

Inhaltsverzeichnis Band 2

17 Flach- und Flächengründungen.....	15
17.1 Einleitung und Übersicht.....	15
17.2 Sohldruckbeanspruchung	16
17.3 Spannungstrapezverfahren	19
17.4 Konstruktive Hinweise.....	20
17.5 Einwirkungen und Beanspruchungen in der Sohlfläche	20
17.5.1 Einwirkungen.....	20
17.5.2 Charakteristische Beanspruchungen.....	20
17.5.3 Bemessungswerte der Beanspruchungen	21
17.6 Bodenreaktionen an der Stirnseite der Fundamentflächen.....	22
17.7 Nachweis der Tragfähigkeit – Nachweis der Grundbruchsicherheit	22
17.7.1 Grundbruchmechanismus	22
17.7.2 Bodenreaktion an der Fundamentstirnseite – Grundbruchnachweis.....	22
17.7.3 Ermittlung des charakteristischen Grundbruchwiderstandes	23
17.7.4 Besonderheiten bei der Ermittlung des Grundbruchwiderstandes ..	29
17.7.5 Bemessungswert des Grundbruchwiderstandes	30
17.7.6 Grenzzustandsgleichung und Sicherheitsnachweis – Grundbruch..	30
17.8 Nachweis der Tragfähigkeit – Nachweis der Gleitsicherheit.....	30
17.8.1 Ermittlung des charakteristischen Gleitwiderstandes.....	30
17.8.2 Bemessungswert des Gleitwiderstandes.....	31
17.8.3 Bodenreaktionen an der Stirnseite des Fundamentkörpers – Gleitsicherheitsnachweis	32
17.8.4 Grenzzustandsgleichung und Sicherheitsnachweis – Gleiten	32
17.9 Nachweise der Tragfähigkeit – Stark exzentrische Belastung und Kippsicherheitsnachweis	33
17.10 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit.....	33
17.10.1 Fundamentverdrehung und Begrenzung einer klaffenden Fuge	33
17.10.2 Setzungen.....	35
17.10.3 Horizontale Verschiebungen in der Sohlfläche	37
17.11 Vereinfachter Nachweis in Regelfällen mithilfe von Tabellenwerten nach Handbuch EC 7-1	38
17.11.1 Allgemeines	38

17.11.2 Nichtbindiger Boden.....	40
17.11.3 Bindiger Boden.....	44
17.11.4 Fels.....	47
17.12 Weitere Nachweissituationen bei Flach- und Flächengründungen.....	47
17.12.1 Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen.....	47
17.12.2 Nachweis der Gesamtstandsicherheit.....	49
17.13 Bauteilbemessung von Flach- und Flächengründungen	49
18 Gewichts- und Winkelstützwände	50
18.1 Einordnung.....	50
18.2 Stützwandtypen	50
18.3 Standsicherheitsnachweise	51
18.3.1 „Äußere“ Standsicherheit	51
18.3.2 „Innere“ Standsicherheit.....	52
18.4 Besonderheiten für die Berechnung von Winkelstützwänden	52
18.4.1 „Äußere“ Standsicherheit	52
18.4.2 „Innere“ Standsicherheit.....	54
19 Berechnung von Flächengründungen und gebetteten Systemen.....	55
19.1 Bettungsmodulverfahren	55
19.1.1 Anwendung und Berechnungsmodell.....	55
19.1.2 Mechanische Grundlagen	55
19.1.3 Bettungsmodulverteilung.....	56
19.2 Steifemodulverfahren.....	57
19.3 Methode der Finiten-Elemente.....	58
20 Pfahlgründungen	59
20.1 Einführung.....	59
20.2 Pfahlnormen und Empfehlungen.....	60
20.3 Pfahlarten und Ausführungsformen	60
20.3.1 Übersicht und Zuordnung zu den Pfahlssystemen.....	60
20.3.2 Holzpfähle.....	63
20.3.3 Stahlpfähle	63
20.3.4 Stahlbetonfertigpfähle	64
20.3.5 Einbringen der Verdrängungspfähle (Ramppfähle)	65
20.3.6 Ortbetonrammpfähle.....	66
20.3.7 Bohrpfähle	68
20.3.8 Verdrängungsbohrpfähle	71

