

Geotechnik

Grundbau

Gerd Möller

Bauingenieur-Praxis



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	VII
1 Zum Normenhandbuch Eurocode 7	1
1.1 Allgemeines	1
1.2 Einwirkungen, geotechnische Kenngrößen, Widerstände	2
1.2.1 Einwirkungen	3
1.2.2 Geotechnische Kenngrößen	4
1.2.3 Widerstände	4
1.3 Charakteristische und repräsentative Werte	4
1.3.1 Charakteristische Werte	4
1.3.2 Repräsentative Werte	5
1.4 Grenzzustände	6
1.5 Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte	7
1.5.1 Bemessungssituationen	7
1.5.2 Teilsicherheitsbeiwerte	9
1.6 Bemessungswerte	12
1.6.1 Bemessungswerte von Einwirkungen	12
1.6.2 Bemessungswerte von geotechnischen Kenngrößen	13
1.6.3 Bemessungswerte von Bauwerkseigenschaften	13
1.7 Rechnerische Nachweisführung der Tragsicherheit	13
1.7.1 Verlust der Lagesicherheit (EQU)	14
1.7.2 Versagen im Tragwerk und im Baugrund (STR und GEO)	14
1.7.3 Versagen durch Aufschwimmen (UPL)	16
1.7.4 Versagen durch hydraulischen Grundbruch (HYD)	16
1.8 Beobachtungsmethode	17
2 Frost im Baugrund	19
2.1 Allgemeines und Regelwerke	19
2.1.1 Allgemeines	19
2.1.2 Regelwerke	19
2.2 Homogener und nicht homogener Bodenfrost	19
2.3 Frostkriterien	20
2.3.1 Frostempfindliche Böden nach <i>Casagrande</i>	20
2.3.2 Frostkriterien nach <i>Schaible</i>	20
2.3.3 Klassifikation der Frostempfindlichkeit nach DIN 18196	21
2.3.4 Klassifikation der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 09	22
2.4 Frosttiefen und frostfreie Gründungen	24
2.5 Frostschäden und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung	24
2.5.1 Straßenbau und Flugplatzbefestigungen	25
2.5.2 Hochbau	28
2.5.3 Bei Baugruben und Böschungen	29
3 Baugrundverbesserung	31
3.1 Allgemeines und Regelwerke	31
3.1.1 Allgemeines	31
3.1.2 Regelwerke	32
3.2 Verdichtung von Böden	32
3.2.1 Oberflächenverdichtung nichtbindiger Böden	33

3.2.2	Tiefenverdichtung nichtbindiger Böden mit dem Rütteldruckverfahren	35
3.2.3	Oberflächenverdichtung bindiger Böden	37
3.2.4	Verdichtung durch Vorbelastung	38
3.2.5	Vakuumkonsolidierung	40
3.2.6	Verdichtung durch Grundwasserabsenkung	41
3.2.7	Dynamische Intensivverdichtung	42
3.3	Bodenaustauschverfahren	44
3.3.1	Polstergründung (Bodenteilersatz)	46
3.3.2	Tiefenverdichtung mittels Rüttelstopfverdichtung	46
3.3.3	Geokunststoffummantelte Sandsäulen	48
3.4	Injektionsverfahren	50
3.4.1	DIN-Normen	52
3.4.2	Begriffe	52
3.4.3	Erforderliche Baugrunduntersuchungen	53
3.4.4	Einpresstechnik und Injektionsgeräte	54
3.4.5	Verpressvorgang	56
3.4.6	Zementinjektionen	57
3.4.7	Silikatgelinjektionen	59
3.4.8	Kunsthazinjektionen	59
3.4.9	Anwendungsbeispiele	59
3.4.10	Prüfung nach DIN 4093 und Überwachung	61
3.4.11	Standsicherheit von Einpresskörpern im Lockergestein nach DIN 4093	62
3.5	Düsenstrahlverfahren	62
3.5.1	Allgemeines	62
3.5.2	Begriffe nach DIN EN 12716	63
3.5.3	Herstellungweise und Eigenschaften von Düsenstrahlelementen	64
3.5.4	Anwendungsmöglichkeiten	66
4	Flachgründungen	68
4.1	Allgemeines und Normen	68
4.1.1	Allgemeines	68
4.1.2	DIN-Normen	68
4.2	Begriffe und Grundlagen	69
4.2.1	Begriffe	69
4.2.2	Untersuchungen des Baugrunds	69
4.2.3	Konstruktionen bei großen zu erwartenden Setzungsunterschieden	70
4.2.4	Dehnfugen	71
4.3	Entwurf, Auswahl und konstruktive Forderungen	73
4.3.1	Entwurfsgrundlagen	73
4.3.2	Auswahlkriterien	74
4.3.3	Konstruktive Forderungen	74
4.4	Einwirkungen und Widerstände	75
4.4.1	Einwirkungen	75
4.4.2	Widerstände des Baugrunds	76
4.5	Äußere Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit	77
4.6	Einzelfundamente	81
4.6.1	Unbewehrte Betonfundamente	82
4.6.2	Stahlbetonfundamente	84
4.6.3	Gestaltung	86
4.6.4	Sohldruckverteilung	88
4.6.5	Biegebemessung von Stahlbetonfundamenten	89
4.6.6	Nachweis gegen Durchstanzen bei Stahlbetonfundamenten	91
4.6.7	Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1992-1-1	95

