

Inhaltsverzeichnis

3.1 Flachgründungen

Ulrich Smoltczyk und Norbert Vogt

1	Begriffe	1
2	Entwurfsgrundlagen	2
3	Einzelfundamente	4
3.1	Allgemeine Planung	4
3.2	Geotechnische Nachweise	15
3.3	Konstruktive Hinweise	48
4	Flächengründungen	50
4.1	Allgemeines	50
4.2	Vertikale Interaktion	51
4.3	Horizontale Interaktion	65
5	Membrangründungen (Tankgründungen)	66
6	Zugfundamente	66
7	Literatur, Programmhinweise, Deutsche Normen (DIN)	67
7.1	Literatur	67
7.2	Programme und Benutzerhandbücher	70
7.3	Deutsche geotechnische Normen (Stand 2009)	71

3.2 Pfahlgründungen

Hans-Georg Kempfert

1	Einleitung	73
1.1	Anwendungsbereich	73
1.2	Maßgebliche Vorschriften und Sicherheitskonzept	73
1.3	Voruntersuchungen bei Pfahlgründungen	74
1.4	Begriffe	74
2	Pfahlarten und Ausführungsformen	77
2.1	Einordnung der Pfahlsysteme	77
2.2	Verdrängungspfähle	79
2.3	Bohrpfähle	94
2.4	Mikropfähle	104
2.5	Maßnahmen zur Erhöhung der Pfahlwiderstände	114
2.6	Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle	116
3	Axiales Tragverhalten von Einzelpfählen	117
3.1	Allgemeines	117
3.2	Hinweise zum Bruchwert des Spitzendrucks	121
3.3	Verfahren zur Ermittlung von Pfahlwiderständen aus der Literatur	123
3.4	Veränderung der Pfahltragfähigkeit mit der Zeit	142
3.5	Ermittlung von Pfahlwiderständen aus Probebelastungen	146

3.6	Empirische Ableitung von Pfahlwiderständen und Einbindung als Erfahrungswerte in die EA-Pfähle	147
3.7	Pfahlwiderstände bei Mantel- und Fußverpressungen	161
3.8	Pfahlwiderstände bei Fels und felsähnlichen Böden	164
3.9	Einfluss der Einbringeart auf die Tragfähigkeit von Verdrängungspfählen	165
4	Pfahltragverhalten quer zur Pfahlachse und infolge Momenteinwirkungen	165
4.1	Allgemeines	165
4.2	Bettungswiderstände bei biegeweichen Pfählen	166
4.3	Vorgehensweise nach dem p-y-Verfahren	169
4.4	Querwiderstände bei kurzen starren Pfählen	170
5	Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise unter Berücksichtigung der neuen Normung	172
5.1	Allgemeines	172
5.2	Einwirkungen und Bemessungssituation	172
5.3	Grenzzustandsgleichungen	173
5.4	Bisherige nationale Regelungen und Verfahren des EC 7-1 zur Ableitung von axialen Pfahlwiderständen für Tragfähigkeitsnachweise	173
5.5	Festlegung von Teilsicherheitsbeiwerten für Pfahlwiderstände aufgrund von Erfahrungswerten	180
5.6	Ergebnisse von Vergleichsberechnungen mit national angepassten Streuungsfaktoren	181
5.7	Bestimmung von Pfahlwiderständen nach EC 7-2 (Holländisches Verfahren)	188
5.8	Weitere Hinweise zu Nachweisen der Tragfähigkeit von Pfählen	192
5.9	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	193
6	Einwirkungen auf Pfähle aus dem Baugrund	194
6.1	Negative Mantelreibung	194
6.2	Seitendruck	201
6.3	Zusatzbeanspruchung von Schrägpfählen aus Baugrundverformung	207
6.4	Gründungspfähle in Böschungen und an Geländesprüngen	208
7	Probobelastungen und Prüfungen von Pfählen	208
7.1	Allgemeines	208
7.2	Statische axiale Probobelastungen	209
7.3	Statische horizontale Pfahlprobobelastungen (quer zur Pfahlachse)	215
7.4	Dynamische Pfahlprüfung	219
8	Pfahlgruppen und kombinierte Pfahl-Plattengründungen	228
8.1	Druckpfahlgruppen	228
8.2	Zugpfahlgruppen	237
8.3	Querwiderstände bei Pfahlgruppen	239
8.4	Kombinierte Pfahl-Plattengründung	240
9	Verhalten von Pfählen bei nicht ruhenden Einwirkungen	253
9.1	Allgemeines	253
9.2	Pfahlverhalten bei zyklisch axialen Einwirkungen	254
9.3	Pfahltragverhalten bei dynamisch axialen Einwirkungen	262
9.4	Pfahltragverhalten bei zyklisch horizontalen Einwirkungen	262
9.5	Pfahltragverhalten bei stoßartig horizontalen Einwirkungen	269
10	Literatur	270