20.3.9	Mikropfähle	72
20.3.10	Pfahlkopfanschlüsse	73
20.4	Grundlagen für die Berechnung und Bemessung von Pfählen	74
20.4.1	Allgemeines	74
20.4.2	Einwirkungen und Beanspruchungen auf Pfähle	74
20.5	Standsicherheitsnachweise und Bemessung axial belasteter Pfähle	75
20.5.1	Nachweis der Tragfähigkeit (ULS)	75
20.5.2	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (SLS).....	76
20.6	Charakteristische axiale Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten.....	78
20.6.1	Allgemeines	78
20.6.2	Bohrpfähle	79
20.6.3	Fertigrammpfähle	82
20.6.4	Verpresste Mikropfähle	87
20.6.5	Erfahrungswerte für weitere Pfahlsysteme.....	88
20.7	Axiale Pfahlwiderstände aus statischen Probelastungen.....	88
20.7.1	Versuchsdurchführung.....	88
20.7.2	Ableitung der charakteristischen axialen Pfahlwiderstände aus den Pfahlprobelastungen	93
20.8	Axiale Pfahlwiderstände aus dynamischen Probelastungen	95
20.8.1	Grundlagen	95
20.8.2	Direkte Verfahren	97
20.8.3	Erweiterte Verfahren mit Modellbildung	98
20.8.4	Integritätsprüfung	98
20.8.5	Ableitung der charakteristischen axialen Pfahlwiderstände aus dynamischen Pfahlprobelastungen	99
20.9	Standsicherheitsnachweise und Bemessung quer zur Pfahlachse belasteter Pfähle.....	102
20.9.1	Nachweis der Tragfähigkeit.....	102
20.9.2	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	103
20.9.3	Horizontal belastete Pfahlgruppen	103
20.10	Ermittlung der Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse.....	103
20.10.1	Charakteristischer Pfahlwiderstand für die Pfahlbiegebemessung.....	103
20.10.2	Pfahlprobelastungen quer zur Pfahlachse.....	104
20.11	Ausgewählte Fragestellungen bei der Berechnung und Ausführung von Pfählen.....	105
20.11.1	Allgemeines	105
20.11.2	Negative Mantelreibung	105
20.11.3	Seitendruck	109

20.11.4	Setzungsbiegung	114
21	Berechnung von Pfahlrosten	115
21.1	Allgemeines	115
21.2	Berechnungsmodelle für Pfahlroste	115
21.3	Statisch bestimmte Pfahlroste	116
21.4	Statisch unbestimmte ebene Pfahlroste	117
21.5	Räumliche Pfahlrostberechnung nach <i>Schiel</i>	119
21.5.1	Pfahlkräfte und Verschiebung	119
21.5.2	Elastischer Schwerpunkt	122
21.6	Pfahlrostberechnungen mit Stabwerksprogrammen	123
21.7	Berücksichtigung des nichtlinearen Pfahltragverhaltens	123
21.8	Gelände- und Grundbruch von Bauwerken auf hohen Pfahlrosten	124
22	Pfahlgruppen und kombinierte Pfahl-Plattengründungen	125
22.1	Pfahlgruppen	125
22.1.1	Allgemeines	125
22.1.2	Axial belastete Druckpfahlgruppen	125
22.1.3	Zugpfahlgruppen	127
22.1.4	Horizontal belastete Pfahlgruppen	129
22.2	Kombinierte Pfahl-Plattengründungen (KPP)	132
22.2.1	Allgemeines	132
22.2.2	Zielsetzungen beim Gründungsentwurf mit KPP	132
22.2.3	Entwicklung und ausgeführte Bauwerke	133
22.2.4	Wirkungsweise und Berechnungshinweise	134
23	Konstruktion und Ausführung von Baugruben und Gräben	138
23.1	Einleitung	138
23.2	Nicht verbaute Baugruben und Gräben	138
23.3	Verbaute Baugruben und Gräben	141
23.3.1	Arbeitsraumbreiten und Mindestgrabenbreiten	141
23.4	Grabenverbauformen	146
23.4.1	Grabenverbaugeräte	146
23.4.2	Waagerechter Grabenverbau	148
23.4.3	Senkrechter Grabenverbau	150
23.5	Baugrubenwände	152
23.5.1	Allgemeines	152
23.5.2	Trägerbohlwände	152