4.6.8	Vorgefertigte Einzelfundamente	96
4.6.9	Vorgefertigte Köcherfundamente	97
4.6.10	Verankerung von Stahlstützen	98
4.7	Streifenfundamente	99
4.7.1	Unbewehrte Betonfundamente	100
4.7.2	Stahlbetonfundamente	102
4.7.3	Einseitige Fundamente	104
4.7.4	Bemessungsmomente für Stahlbetonfundamente	105
4.7.5	Nachweis der Tragfähigkeit für Querkraft	106
4.7.6	Stahlbetonträgerroste	107
4.8	Gründungsbalken	108
4.9	Gründungsplatten	112
4.9.1	Allgemeines	112
4.9.2	Platten konstanter Dicke und örtlich verstärkte Platten	113
4.9.3	Berechnungsverfahren für Gründungsbalken und -platten	113
4.9.4	Spannungstrapezverfahren, vorgegebene Sohldruckverteilung	115
4.9.5	Verteilung nach <i>Boussinesq</i> , vorgegebene Sohldruckverteilung	116
4.9.6	Belastungsgleiche Verteilung, vorgegebene Sohldruckverteilung	117
4.9.7	Bettungsmodulverfahren, verformungsabhängige Sohldruckverteilung	117
4.9.8	StEIFENMODULVERFAHREN, verformungsabhängige Sohldruckverteilung	120
5	Pfähle	127
5.1	Allgemeines und Regelwerke	127
5.1.1	Allgemeines	127
5.1.2	Regelwerke	128
5.2	Einteilungen der Pfähle	128
5.2.1	Nach der Art ihrer vorwiegenden Lastabtragung	128
5.2.2	Nach der Lage der tragfähigen Schicht bei Druckpfählen	129
5.2.3	Nach ihrem Baustoff	129
5.2.4	Nach ihrer Lage im Boden	131
5.2.5	Nach ihrer Herstellung und der Art ihres Einbaus	131
5.2.6	Nach der Art ihrer Beanspruchung	131
5.3	Verdrängungspfähle	132
5.3.1	Begriffe, Einteilung und Herstellgenauigkeit nach DIN EN 12699	132
5.3.2	Reihenfolge des Einbringens, Pfahlabstände und -neigungen	133
5.3.3	Holzpfähle	134
5.3.4	Allgemeines zu Betonfertgpfählen	136
5.3.5	Vorgefertigte Stahlbetonpfähle	138
5.3.6	Spannbetonpfähle	140
5.3.7	Stahlpfähle	141
5.3.8	Ortbetonpfähle	143
5.3.9	Schraubpfähle	146
5.3.10	Presspfähle	148
5.4	Bohrpfähle	150
5.4.1	Definitionen und Anwendungsbereiche	150
5.4.2	Verrohrtes und ungestütztes Bohren	151
5.4.3	Aufnahme großer konzentrierter Lasten	152
5.4.4	Schneckenbohrpfähle	153
5.5	Mikropfähle	154
5.5.1	Definitionen und Anwendungsbereiche	154
5.5.2	Systeme	156
5.6	Pfahlkopfanschlüsse	158
5.7	Tragverhalten von Pfählen	160