3.3 Spundwände

*Werner Richwien, Hans-Uwe Kalle, Karl-Heinz Lambertz,
Karl Morgen und Hans-Werner Vollstedt*

1	Spundwandbauwerke	279
1.1	Allgemeines	279
1.2	Baustoffe für Spundwandbauwerke	280
2	Regelwerke zu Spundwandbauwerken	281
2.1	DIN EN 12063, Spundwandkonstruktionen	281
2.2	DIN EN 10248 und DIN EN 10249, Warmgewalzte Spundbohlen und kaltgeformte Spundbohlen	281
2.3	DIN EN 1993-5, Pfähle und Spundwände	282
2.4	Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen, EAU 2004	282
2.5	Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, EAB	283
2.6	Sonstige Vorschriften und Handbücher	283
3	Spundwandprofile, Stahlsorten	283
3.1	Spundwandprofile	283
3.2	Stahlsorten	286
3.3	Gütevorschriften für Spundwandstähle	287
4	Grundlagen der Spundwandnachweise	287
4.1	Sicherheitskonzept, Teilsicherheitsbeiwerte	287
4.2	Einwirkungen und Widerstände	289
4.3	Lastfälle	291
4.4	Grenzzustände	291
4.5	Geotechnische Kategorien	293
5	Berechnung von Spundwandbauwerken	293
5.1	Allgemeine Hinweise	293
5.2	Nachweis von Spundwänden nach den Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, EAU 2004	294
5.3	Sonderfälle der Spundwandberechnung	308
5.4	Bauteilnachweis „Stahlspundwand“	310
6	Nachweis der Spundwandverankerungen und der Zubehörteile	312
6.1	Allgemeines zu Ankern und Ankerpfählen, Gurtung, Bolzen- und Ankerkopfplatten	312
6.2	Nachweis der Verankerungselemente	312
6.3	Gestaltung von Ankerwänden und -platten sowie Ankeranschlüssen	321
6.4	Beispiele für Holmausbildungen aus Stahl und Stahlbeton	325
6.5	Gestaltung von Ankerpfahlanschlüssen	328
7	Empfehlungen zu Konstruktion und Bauausführung	333
7.1	Rammtiefe	333
7.2	Spundwandneigung	333
7.3	Profil und Baustoff	333
7.4	Stahlsorte	334
7.5	Hinweise zu wellenförmigen Spundwänden	334
7.6	Hinweis zu kombinierten Spundwänden	335
7.7	Gepanzerte Spundwände	336
7.8	Einbringen von Spundbohlen und Toleranzen	336
8	Ausführungsbeispiele von Uferwänden in Stahlspundwandbauweise	337
8.1	Allgemeines	337

8.2	Containerkaje Bremerhaven.....	337
8.3	Containerterminal Altenwerder, Hamburg	339
8.4	Seehafen Rostock, Pier II.....	339
8.5	Hafenbecken C, Duisburg-Ruhrort	342
8.6	Containerterminal Burchardkai, Hamburg	342
8.7	Holz- und Fabrikenhafen, Bremen	345
8.8	Seehafen Wismar, Liegeplätze 13 bis 15	346
8.9	Hafenkanal, Duisburg-Ruhrort.....	346
9	Korrosion und Korrosionsschutz.....	349
9.1	Allgemeines	349
9.2	Korrosionserwartung bei Stahlspundwänden	349
9.3	Korrosionsschutz von Stahlspundwänden.....	349
10	Literatur.....	352