23.5.3	Spundwände.....	156
23.5.4	Ortbetonwände.....	156
23.5.5	Sonderbauweisen.....	158
24	Wasserhaltung und Dränung.....	159
24.1	Allgemeines.....	159
24.2	Filterregeln.....	159
24.3	Dränung zum Schutz von baulichen Anlagen.....	160
24.3.1	Ausführung.....	160
24.3.2	Statische und hydraulische Beanspruchung der Dränanlage.....	161
24.4	Konstruktive Ausbildung von Wasserhaltungen.....	161
24.4.1	Anwendungsgrenzen.....	161
24.4.2	Offene Wasserhaltung.....	162
24.4.3	Schwerkraftentwässerung.....	163
24.4.4	Vakuumentwässerung.....	164
24.4.5	Herstellung und konstruktive Ausbildung.....	165
24.5	Theorie der Berechnung von Grundwasserabsenkungen.....	166
24.5.1	Aufgabenstellung.....	166
24.5.2	Brunnengleichungen nach <i>Dupuit-Thiem</i>	167
24.5.3	Reichweite des Absenktrichters.....	168
24.5.4	Unvollkommene Brunnen.....	168
24.5.5	Mehrbrunnenformel nach <i>Forchheimer</i>	169
24.5.6	Fassungsvermögen eines Einzelbrunnens.....	169
24.5.7	Zusammenhang zwischen dem Wasserandrang und Fassungsvermögen eines Brunnens.....	170
24.5.8	Vakuumbrunnen.....	170
24.5.9	Negativbrunnen (Wiederversickerung).....	171
24.6	Praktische Abfolge bei der Berechnung von Grundwasserabsenkungen..	171
24.6.1	Allgemeines.....	171
24.6.2	Festlegung der Brunnenparameter.....	172
24.6.3	Bestimmung der Absenktiefe s	172
24.6.4	Ersatzradius A_{RE}	172
24.6.5	Ermittlung der Reichweite R	172
24.6.6	Überschlägiger Wasserandrang.....	172
24.6.7	Festlegung der lokalen Absenktrichter.....	173
24.6.8	Bestimmung der Brunnenanzahl.....	173
24.6.9	Prüfung weiterer Punkte des Absenktrichters.....	174
24.7	Weitere Randbedingungen.....	174
24.8	Setzungen infolge Grundwasserabsenkung.....	174

25 Spundwände.....	175
25.1 Allgemeines.....	175
25.2 Lieferformen der Spundwandprofile.....	176
25.3 Einbringen und Einbringgeräte von Spundbohlen.....	180
25.4 Rammtechnische Grundlagen.....	182
25.5 Führung der Bohlen beim Einbringen.....	184
25.6 Vorgehensweise bei der Einbringung.....	186
25.7 Behandlungen von Abweichungen bei der Einbringung.....	188
25.8 Einbringen in harte und felsartige Böden.....	188
25.9 Einbringhilfen.....	188
25.10 Dichtigkeit von Stahlspundwänden.....	189
25.11 Berechnung und Bemessung von Spundwänden.....	190
26 Schlitzwände.....	194
26.1 Einführung.....	194
26.2 Herstellung der Zweiphasenschlitzwand.....	196
26.2.1 Herstellungsübersicht und Ablaufmöglichkeiten.....	196
26.2.2 Herstellungsschritte.....	197
26.2.3 Schlitzgeräte.....	200
26.2.4 Fugen und Abstellkonstruktionen.....	201
26.3 Eigenschaften von Stützflüssigkeiten (Bentonite).....	204
26.3.1 Verwendung.....	204
26.3.2 Rheologie.....	204
26.3.3 Bentonite.....	205
26.3.4 Güteüberwachung.....	207
26.4 Standsicherheitsnachweise des offenen Schlitzes.....	211
26.4.1 Allgemeines.....	211
26.4.2 Sicherheit gegen den Zutritt von Grundwasser in den Schlitz und gegen Verdrängen der stützenden Flüssigkeit.....	211
26.4.3 Sicherheit gegen Abgleiten von Einzelkörnern oder Korngruppen (innere Standsicherheit).....	212
26.4.4 Sicherheit gegen Unterschreiten der statisch erforderlichen Spiegelhöhe der Stützflüssigkeit.....	213
26.4.5 Sicherheit gegen die Ausbildung den Schlitz gefährdender Gleitflächen im Boden (äußere Standsicherheit des Schlitzes).....	214
26.5 Standsicherheit der erhärteten Wand.....	220