5.7.1	Inneres Tragverhalten	160
5.7.2	Äußeres Tragverhalten	160
5.8	Tragverhalten von Pfählen gemäß DIN EN 1997-1	162
5.8.1	Allgemeines	162
5.8.2	Einwirkungen und Beanspruchungen	162
5.8.3	Bemessungswerte der Einwirkungen und Beanspruchungen	164
5.8.4	Pfahlwiderstände, Allgemeines	164
5.8.5	Axiale Widerstände aus Ergebnissen statischer Pfahlprobelastungen	165
5.8.6	Axiale Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten, Allgemeines	167
5.8.7	Axiale Widerstände aus Erfahrungswerten für Bohrpfähle	168
5.8.8	Axiale Widerstände aus Erfahrungswerten für Fertigrampfpfähle	179
5.8.9	Axiale Widerstände aus Erfahrungswerten für Ortbetonrampfpfähle	182
5.8.10	Axiale Widerstände aus Erfahrungswerten für verpresste Mikropfähle	185
5.8.11	Bemessungswerte der Pfahlwiderstände	186
5.8.12	Nachweis der Tragfähigkeit axial belasteter Einzelpfähle	186
5.8.13	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	188
5.9	Horizontalbelastungen von Pfählen.....	191
5.9.1	Aktive Horizontalbelastung	191
5.9.2	Passive Horizontalbelastung	191
5.9.3	Berechnungsmethoden für Einzelpfähle mit Horizontalbelastung	194
5.9.4	Bettungsmodulverfahren bei Einzelpfählen	194
5.10	Axial belastete Vertikalpfahlgruppen, äußeres Tragverhalten	195
5.10.1	Wechselwirkung zwischen Einzelpfählen in Pfahlgruppen	195
5.10.2	Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1997-1	196
5.11	Horizontal belastete Vertikalpfahlgruppen, Einwirkungen und Widerstände	199
5.12	Probelastung von Pfählen	204
5.12.1	Allgemeines	204
5.12.2	Widerstands-Setzungs-Linien und Pfahlkopfbewegungen	204
5.12.3	Anzahl der Probelpfähle	205
5.12.4	Zeitpunkt der Probelastung	205
5.12.5	Belastungseinrichtungen für axiale Probelastungen	206
5.12.6	Belastungseinrichtungen für horizontale Probelastungen	209
5.12.7	Instrumentierung und Messverfahren	210
5.12.8	Verlauf der Probelastung	211
5.13	Dynamische Integritätsprüfung bei Pfählen	212
6	Pfahlroste	216
6.1	Allgemeines.....	216
6.2	Einteilungen von Pfahlrosten	216
6.2.1	Tiefe und hohe Pfahlroste	216
6.2.2	Statisch bestimmte Pfahlroste	216
6.2.3	Statisch unbestimmte Pfahlroste	217
6.2.4	Kinematisch unbestimmte Pfahlroste	218
6.3	Kriterien zur Wahl und Anordnung der Pfahlrostpfähle.....	219
6.4	Pfahlkraftermittlung statisch bestimmter ebener Pfahlroste	220
6.5	Berechnung statisch unbestimmter Pfahlroste	224
6.5.1	Allgemeines	224
6.5.2	Geometrie der axial belasteten Pfähle	224
6.5.3	Einwirkungen auf das System	225
6.5.4	Steifigkeiten der axial belasteten Einzelpfähle	226
6.5.5	Steifigkeitsmatrix des Pfahlrostes	226
6.5.6	Gleichungssystem des Pfahlrostes	227
6.5.7	Berechnung der Pfahlkopfbewegungen und der Pfahlkräfte	227

6.5.8	Pfahlroste mit senkrechten axial belasteten Pfählen	233
6.5.9	Symmetrische Pfahlroste mit senkrechten axial belasteten Pfählen	235
6.5.10	Ebene Pfahlroste mit axial belasteten Pfählen	239
6.5.11	Ebene symmetrische Pfahlroste mit axial belasteten Pfählen	240
6.5.12	Ebene Pfahlroste mit senkrechten axial belasteten Pfählen	240
6.5.13	Ebene Pfahlroste mit zwei unter α_1 und α_2 geneigten Pfahlgruppen	242
6.6	Geländebruch bei Stützkonstruktionen mit Pfahlrosten	246
6.7	Ausführungsbeispiele für Pfahlroste	247
7	Verankerungen	250
7.1	Allgemeines und Regelwerke	250
7.1.1	Allgemeines	250
7.1.2	Regelwerke	251
7.2	Abtragung von Verankerungskräften	251
7.2.1	Abtragung über Anker Elemente	251
7.2.2	Abtragung über Bohrlochwand	252
7.3	Begriffe für Verpressanker	253
7.3.1	Ankerarten	253
7.3.2	Längen	257
7.3.3	Kräfte	257
7.4	Korrosionsschutz für Verpressanker	258
7.4.1	Kurzzeitanker, Verankerungslängen	258
7.4.2	Kurzzeitanker, freie Stahllängen	259
7.4.3	Kurzzeitanker, Übergang freie Stahllänge zur Verankerungslänge	260
7.4.4	Kurzzeitanker, Ankerkopfbereich	260
7.4.5	Daueranker; Allgemeines	261
7.4.6	Daueranker, Verankerungslängen und freie Stahllängen	261
7.4.7	Daueranker, Ankerkopfbereich	262
7.5	Herstellung von Verpressankern	263
7.5.1	Bohrlöcher	263
7.5.2	Einbau, Verpressung und Nachverpressung	264
7.6	Verpressankerbemessung und -nachweise	267
7.6.1	Allgemeines	267
7.6.2	Einwirkungen und Beanspruchungen	267
7.6.3	Widerstände	268
7.6.4	Nachweis der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit	269
7.7	Prüfungen von Verpressankern gemäß DIN EN 1537	270
7.7.1	Untersuchungsprüfung	271
7.7.2	Eignungsprüfung	272
7.7.3	Abnahmeprüfung	272
7.7.4	Nachprüfung	273
7.8	Herauszieh-Widerstände und Kriechmaß	273
7.8.1	Herauszieh-Widerstände beim Bruch in nichtbindigen Böden	273
7.8.2	Herauszieh-Widerstände beim Bruch in bindigen Böden	275
7.8.3	Herauszieh-Widerstand $R_{a,k}$ und Kriechmaß k_s	276
7.9	Voraussetzungen für die Verwendung von Verpressankern	279
7.10	Wahl geeigneter Ankersysteme	280
7.11	Entwurfsregeln für Verpressankerlänge und -anordnung	280
7.12	Standicherheit des Gesamtsystems bei Ankergruppen	283
7.12.1	Verankerung äußerer Lasten	283
7.12.2	Verankerte Baugrubenwände (tiefe Gleitfuge)	285