3.4 Gründungen im offenen Wasser

Jacob Gerrit de Gijt und Kerstin Lesny

1	Allgemeines	355
1.1	Verwendbare Planungsunterlagen	357
1.2	Belastungsannahmen	358
1.3	Bemessung und Herstellung.....	360
2	Geräte für das Bauen auf See	362
2.1	Wichtigste Geräte	362
2.2	Hubinsel	364
3	Gründungen in offener Baugrube	365
4	Schwimmkastengründungen	368
4.1	Vorbereiten der Sohle.....	368
4.2	Bau der Schwimmkästen	369
4.3	Schlepptransport	372
4.4	Absenken	375
4.5	Schwimmkästen als Ufereinfassungen	375
4.6	Schwimmkästen für Molen und Wellenbrecher.....	376
4.7	Schwimmkästen für Leuchttürme, Offshore-Plattformen und Behälter	381
4.8	Schwimmkästen für Unterwassertunnel	386
5	Senkkastengründungen	393
5.1	Leuchtturm „Alte Weser“ (1960/63).....	395
5.2	Leuchtturm „Großer Vogelsand“ (1973/74).....	397
6	Pfahlgründungen	399
6.1	Köhlbrand-Hochbrücke, Hamburg (1971–75).....	400
6.2	Leuchtturm Goerée, Niederlande (1971)	401
6.3	Bohrplattform Cognac, USA (1978).....	403
6.4	Saugpfahlmethode	404
7	Gründungen für Offshore-Windenergieanlagen	407
7.1	Stand der Nutzung der Offshore-Windenergie in Europa und Planungsrandbedingungen	407
7.2	Baugrundkundungen	412
7.3	Gründungskonzepte	415
7.4	Kolkschutz.....	421
7.5	Ausblick	422
8	Literatur.....	422

3.5 Baugrubensicherung

Anton Weißenbach und Achim Hettler

1	Konstruktive Maßnahmen zur Sicherung von Baugruben und Leitungsgräben	427
1.1	Nicht verbaute Baugruben und Gräben	427
1.2	Grabenverbau	429
1.3	Spundwandverbau	436
1.4	Trägerbohlwände	438
1.5	Massive Verbauarten	443
1.6	Mixed-in-Place-Wände	446
2	Berechnungsgrundlagen	449
2.1	Lastannahmen	449
2.2	Erddruck bei nicht gestützten, im Boden eingespannten Baugrubenwänden	450
2.3	Erddruck bei einmal gestützten Baugrubenwänden	452
2.4	Erddruck bei mehrmals gestützten Baugrubenwänden	455
2.5	Erddruck infolge von Baugeräten und Schwerlastfahrzeugen	459
2.6	Erddruck in Rückbauzuständen	463
2.7	Ansatz des Erdwiderstands	464
3	Verfahren zur Ermittlung von Schnittgrößen und Einbindetiefen	467
3.1	Teilsicherheitskonzept nach DIN 1054:2005-01	467
3.2	Statisch bestimmte Systeme	469
3.3	Statisch unbestimmte Systeme	476
3.4	Bettungsmodulverfahren	479
3.5	Berechnung mit dem Traglastverfahren	488
3.6	Finite-Elemente-Methode	489
4	Nachweis der Gleichgewichtsbedingungen	496
4.1	Aufnahme des Erddrucks unterhalb der Baugrubensohle bei Trägerbohlwänden	496
4.2	Nachweis der Vertikalkomponente des mobilisierten Erdwiderstands	498
4.3	Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund	501
4.4	Sicherheit gegen Aufbruch der Baugrubensohle	504
5	Untersuchung besonderer Baugrubenkonstruktionen	506
5.1	Baugruben mit besonders großen Abmessungen	506
5.2	Baugruben mit besonderem Grundriss	510
5.3	Baugruben mit unregelmäßigem Querschnitt	517
5.4	Zur Baugrubensohle abgestützte Baugrubenwände	522
5.5	Verankerte Baugrubenwände	524
5.6	Bewegungssarme Baugrubenwände neben Bauwerken	529
5.7	Baugruben im Wasser	535
5.8	Baugruben in felsartigen Böden	546
5.9	Baugruben in weichen Böden	549
6	Bemessung der Einzelteile	559
6.1	Bohlen, Brusthölzer und Gurte aus Holz	559
6.2	Bohlträger, Spundbohlen und Kanaldielen aus Stahl	561
6.3	Gurte, Auswechlungen und Verbandstäbe aus Stahl	563
6.4	Steifen	564
6.5	Verbauteile aus Beton und Stahlbeton	566
6.6	Erdanker und Zugpfähle	567
6.7	Verbände, Anschlüsse und Verbindungsmittel	571
7	Literatur	571

