatur	440

1.12 Bodendynamik und Erdbeben

(Prof. Dr.-Ing. <i>G. Klein</i> , Hannover)	443
1 Aufgaben der Bodenmechanik	443
2 Mechanische Grundlagen	444
2.1 Zeitabhängige Vorgänge	444
2.2 Grundbegriffe technischer Schwingungssysteme	448
2.3 Schwingungserregung von Grundbauwerken	454
2.4 Modellsysteme für Grundbauwerke	458
2.5 Grundlagen der Halbraumtheorie	467
3 Dynamik des Baugrunds	469
3.1 Dynamische Eigenschaften der Böden	469
3.2 Kennwerte für dynamische Baugrund-Berechnungen	470
3.3 Dynamische Baugrunduntersuchungen	475
3.4 Erschütterungsschutz und Schwingungsisolierung	475
4 Dynamik der Erdbeben	479
4.1 Seismologische Grundbegriffe	479
4.2 Berechnungsverfahren für Bauwerke	483
4.3 Einfluß von Erdbeben auf Erdbauwerke	488
5 Literatur	492

1.13 Frost im Baugrund

(o. Prof. Dr.-Ing. <i>H. L. Jessberger</i> und Dipl.-Ing. <i>R. Jagow-Klaff</i> , Bochum)	497
1 Einleitung	497
1.1 Allgemeines	497
1.2 Strukturen von Wasser und Eis	499
2 Wärmetransport im Boden	500
2.1 Thermische Parameter des Bodens.	500
2.2 Angenäherte Ermittlung der Frostausbreitung	505
2.2.1 Natürliche (klimatisch bedingte) Frostausbreitung	505
2.2.2 Künstlich hervorgerufene Frostausbreitung.	507
3 Gefrorener Boden.	509
3.1 Allgemeines	509
3.2 Festigkeit	510
3.2.1 Bestimmung der Festigkeit.	510
3.2.2 Einflüsse auf die Festigkeit von gefrorenem Boden.	515
3.2.2.1 Zeit.	515
3.2.2.2 Temperatur.	516
3.2.2.3 Salzgehalt	519
3.2.2.4 Wassergehalt	520
3.2.2.5 Bodenart.	520
3.2.2.6 Sonstiges.	521
3.2.3 Erfahrungswerte der Festigkeit von gefrorenem Boden	522
4 Frosthebungen	523
4.1 Gefrierdruck und Saugkraft	524
4.2 Änderung der Bodeneigenschaften.	525
4.3 Beschreibung der Verformungen.	526
4.4 Frostempfindlichkeit	527
5 Taueinwirkung.	528
5.1 Änderung der Eigenschaften infolge Tauen.	529
5.2 Tau-Konsolidierung.	530
6 Literatur	532

1.14 Eisdruck

(Prof. Dr.-Ing. <i>M. Hager</i> , Bonn).	535
1 Vorbemerkung	535
2 Eigenschaften des Eises.	536
2.1 Dichte des Eises	536
2.2 Elastizität des Eises	537
2.3 Wärmeausdehnung des Eises.	537
2.4 Festigkeiten des Eises	538
3 Maßgebende Eisfestigkeiten.	539
4 Eisdicken	541
5 Berechnung der Eislasten	541
5.1 Breite Bauwerke	542
5.2 Schmale Bauwerke.	542
5.2.1 Senkrechte Oberfläche.	542
5.2.2 Geneigte Oberfläche.	543
5.3 Eislast aus Temperaturänderung.	545
5.4 Vertikale Zusatzlasten	545
5.5 Eislasten auf Bauwerksgruppen	546

5.6	Eislasten unter besonderen Klima- und Eisbedingungen	547
6	Literatur	547

1.15 Phänomenologie natürlicher Böschungen (Hänge) und ihrer Massenbewegungen

(Geologiedirektor Prof. Dr. phil. et habil. <i>E. Krauter</i> , Mainz)	549
1 Begriffe	549
2 Einführung	550
3 Formen natürlicher Böschungen	550
4 Massenbewegungen natürlicher Böschungen	556
4.1 Ursachen, Faktoren	658
4.2 Einteilungen, Arten	570
4.3 Gleitflächenformen und Bruchmechanismen	584
4.4 Bewegungsabläufe und Gefahrenbeurteilung	588
4.5 Erkennen und Erkunden	595
5 Literatur	598

1.16 Böschungsgleichgewicht im Fels

(Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Wittke und Dr.-Ing. C. Erichsen, Aachen)		601
1	Einleitung	602
2	Gefügemodelle für Fels	603
3	Versagensmechanismen bei Böschungen im Fels	608
4	Modellvorstellung für das Spannungsdehnungsverhalten von Fels	612
4.1	Allgemeines	612
4.2	Gestein	613
4.3	Trennflächen	613
4.4	Fels	617
4.5	Modellvorstellung für das mechanische Verhalten von Fels unter Berücksichtigung eines verfeinerten Spannungsverschiebungsverhaltens von durchgehenden, nichtgefüllten Trennflächen	621
5	Modellvorstellung für die Sickerströmung im Fels	623
6	Standsicherheitsuntersuchungen mit Hilfe der Methode der Enden Elemente	628
6.1	Allgemeines	628
6.2	Berechnung der Spannungen und Verformungen	628
6.3	Berechnung einer Sickerströmung	633
6.4	Darstellung und Interpretation der Berechnungsergebnisse	634
6.5	Einfluß der Scherparameter von Trennflächen auf die Standsicherheit einer Böschung	638
6.6	Sicherung einer Böschung durch Verpreßanker	640
6.7	Einfluß hoher horizontaler Primärspannungen	642
6.8	Standsicherheitsuntersuchung einer Baugrubenwand unter Berücksichtigung der verfeinerten Modellvorstellung für das mechanische Verhalten von Fels	648
7	Standsicherheitsuntersuchungen auf der Grundlage der Mechanik starrer Körper	652
7.1	Allgemeines	652
7.2	Möglichkeiten der Translation und Rotation von Felskeilen	652
7.3	Standsicherheitsuntersuchung für ebene Felskeile	658

7.4	Standsicherheitsuntersuchungen für räumliche, auf zwei Trennflächen gelagerte Felskeile	666
7.5	Standsicherheitsuntersuchungen für räumliche, auf drei Trennflächen gelagerte Felskeile	674
8	Stabilitätsprobleme.....	674
9	Beispiel für die Sanierung eines Rutschhanges	676
10	Literatur	687