8	Wasserhaltung	290
8.1	Allgemeines und Regelwerke	290
8.2	Grundwasserströmung	291
8.2.1	Voraussetzungen und Begriffe	291
8.2.2	Strömungsgleichung von <i>Laplace</i>	292
8.2.3	Strömungsnetze	293
8.2.4	Grundwasserströmung und Bodenwichte	297
8.3	Hydraulischer Grundbruch	299
8.3.1	Allgemeines	299
8.3.2	Sicherheitsnachweis nach <i>Baumgart/Davidenkoff</i>	300
8.3.3	Näherungsformel von <i>Kastner</i>	302
8.3.4	Sicherheitsnachweis nach <i>Terzaghi/Peck</i>	305
8.3.5	Sicherheitsnachweis nach DIN 1054	306
8.3.6	Sicherheitsnachweise nach EAU und EAB	307
8.3.7	Sicherheitsnachweise für Baugruben mit Bemessungsdiagrammen	308
8.3.8	Senkrechte Durchströmung von horizontal geschichtetem Boden	309
8.3.9	Berücksichtigung von Bodenschichtungen	310
8.3.10	Sicherungsmaßnahmen	311
8.4	Erosionsgrundbruch	312
8.5	Verfahren der Wasserhaltung	314
8.6	Schwerkraftentwässerung	315
8.6.1	Allgemeines	315
8.6.2	Offene Wasserhaltung	315
8.6.3	Horizontalabsenkung	316
8.6.4	Brunnenabsenkung	317
8.6.5	Flachbrunnenanlagen	318
8.6.6	Wellpointanlagen	320
8.6.7	Tiefbrunnenanlagen	321
8.7	Unterdruckentwässerung	322
8.7.1	Allgemeines	322
8.7.2	Spülfilteranlagen	323
8.7.3	Tiefbrunnenanlagen	324
8.8	Gesetz von <i>Darcy</i> , Gültigkeitsgrenzen	325
8.9	Arten von Grundwasserleitern	327
8.9.1	Grundwasserleiter mit freier Grundwasseroberfläche	327
8.9.2	Grundwasserleiter mit gespanntem Grundwasser	327
8.10	Berechnungsformeln	328
8.10.1	Zufluss zu einem Schlitz, Formel von <i>Dupuit</i>	328
8.10.2	Offene Wasserhaltung	329
8.10.3	Brunnenformel von <i>Dupuit-Thiem</i> , Voraussetzungen	331
8.10.4	Brunnenformel von <i>Dupuit-Thiem</i> bei freier Grundwasseroberfläche	331
8.10.5	Brunnenformel von <i>Dupuit-Thiem</i> bei gespanntem Grundwasser	333
8.10.6	Fassungsvermögen von Einzelbrunnen	335
8.10.7	Reichweite <i>R</i> der Absenkung bei vollkommenen Einzelbrunnen	338
8.10.8	Mehrbrunnenformel von <i>Forchheimer</i>	339
8.10.9	Von Brunnen umschlossene Baugrube	341
8.10.10	Benetzte Filterflächenhöhe <i>h'</i> eines Anlagebrunnens	342
8.10.11	Unvollkommene Brunnen	347
8.10.12	Einfluss der Eintauchtiefe von wasserdichten Baugrubenwänden	348
8.10.13	Durchlässigkeitsbeiwert, Probewasserabsenkung	349
9	Stützmauern (Gewichtsstützwände)	351
9.1	Allgemeines	351