3.6 Pfahlwände, Schlitzwände, Dichtwände *Hans-Gerd Haugwitz und Matthias Pulsfort*

1	Pfahlwände	579
1.1	Anwendungsbereich	579
1.2	Vorteile	580
1.3	Nachteile	581
1.4	Vorschriften und Empfehlungen	581
1.5	Zweck und Wandarten	581
1.6	Herstellung	584
1.7	Qualitätssicherung	585
2	Schlitzwände	586
2.1	Anwendungsbereich	586
2.2	Vorteile	587
2.3	Nachteile	587
2.4	Vorschriften und Empfehlungen	588
2.5	Zweck	588
2.6	Wandarten	588
2.7	Herstellung	593
2.8	Baustoffe	600
2.9	Eigenschaften	602
2.10	Qualitätssicherung	603
3	Mixed-in-Place-Wände	603
3.1	Anwendungsbereich	603
3.2	Vorteile	605
3.3	Nachteile	606
3.4	Vorschriften und Empfehlungen	606
3.5	Wandarten	606
3.6	Art des Lösen und Durchmischen des Bodens	608
3.7	Herstellung	613
3.8	Baustoffe	619
3.9	Eigenschaften	620
3.10	Qualitätssicherung	620
4	Schmalwände	621
4.1	Anwendungsbereich	621
4.2	Vorteile	622
4.3	Nachteile	622
4.4	Vorschriften und Empfehlungen	622
4.5	Zweck und Wandarten	623
4.6	Herstellung der Rüttel-Schmalwand	623
4.7	Baustoffe	624
4.8	Eigenschaften	624
4.9	Qualitätssicherung	625
5	Die Flüssigkeitsstützung von Erdwänden	625
5.1	Stützflüssigkeiten	625
5.2	Stützkraft einer Flüssigkeit und Standsicherheitsnachweise	626
5.3	Mechanismen der Übertragung der Flüssigkeitsdruckdifferenz auf das Korngerüst	627
5.4	Nachweis der „inneren“ Standsicherheit	630
5.5	Nachweis der „äußeren“ Standsicherheit	633
5.6	Bauliche Anlagen neben suspensionsgestützten Erdwänden	637

6	Wassererdichtigkeit von massiven Stützwänden	640
6.1	Anforderungen	640
6.2	Nachweis der Dichtigkeit	642
6.3	Ausführung und Auswertung eines Pumpversuches	642
7	Vorschriften und Empfehlungen	644
7.1	Vorschriften	644
7.2	Empfehlungen und Richtlinien	644
8	Literatur	645

