

Inhaltsverzeichnis

Teil 3 Grundbauwerke

3.1 Flachgründungen (Fundamente, Plattengründungen)

(em. Prof. Dr.-Ing. habil. *Ulrich Smoltczyk* und
Dr.-Ing. *Dieter Netzel*, Stuttgart)

1	Begriffe	1
2	Entwurfsgrundlagen	2
3	Gesichtspunkte für die Wahl einer Flachgründung	3
4	Einzel- und Streifenfundamente	4
4.1	Gestaltung	4
4.2	Standssicherheit	5
4.3	Setzungen und Verkantungen	15
4.4	Stabilitätskontrolle bei turmartigen Bauten	17
4.5	Hinweise zur Ausführung und Bemessung	18
5	Plattengründungen	39
5.1	Allgemeines	39
5.2	Hinweise zur statischen Berechnung	40
5.3	Einige qualitative Ergebnisse, Hinweise für Näherungslösungen	45
5.4	Konstruktive Regeln und Bemessungshinweise	51
5.5	Fugen	53
5.6	Durch Sohlschub verursachte Verschiebungen	55
5.7	Horizontale Interaktion zwischen Gründung und Baugrund	59
5.8	Beispiele	60
6	Tankgründungen (Membrangründungen)	64
6.1	Allgemeines	64
6.2	Erdstatische Untersuchung	65
6.3	Grundwasserschutz	69
7	Literatur	69

3.2 Berechnung von Flächengründungen

(Prof. Dr.-Ing. *Heinz Graßhoff*, Bremen, und Prof. Dr.-Ing. *Manfred Kany*,
Zirndorf) 73

1	Das Gesamtsystem Baugrund – Bauwerk	74
1.1	Begriffe	74
1.2	Wechselwirkung (Interaktion) zwischen Baugrund und Bauwerk	76
1.3	Grundlagen und Ansätze der Berechnung	76
2	Berechnungsverfahren	79
2.1	Entwicklung der Berechnungsverfahren	79
2.2	Spannungstriangelverfahren	80
2.3	Bettungsmodulverfahren	90
2.4	Steifemodulverfahren	99
2.5	Tabellierte und graphische Hilfsmittel für die Berechnung von Flächengründungen	110
2.6	Modifizierte Standardverfahren und andere Verfahren	112
3	Berücksichtigung verschiedener Einflüsse	114
3.1	Einflüsse aus dem Baugrund	114
3.2	Einflüsse aus dem Bauwerk	121
3.3	Optimierungsfragen	129

4	Elektronische Berechnung	129
4.1	Vorbemerkungen	129
4.2	Erfassung der Bauwerkssteifigkeit	132
4.3	Numerische Verfahren zur EDV-Bearbeitung	133
4.4	Vergleich der Programmstrukturen und des Rechenaufwands	137
5	Vergleich und Diskussion der Berechnungsergebnisse der Standardverfahren	137
6	Berechnungsbeispiele	140
6.1	Vorbemerkung zur Auswahl der Beispiele	140
6.2	Beispiele mit Benutzung von Tabellen und Kurventafeln	140
6.3	Beispiele für eine Computerberechnung von Gründungsbalken	155
6.4	Beispiel für Computerberechnungen von Gründungsplatten	157
7	Literatur	179
8	Normen und Empfehlungen	185

3.3 Pfähle

(Prof. Dr.-Ing. <i>Eberhard Franke</i> , Darmstadt)	189	
1	Hinweise für die Auswahl eines Pfahltyps	190
1.1	Allgemeines	190
1.2	Pfähle für überwiegend vertikal belastete Pfahlgründungen	190
1.3	Pfähle für vertikal und horizontal belastete Pfahlgründungen	201
1.4	Pfahlkopfanschlüsse – Beispiele und Hinweise	205
2	Tragverhalten von Pfählen unter axialem Belastung	207
2.1	Einzelpfähle	207
2.2	Pfahlgruppen	237
3	Tragverhalten von vertikalen Pfählen unter horizontaler und Momentenbelastung einschließlich Gruppenwirkung	248
3.1	Aktive Horizontalbelastung	248
3.2	Passive Horizontalbelastung	254
4	Ermittlung von Spitzendruck und Mantelreibung aus Sondierergebnissen	255
5	Probobelastung und Prüfung von Pfählen	259
5.1	Vertikalbelastung	259
5.2	Horizontalbelastung	271
5.3	In-Situ-Prüfung von Pfählen auf Unversehrtheit	275
6	Literatur	277

3.4 Pfahlroste, Berechnung und Konstruktion

(em. Prof. Dr.-Ing. habil. <i>Ulrich Smoltczyk</i> und Dr.-Ing. <i>Walter Lächler</i> , Stuttgart)	287	
1	Allgemeines und Anwendungsbereiche	287
2	Pfahlrostsysteme	289
3	Berechnung	291
3.1	Berechnung des statisch unbestimmten Pfahlrosts	291
3.2	Pfahlrostberechnung in einfachen Sonderfällen	296
3.3	Abweichungen von den Voraussetzungen der Pfahlrostberechnung	300
3.4	Berechnung von Pfahlrosten mit biegesteifen Pfählen	309
4	Ergänzungen zur Pfahlrostberechnung	316
4.1	Knickung von Pfählen	316
4.2	Geländebruch am Pfahlrost	317