9.2	Regelwerke und Begriffe	351
9.2.1	Regelwerke	351
9.2.2	Begriffe	352
9.3	Bedingungen und Gesichtspunkte beim Entwurf	352
9.3.1	Allgemeine Bedingungen	352
9.3.2	Konstruktive Gesichtspunkte	353
9.4	Stützmauertypen	354
9.4.1	Futtermauern	354
9.4.2	Trockengewichtsmauern	355
9.4.3	Schergewichtsmauern	355
9.4.4	Winkelstützmauern	356
9.5	Einwirkungen und Widerstände	356
9.5.1	Auf Schergewichtsmauern einwirkender Erddruck	357
9.5.2	Auf Winkelstützmauern einwirkender Erddruck	358
9.5.3	Wasserdruck auf Stützmauern	366
9.5.4	Widerstände	366
9.6	Nachweis der Tragfähigkeit	367
9.6.1	Gleitsicherheit	367
9.6.2	Grundbruchsicherheit	368
9.6.3	Kippsicherheit	370
9.6.4	Materialversagen bei Schergewichtsmauern	370
9.6.5	Nachweis für die Grenzzustände HYD und GEO-3	371
9.7	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	372
9.7.1	Zulässige Lage der Sohldruckresultierenden	372
9.7.2	Unzuträgliche Verschiebungen und unzulässige Setzungen	375
9.8	Entwässerung	375
9.8.1	Belastungen von Stützmauern	375
9.8.2	Anordnung von Dränageeinrichtungen	376
9.8.3	Anforderungen an Dräneinrichtungen	377
9.8.4	Bedingungen für die Ausführung von Sickeranlagen	378
9.8.5	Ableitung von Oberflächenwasser	380
10	Spundwände	381
10.1	Allgemeines und Regelwerke	381
10.1.1	Allgemeines	381
10.1.2	Regelwerke	382
10.2	Einsatz von Stahlspundwänden	383
10.2.1	Einsatzvorteile	383
10.2.2	Vergleich mit anderen Stützkonstruktionen	383
10.2.3	Mögliche Querschnittsschwächungen	384
10.2.4	Zusätzliche Dichtungsmaßnahmen	386
10.3	Profile von Stahlspundwänden	387
10.4	Einbringung von Stahlspundbohlen	390
10.4.1	Rammen	391
10.4.2	Einrütteln	392
10.4.3	Einpressen	394
10.4.4	Einstellen in Schlitzwände	395
10.5	Berechnung von Spundwänden	396
10.5.1	Vorbemerkungen	396
10.5.2	Einwirkungen bei Baugruben	397
10.5.3	Grundformen der Spundwandbewegung und Erddruckverteilung	399
10.5.4	Abhängigkeiten der Erddruckkraftgröße gemäß EAB	400
10.5.5	Neigungswinkel des Erddrucks gemäß EAB und EAU	401