3.7 Gründungen in Bergaugebieten

Dietmar Placzek

1	Einleitung	649
2	Bodenbewegungen	651
2.1	Bodenbewegungen bei untertägigen Abbauen	651
2.2	Bodenbewegungen bei Tagebau	656
3	Einfluss der Bewegungsvorgänge auf die Gründung der Bauwerke	657
3.1	Einfluss einer Senkung	657
3.2	Einfluss einer Schieflage	657
3.3	Einfluss einer Krümmung	659
3.4	Einfluss einer Längenänderung	659
3.5	Einfluss der Bodenbewegungen bei tagesnahen Abbauen	660
3.6	Einfluss konzentrierter Bodenbewegungen	661
3.7	Einfluss von durch Bergbau induzierten Erschütterungen	661
4	Bauliche Maßnahmen bei Abbauen in größerer Teufe	662
4.1	Arten der Sicherung	662
4.2	Grundsätzliches zur Anordnung und Ausbildung der Bauwerke	662
4.3	Tragfähigkeit und Gebrauchsfähigkeit bei Einwirkungen des Bergbaus	663
4.4	Maßnahmen gegen Schieflagen	664
4.5	Maßnahmen gegen Krümmungen	664
4.6	Maßnahmen gegen Längungen (Zerrungen)	667
4.7	Maßnahmen gegen Kürzungen (Pressungen)	670
4.8	Maßnahmen bei konzentrierten Bodenbewegungen	672
5	Bauliche Maßnahmen bei tagesnahen Abbauen	672
5.1	Arten der Sicherung	672
5.2	Sicherung der Bauwerke	673
5.3	Stabilisierung des Untergrundes durch Einpressungen	675
6	Maßnahmen bei Tunneln	679
6.1	Allgemeines	679
6.2	Ausführungsmöglichkeiten	679
7	Maßnahmen bei vorhandener Bebauung	680
7.1	Vorbemerkung	680
7.2	Maßnahmen gegen Senkungen	680
7.3	Maßnahmen gegen überwiegend vertikale, ungleichmäßige Bodenbewegungen ..	681
7.4	Maßnahmen gegen überwiegend horizontale Bodenbewegungen	682
8	Folgewirkungen stillgelegten Bergbaus	684
8.1	Grubenwasserspiegelanstieg	684
8.2	Ausgasung	685
9	Pseudobergschäden	686
9.1	Vorbemerkung	686

9.2	Geländesenkungen durch Grundwasserspiegelabsenkung	686
9.3	Geländesenkungen durch Trocknung (Schwinden)	686
9.4	Geländesenkungen infolge chemischer und/oder biologischer Zersetzung (Schrumpfen)	686
9.5	Geländesenkungen infolge Bewuchses (meteorologische und vegetative Ursachen)	688
10	Literatur	689

3.8 Erschütterungsschutz

Christos Vrettos

1	Allgemeines, Begriffsbestimmungen	691
2	Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen	693
2.1	Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen	693
2.2	Einwirkung von sekundärem Luftschall auf Menschen	695
2.3	Einwirkung von Erschütterungen auf Gebäude	698
3	Messung von Erschütterungen	705
4	Prognose von Erschütterungen	707
4.1	Erschütterungen infolge von Schienenverkehr	707
4.2	Erschütterungen infolge von Baubetrieb	721
5	Reduktion von Erschütterungen	728
5.1	Allgemeines	728
5.2	Maßnahmen an der Quelle	728
5.3	Maßnahmen auf dem Übertragungsweg im Boden	735
5.4	Maßnahmen am Gebäude	737
6	Literatur	738

3.9 Stützbauwerke und konstruktive Hangsicherungen

Heinz Brandl

1	Einleitung	747
2	Entwurfs- und Dimensionierungsmethoden	748
2.1	Allgemeines	748
2.2	Konventionelle Methode	748
2.3	Semi-empirische Methode	749
3	Stützwände	751
3.1	Pfahlwände	752
3.2	Brunnenwände	774
3.3	Schlitzwände	780
3.4	Düsenstrahlwände	782
3.5	Rippenwände	784
3.6	Ankerwände („Elementwände“)	787
3.7	Futtermauern	795
4	Stützmauern nach dem Verbundprinzip (stützmauerartige Verbundkonstruktionen)	798
4.1	Allgemeines	798
4.2	Raumgitter-Stützmauern	800
4.3	In sich verankerte Mauern	815
4.4	Bewehrte Erde	820

4.5	Geokunststoffbewehrte Stützkonstruktionen	830
4.6	Stützmauern aus Gabionen	845
4.7	Stützbauwerke aus verfestigtem oder verpacktem Boden.	847
5	Bodenvernagelungen und Bodenverdübelungen	848
5.1	Nagelwände	849
5.2	Injektionsvernagelungen, Injektionsverdübelungen.	856
5.3	Stabwände	861
5.4	Dübelwände, Hangverdübelungen	865
6	Aufgelöste Stützkonstruktionen	882
7	Sonstige Stützkonstruktionen	885
7.1	Sonderformen, Kombinationen.	885
7.2	Galerien	886
7.3	Sicherung von Hangbrücken.	887
8	Begleitende Maßnahmen.	894
8.1	Bermen	894
8.2	Entwässerungen	895
9	Literatur	897
	Stichwortverzeichnis	903
	Inserentenverzeichnis	917