4.3	Mitwirkung einer Spundwand	318
4.4	Dynamische Lasten	318
4.5	Rechenbeispiel zum Teilsicherheitskonzept	319
5	Konstruktive Ausbildung	327
5.1	Pfähle	327
5.2	Rostplatte	329
6	Pfahlrostbauwerke	330
6.1	Brückenpfeiler und Widerlager	330
6.2	Kaimauern	332
6.3	Überbaute Böschungen	339
6.4	Molen, Anlegebrücken	340
6.5	Turmbauten	341
6.6	Unterwassertunnel	342
7	Auftriebsichere Sohlen	345
8	Pfähle zur Böschungsstabilisierung	345
9	Literatur	348

3.5 Senkkästen

(Dipl.-Ing. <i>Hans Lingenselser</i> , Bad Homburg)	351
1 Allgemeines	352
1.1 Begriffe	352
1.2 Kennzeichnende Merkmale der Druckluft-Senkkästen	352
1.3 Kennzeichnende Merkmale der offenen Senkkästen	354
1.4 Bautypen und Anwendungsgebiete	355
2 Bauliche Durchbildung und Ausrüstung	358
2.1 Allgemeines	358
2.2 Baumaterial	358
2.3 Senkkastenschneiden	359
2.4 Arbeitskammerdecke der Druckluft-Caissons	361
2.5 Sohle beim offenen Senkkasten (Brunnen)	363
2.6 Aufgehende Wände	364
3 Herstellung der Senkkästen	365
3.1 An Land	365
3.2 Auf künstlicher Insel	367
3.3 Im Absenkgerüst	367
3.4 Im Dock mit Einschwimmen	368
3.5 Im schwimmenden Stahlkasten	369
4 Absenken der Senkkästen	370
4.1 Bodenaushub	370
4.2 Steuerung	372
4.3 Absenktoleranzen	372
4.4 Ballastierung	374
5 Druckluftbetrieb	375
5.1 Druckluftverordnung	375
5.2 Wesentliche Geräte	376
6 Berechnungen	379
6.1 Allgemeines	379
6.2 Absenendiagramm	379
6.3 Belastung der Senkkastenschneiden	380
6.4 Hinweise für die Bemessung	382

7	Ausführungsbeispiele	384
7.1	Strompfeiler der Rheinbrücke Kehl	384
7.2	Pylonpfeiler der Neuen Willemsbrücke, Rotterdam	385
7.3	Pylonpfeiler der Brücke über den kleinen Belt	387
7.4	Brunnen für Wasserwerk „auf dem Grind“, Stürzelberg	388
7.5	Strompfeiler der Brücke Rio Uruguay, Fray Bentos – Puerto Unzue	390
7.6	Metro Amsterdam, Ostlinie	391
7.7	Pumpwerk der Stadtwerke Istanbul	393
8	Literatur	395

3.6 Baugrubensicherung

(Univ.-Prof. Dr.-Ing. <i>Anton Weißenbach</i> , Norderstedt)	397
1 Konstruktive Maßnahmen zur Sicherung von Baugruben und Leitungsräben	398
1.1 Nicht verbaute Baugruben und Gräben	398
1.2 Waagerechter Grabenverbau	400
1.3 Senkrechter Grabenverbau	401
1.4 Grabenverbaugeräte	403
1.5 Spundwandverbau	406
1.6 Trägerbohlwände	411
1.7 Massive Verbauarten	415
2 Berechnungsgrundlagen	418
2.1 Lastannahmen	418
2.2 Erddruck bei nicht gestützten Baugrubenwänden	421
2.3 Erddruck bei einmal gestützten Baugrubenwänden	423
2.4 Erddruck bei mehrmals gestützten Baugrubenwänden	426
2.5 Erddruck infolge von Baugeräten und Schwerlastfahrzeugen	429
2.6 Erddruck in Rückbauzuständen	433
2.7 Ansatz des Erdwiderstands	435
3 Verfahren zur Ermittlung von Schnittgrößen und Einbindetiefen	438
3.1 Statisch bestimmte Systeme	438
3.2 Elastizitätstheorie bei statisch unbestimmten Systemen	442
3.3 Traglastverfahren bei statisch unbestimmten Systemen	446
4 Nachweis der Gleichgewichtsbedingungen	451
4.1 Aufnahme des Erddrucks unterhalb der Baugrubensohle bei Trägerbohlwänden	451
4.2 Ermittlung der Vertikalkomponente des Erdwiderstands	452
4.3 Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund	454
4.4 Sicherheit gegen Aufbruch der Baugrubensohle	457
5 Untersuchung besonderer Baugrubenkonstruktionen	459
5.1 Baugruben mit besonders großen Abmessungen	459
5.2 Baugruben mit besonderem Grundriß	462
5.3 Baugruben mit unregelmäßigem Querschnitt	469
5.4 Einseitig verbaute Baugruben	472
5.5 Bewegungsarme Baugrubenwände neben Bauwerken	478
5.6 Baugruben im Wasser	483
5.7 Baugruben in felsartigen Böden	491
6 Bemessung der Einzelteile	493
6.1 Bohlen, Brusthölzer und Gurte aus Holz	493