10.5.6	Aktive Erddruckkraft bei unbelasteter Geländeoberfläche gemäß EAB	402
10.5.7	Aktive Erddruckverteilung bei unbelasteter Geländeoberfläche nach EAB	403
10.5.8	Aktive Erddruckkraft aus Nutzlasten gemäß EAB	404
10.5.9	Aktive Erddruckverteilung aus Nutzlasten nach EAB	406
10.5.10	Vereinfachte Lastfiguren gestützter Wände nach EAB	406
10.5.11	Passive Erddruckverteilung im Einbindebereich der Wand nach EAB	407
10.5.12	Vereinfachte Lastfiguren von Spundwänden nach EAB	408
10.5.13	Baugruben im Wasser	409
10.5.14	Lastbilder für Spundwände im Wasser	410
10.5.15	Stand sicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1, DIN 1054 und EAB	411
10.5.16	Erforderliche Einbindetiefe von Spundwänden	413
10.5.17	Erforderliche Einbindetiefe mit dem Lastansatz von <i>Blum</i>	415
10.5.18	Inneres Gleichgewicht der Vertikalkräfte	423
10.5.19	Äußeres Gleichgewicht der Vertikalkräfte (Versinken der Wand)	424
10.5.20	Gebrauchstauglichkeitsnachweis nach E DIN 1997-1, DIN 1054 und EAB	427
11	Pfahlwände	428
11.1	Allgemeines	428
11.2	Anwendungsbereiche	429
11.3	Regelwerke	430
11.4	Wandtypen	430
11.4.1	Aufgelöste Pfahlwände	431
11.4.2	Tangierende Pfahlwände	432
11.4.3	Überschnittene Pfahlwände	433
11.5	Herstellung	434
11.5.1	Bohrschablonen	434
11.5.2	Wände	435
11.6	Tragverhalten	437
11.7	Bemessung	438
11.7.1	Bemessung der Spritzbeton-Ausfachungen	438
11.7.2	Bemessung von Verankerungen	438
12	Schlitzwände	439
12.1	Allgemeines	439
12.2	Anwendungsbereiche	440
12.3	Regelwerke und Begriffe	441
12.3.1	Regelwerke	441
12.3.2	Begriffe	441
12.4	Aushubwerkzeuge	443
12.4.1	Schlitzwandgreifer	443
12.4.2	Schlitzwandfräsen	444
12.5	Herstellungsverfahren	445
12.5.1	Zweiphasenverfahren	446
12.5.2	Einphasenverfahren	446
12.5.3	Kombinationsverfahren	446
12.6	Herstellung von Schlitzwänden	447
12.6.1	Leitwände	450
12.6.2	Schlitzzaushub	451
12.6.3	Betonieren	453
12.7	Tonsuspensionen, Fließgrenze und thixotrope Verfestigung	454
12.8	Übertragung des Stützflüssigkeitsdrucks	455
12.8.1	Entstehung von vollkommenen Filterkuchen	455

12.8.2	Reine Eindringung (fehlender Filterkuchen)	456
12.8.3	Unvollkommene Filterkuchenbildung und verminderte Eindringung	457
12.8.4	Geschlossene Systeme	458
12.8.5	Druckgefälle	459
12.9	Standsicherheit des gestützten Schlitzes	460
12.9.1	Zutritt von Grundwasser in den Schlitz	460
12.9.2	Innere Standsicherheit	465
12.9.3	Unterschreiten des statisch erforderlichen Stützflüssigkeitsspiegels	469
12.9.4	Äußere Standsicherheit, Allgemeines	470
12.9.5	Äußere Standsicherheit, Stützkraft	473
12.9.6	Äußere Standsicherheit, Erddruckkraft	477
12.9.7	Äußere Standsicherheit, Fälle ohne erforderlichen Nachweis	480
12.10	Standsicherheit der erhärteten Wand	482
13	Aufgelöste Stützwände	484
13.1	Allgemeines	484
13.2	Zulässige Böschungswinkel α nach DIN-Normen	485
13.2.1	DIN 4084, DIN 1054 und DIN EN 1997-1/NA	485
13.2.2	DIN 4124	488
13.3	Grundlagen	493
13.4	Raumgitterwände	494
13.4.1	Allgemeines	494
13.4.2	Regelwerke	494
13.4.3	Begriffe	494
13.4.4	Einsatzvorteile und Anwendungsbereiche	495
13.4.5	Planung und Gestaltung	496
13.4.6	Gründung	497
13.4.7	Verfüll- und Hinterfüllboden	498
13.4.8	Verformungen der Wand	498
13.4.9	Einwirkungen auf Gesamtbauwerk	499
13.4.10	Einwirkungen an den Raumgitterzellen	500
13.4.11	Nachweise zur äußeren Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit	501
13.4.12	Nachweise zur inneren Standsicherheit	502
13.5	Bewehrte Erde	505
13.5.1	Allgemeines	505
13.5.2	Regelwerke	506
13.5.3	Konstruktionsprinzip	506
13.5.4	Anforderungen an den Füllboden	508
13.5.5	Anforderungen an den Hinterfüll- und Überschüttboden	510
13.5.6	Anforderungen an die Bewehrungsbänder	510
13.5.7	Anforderungen an die Außenhaut	511
13.5.8	Nachweise zur äußeren Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit	511
13.5.9	Innere Standsicherheit, Nachweis der Bewehrungsbänder	514
13.5.10	Innere Standsicherheit, Nachweis der Anschlüsse an die Außenhaut	518
13.6	Bewehrung mit Geokunststoffen	519
13.6.1	Allgemeines	519
13.6.2	Regelwerke	520
13.6.3	Einteilung von Geokunststoffen	520
13.6.4	Einsatzgebiete von Geokunststoffen	521
13.6.5	Allgemeines und Begriffe zum Bewehren mit Geokunststoffen	522
13.6.6	Anforderungen an das Material bewehrter Konstruktionen	523
13.6.7	Konstruktive Gestaltung und Herstellung bewehrter Geländesprünge	525
13.6.8	Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit bei Stützkonstruktionen	527