27 Verpressanker.....	221
27.1 Einleitung	221
27.2 Begriffe.....	221
27.3 Verpressankersysteme	222
27.4 Bohrverfahren und Herstellung	224
27.5 Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit	227
27.5.1 Allgemeines	227
27.5.2 Einwirkungen und Beanspruchungen.....	227
27.5.3 Bemessungswert des Materialwiderstandes und Grenzzustandsgleichung	228
27.5.4 Bemessungswert des Herauszieh Widerstandes und Grenzzustandsgleichung	229
27.5.5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	231
27.6 Ankerprüfungen	232
27.6.1 Allgemeines	232
27.6.2 Eignungsprüfung	234
27.6.3 Abnahmeprüfung	238
27.7 Weitere Nachweise und Regelungen.....	239
28 Berechnung von Baugruben.....	240
28.1 Einleitung	240
28.2 Allgemeine Vorgaben aus <i>Handbuch EC 7-1</i> und <i>EAB</i>	240
28.2.1 Vorgehensweise zum Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit nach dem Teilsicherheitskonzept.....	240
28.2.2 Weitere Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	243
28.2.3 Nachweis der Sicherheit gegen den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	243
28.3 Grundlagen für die Berechnung und Bemessung.....	243
28.3.1 Einwirkungen, Berechnungslastfälle und Nachweis der Tragfähigkeit der Einzelteile (Materialnachweise)	243
28.3.2 Bemessung der Tragfähigkeit der Einzelteile.....	244
28.3.3 Festlegung der charakteristischen Bodenkenngrößen	252
28.3.4 Festlegungen zum Ansatz von charakteristischen Nutzlasten.....	252
28.3.5 Wasserdruck	253
28.3.6 Allgemeines zu statischen Systemen, Erddruckbelastung und Verformungen.....	253
28.4 Größe und Verteilung des Erddruckes auf Baugrubenwände	256
28.5 Allgemeine Festlegungen für die Berechnung	263
28.5.1 Nachweis der Standsicherheit.....	263