13.6.9	Tragfähigkeitsnachweise (um Stützkonstruktion verlaufende Gleitlinien)	528
13.6.10	Tragfähigkeitsnachweise (durch Stützkonstruktion verlaufende Gleitlinien)	529
13.6.11	Nachweis der Frontausbildung	532
13.7	Bodenvernagelung	533
13.7.1	Allgemeines	533
13.7.2	Regelwerke	536
13.7.3	Konstruktionsprinzip und Herstellung	537
13.7.4	Vorteile und Grenzen der Anwendung	540
13.7.5	Trag- und Verformungsverhalten	542
13.7.6	Nachweis der äußeren Standsicherheit	542
13.7.7	Nachweis der inneren Standsicherheit, Regelprofil	544
13.7.8	Nachweis der inneren Standsicherheit mit zwei starren Bruchkörpern	545
13.7.9	Bemessung der Spritzbetonschale	548
14	Europäische Normung in der Geotechnik	549
14.1	Allgemeines	549
14.2	Deutsche und europäische Normung	549
14.3	Eurocode 7	551
14.3.1	Nationaler Anhang (NA)	551
14.3.2	DIN EN 1997-1 ergänzende Deutsche Normen und Empfehlungen	552
14.4	Europäische geotechnische Ausführungsnormen	552
14.5	Weitere europäische geotechnische Normen	553
14.6	Bauaufsichtliche Einführung	553
14.6.1	Allgemeines	553
14.6.2	Übergang von deutscher auf europäische Normung	555
	Literaturverzeichnis	556
	Firmenverzeichnis	576
	Stichwortverzeichnis	579
	Inserentenverzeichnis	594

12 Schlitzwände

12.1 Allgemeines

Mit dem Begriff „Schlitzwand“ wird in der Regel die abschnittsweise in Bodenschlitzen hergestellte „Ortbetonwand“ verbunden. Zwischen Leitwänden werden die Schlitze mit speziellen Aushubwerkzeugen vertikal ausgehoben, wobei fortlaufend eine Stützflüssigkeit eingefüllt wird, um die Schlitzwandungen gegen Einbrechen zu sichern. Nach dem Aushub wird erst die meistens erforderliche Bewehrung in den Schlitz eingehängt und danach der Beton im Kontraktorverfahren eingebracht (vgl. Abschnitt 12.3.2). Die durch den Beton verdrängte Stützflüssigkeit wird dabei ständig weggepumpt. Der beschriebene Arbeitsablauf ist schematisch in Bild 12-1 dargestellt.

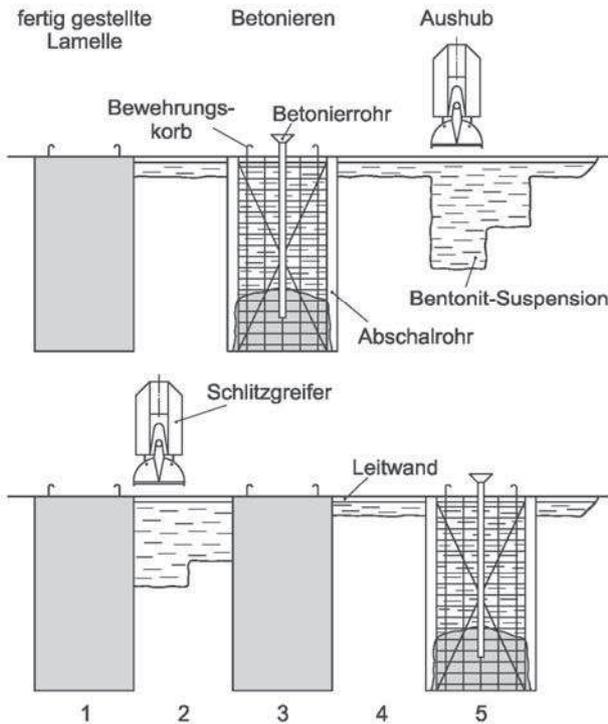


Bild 12-1 Schema des Arbeitsablaufs bei der Schlitzwandherstellung (nach *Beinbrech* [8], Kap. 3.2)

Die Entwicklung der heute weitverbreiteten Schlitzwandbauweise erhielt in den Jahren 1950 und 1951 besondere Impulse. Diese sind vor allem in den Arbeiten und Patenten von *H. Lorenz* (Deutschland) und *C. Veder* (Österreich) zu sehen, die Möglichkeiten zum Einsatz thixotroper Flüssigkeiten im Grundbau betrafen. Sie führten in den Folgejahren zu einer sehr schnellen Verbreitung dieser Baumethode, die schon bald über die nationalen Grenzen hinausging und heute weltweit zur Anwendung kommt. In Deutschland wurden die ersten Schlitzwände 1959 und 1960 in Berlin und München ausgeführt.