28.5.2	Nachweis der Einbindetiefe.....	264
28.5.3	Allgemeines zu den Berechnungsverfahren	265
28.5.4	Nachweis der Vertikalkomponente des mobilisierten Erdwiderstandes.....	266
28.5.5	Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund	268
28.6	Berechnungsansätze und Verfahren für Trägerbohlwände	269
28.6.1	Wirklichkeitsnahe Lastfiguren für gestützte Trägerbohlwände	269
28.6.2	Ansatz des Erdwiderstandes vor Bohlträgern.....	272
28.6.3	Nachweis der Einbindetiefe bei im Boden frei aufgelagerten Trägerbohlwänden	274
28.6.4	Nachweis der Einbindetiefe bei im Boden eingespannten Trägerbohlwänden	275
28.6.5	Gleichgewicht der Horizontalkräfte bei Trägerbohlwänden	277
28.7	Berechnungsansätze und Verfahren für Spundwände und Ortbetonwände	279
28.7.1	Wirklichkeitsnahe Lastfiguren für gestützte Spundwände und Ortbetonwände.....	279
28.7.2	Erdwiderstand bei im Boden frei aufgelagerten Wänden.....	281
28.7.3	Erdwiderstand im Boden bei Wänden mit Fußeinspannung	282
28.8	Erddruckansätze bei verankerten Baugrubenwänden	284
28.9	Nachweis der Gesamtstandsicherheit bei verankerten Baugrubenwänden	285
28.10	Nachweis der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge.....	285
28.10.1	Allgemeines	285
28.10.2	Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge bei einer Ankerlage	286
28.10.3	Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge bei mehreren Ankerlagen.....	290
28.11	Sicherheit gegen Aufbruch des Verankerungsbodens.....	294
28.12	Baugruben im Wasser	294
28.12.1	Allgemeines	294
28.12.2	Hydrostatischer Wasserdruck und Strömungsdruck	294
28.12.3	Belastung und Standsicherheitsnachweise für Baugrubenwände im Wasser	298
28.12.4	Hydraulischer Grundbruch	300
28.12.5	Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen	302
28.13	Baugrubenberechnung mit dem Bettungsmodulverfahren und mit der FEM	307
28.13.1	Anwendung des Bettungsmodulverfahrens.....	307
28.13.2	Anwendung der Finite-Elemente-Methode	309
28.14	Hinweise zur Gebrauchstauglichkeit bei Baugruben	311

28.15	Verformungen rückverankerter tiefer Baugruben	312
28.15.1	Allgemeines	312
28.15.2	Verformungseinflüsse	312
28.15.3	Berechnungsverfahren zur Berücksichtigung der Verformungseinflüsse	314
29	Unterfangungen und Unterfahrungen	319
29.1	Einleitung und Begriffe	319
29.2	Voruntersuchungen	319
29.3	Unterfangungsverfahren	320
29.4	Unterfangungswände nach DIN 4123	321
29.4.1	Anwendungsbedingungen und Grenzen	321
29.4.2	Ausschachtungen vor der Unterfangung	322
29.4.3	Gründungen und Unterfangungsarbeiten	323
29.4.4	Standsicherheitsnachweise des bestehenden Gebäudes	325
29.4.5	Nachweis der Standsicherheit der Unterfangungswand	325
29.5	Unterfangung mit Injektionen	326
29.5.1	Injektionen	326
29.5.2	Düsenstrahlverfahren	328
29.5.3	Ausführungsformen	330
29.5.4	Nachweise bei Injektionsunterfangungen	330
29.6	Unterfangung mit Mikropfählen	331
29.7	Unterfangungen mit Bohr- und Presspfählen oder Schlitzwänden	332
29.8	Konstruktive Fragen bei der Anwendung der Unterfangungsverfahren ...	332
29.9	Zulässige Gebäudeverformungen und Überwachung	333
29.10	Unterfahrung	334

Anhang A: Tabellen	339
A-7: Abkürzungen und Formelzeichen	339
A-8: Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen nach <i>Handbuch EC 7-1 (2011)</i>	344
A-9: Teilsicherheitsbeiwerte für geotechnische Kenngrößen nach <i>Handbuch EC 7-1 (2011)</i>	345
A-10: Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände nach <i>Handbuch EC 7-1 (2011)</i>	346
A-11: Erdwiderstandsbeiwerte für gekrümmte Gleitflächen nach <i>Caquot/Kerisel</i>	347
A-12: Erdwiderstandsbeiwerte für gebrochene Gleitflächen nach <i>Streck</i>	353
Anhang B: Zahlenbeispiele.....	358
Beispiele zu Kapitel 17.....	358
Beispiele zu Kapitel 18.....	369
Beispiele zu Kapitel 19.....	380
Beispiele zu Kapitel 20.....	381
Beispiele zu Kapitel 21.....	411
Beispiele zu Kapitel 22.....	414
Beispiele zu Kapitel 24.....	418
Beispiele zu Kapitel 25.....	424
Beispiele zu Kapitel 26.....	426
Beispiele zu Kapitel 27.....	433
Beispiele zu Kapitel 28.....	437
Beispiele zu Kapitel 29.....	479
Literaturverzeichnis	487
Stichwortverzeichnis	494