Die rasche Entwicklung führte zwar in kurzer Zeit zu einer großen Zahl fertiggestellter Schlitzwandbauwerke, doch waren die erzielten Ergebnisse teilweise noch unbefriedigend, da nicht zuletzt auf ungenügende Kenntnisse des Materialverhaltens von Tonsuspensionen zurückgegriffen werden musste. Diese Lücke wurde im Jahre 1963 vor allem mit der Dissertation von *F. Weiß* [309] geschlossen. Er lieferte erstmals eine vollständige Theorie zur Standfestigkeit flüssigkeitsgestützter Erdwände und eine Technologie der stützenden Flüssigkeiten.

Die genannten Arbeiten und eine Vielzahl weiterer theoretischer Untersuchungen und praktischer Erfahrungen haben zu dem heute geltenden Stand des technischen Regelwerks für alle Schlitzwandbauweisen in Deutschland geführt.

12.2 Anwendungsbereiche

Die in Kapitel 11 dargestellten Pfahlwände sind mit den Schlitzwänden, in Form von Ortbetonwänden, in vielerlei Hinsicht gut vergleichbar. Hierzu gehören u. a.

- hohe Wandsteifigkeiten,
- geringe Wandverformungen (insbesondere bei Rückverankerung bzw. Aussteifung),
- die Fähigkeit, große Biegemomente aufnehmen zu können,
- die erschütterungs- und geräuscharme Herstellung (insbesondere beim Einsatz von Schlitzwandfräsen sowie bei Böden ohne Hindernisse).

Auch bezüglich ihrer Einsatzgebiete, wie

- verformungsarme und praktisch wasserundurchlässige Baugrubensicherungen (Hauptanwendungsgebiet),
- Stützmauern,
- Brückenwiderlager,
- permanente Hangsicherungen,
- Ufereinfassungen,
- Schachtbauwerke,
- Tunnel- und Rampenbauwerke,

zeigen sich bei Schlitz- und Pfahlwänden weitgehende Überschneidungen. Allerdings gilt für die Schlitzwand im Vergleich zur Pfahlwand, dass sie bei

- kleinen Wandflächen, geringen Tiefen und/oder beengten Raumverhältnissen, sowie bei die Wand durchdringenden Leitungen meistens wirtschaftlich unterlegen ist,
- Wandtiefen von mehr als 25 m praktisch immer vorzuziehen ist (erreichbare Schlitztiefen: mit Greifer ca. 50 m, mit Fräse ca. 100 m),
- sonst gleichen Verhältnissen schlanker ausführbar ist (statisch günstigere Querschnittsform und günstigere Bewehrungsführung).

Darüber hinaus werden Schlitzwände auch eingesetzt als Einzelelemente zur Abtragung vertikaler Lasten und schräger Zugkräfte.

Die Schlitzwandbauweise ermöglicht es, bewehrte Betonwände in unmittelbarer Umgebung lastabtragender Fundamente herzustellen, ohne dass diese zusätzlich unterfangen werden müssen. Da Schlitzwände hohe Dichtigkeiten besitzen und bis in große Tiefen hergestellt werden können, ist ihr Einsatz bei der grundwasserschonenden Herstellung wasserdichter Baugruben in Form von Trogbauwerken besonders vorteilhaft.

BESTELLFORMULAR

Stück	Bestell-Nr.:	Titel	Preis* in €
	978-3-433-02976-3	Möller, Gerd: Geotechnik Grundbau	55,- Euro
	906559	Gesamtverzeichnis Ernst & Sohn 2012/2013	kostenlos
	bitte ankreuzen	Monatlicher E-Mail-Newsletter	kostenlos

Liefer- und Rechnungsanschrift: privat geschäftlich

Firma			
Ansprechpartner		Telefon	
UST-ID Nr. / VAT-ID No.		Fax	
Straße//Nr.		E-Mail	
Land	PLZ	Ort	

Vertrauensgarantie: Dieser Auftrag kann innerhalb von zwei Wochen beim Verlag Ernst & Sohn, Wiley-VCH, Boschstr. 12, D-69469 Weinheim, schriftlich widerrufen werden.

Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften
GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de



Datum / Unterschrift

*€-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten.
Stand: Juni 2012 (homepage_Probekapitel)