6.2	Bohlträger, Spundbohlen und Kanaldielen aus Stahl	495
6.3	Gurte, Auswechlungen und Verbandstäbe aus Stahl	497
6.4	Steifen	498
6.5	Verbauteile aus Beton und Stahlbeton	505
6.6	Erdanker und Zugpfähle	506
6.7	Verbände, Anschlüsse und Verbindungsmittel	507
7	Literatur	508

3.7 Pfahlwände, Schlitzwände, Dichtwände

(Dr.-Ing. <i>Manfred Stocker</i> , Schröbenhausen, und Prof. Dr.-Ing. <i>Bernhard Walz</i> , Wuppertal)	513
1 Pfahlwände	514
1.1 Anwendungsbereich	514
1.2 Vorteile	514
1.3 Nachteile	515
1.4 Vorschriften und Literatur	516
1.5 Zweck und Wandarten	516
1.6 Herstellung	517
1.7 Qualitätssicherung	518
2 Schlitzwände	519
2.1 Anwendungsbereich	519
2.2 Vorteile	519
2.3 Nachteile	520
2.4 Vorschriften und Literatur	520
2.5 Zweck	520
2.6 Wandarten	520
2.7 Herstellung	524
2.8 Baustoffe	528
2.9 Eigenschaften	529
2.10 Qualitätssicherung	530
3 Schmalwände	531
3.1 Anwendungsbereich	531
3.2 Vorteile	532
3.3 Nachteile	532
3.4 Vorschriften und Literatur	532
3.5 Zweck und Wandarten	532
3.6 Herstellung der Rüttel-Schmalwand	533
3.7 Baustoffe	535
3.8 Eigenschaften	536
3.9 Qualitätssicherung	537
4 Die Flüssigkeitsstützung von Erdwänden	537
4.1 Stützflüssigkeiten	537
4.2 Stützkraft einer Flüssigkeit und Standsicherheitsnachweise	538
4.3 Mechanismen der Übertragung der Flüssigkeitsdruckdifferenz auf das Korngerüst	539
4.4 Der Nachweis der „inneren“ Standsicherheit	542
4.5 Der Nachweis der „äußeren“ Standsicherheit	544
4.6 Bauliche Anlagen neben suspensionsgestützten Erdwänden	548
5 Vorschriften und Empfehlungen	549
5.1 Vorschriften	549

5.2	Empfehlungen	549
6	Literatur	549
3.8	Konstruktive Hangsicherungen	
(o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. <i>Heinz Brandl</i> , Wien)		553
1	Einleitung	553
2	Entwurfs- und Dimensionierungsmethoden	554
2.1	Allgemeines	554
2.2	Konventionelle Methode	555
2.3	Semi-empirische Methode	556
3	Stützwände	556
3.1	Pfahlwände	557
3.2	Brunnenwände	575
3.3	Schlitzwände	578
3.4	Düsenstrahlwände	581
3.5	Rippenwände	582
3.6	Ankerwände („Elementwände“)	585
3.7	Futtermauern	592
4	Stützmauern nach dem Verbundprinzip (Stützmauerartige Verbundkonstruktionen)	595
4.1	Allgemeines	595
4.2	Raumgitter-Stützmauern	597
4.3	In sich verankerte Mauern	609
4.4	Bewehrte Erde	614
4.5	Polsterwände (Geotextilwände)	620
4.6	Stützmauern aus Gabionen	624
4.7	Stützmauern aus verfestigten Erdkörpern	628
5	Bodenverriegelungen und -verdübelungen	629
5.1	Nagelwände	629
5.2	Injektionsverdübelungen	634
5.3	Stabwände	640
5.4	Dübelwände, Hangverdübelungen	643
6	Aufgelöste Stützkonstruktionen	655
7	Sonstige Stützkonstruktionen	658
7.1	Sonderformen, Kombinationen	658
7.2	Galerien	660
7.3	Sicherung von Hangbrücken	660
8	Begleitende Maßnahmen	666
9	Literatur	668
3.9	Stützmauern	
(em. Prof. Dr.-Ing. habil. <i>Ulrich Smoltczyk</i> , Stuttgart)		673
1	Definitionen	673
2	Allgemeine Entwurfs-Gesichtspunkte	674
3	Schweregewichtsmauer	679
3.1	Theoretische Formgebung bei Zugspannungsfreiheit	679
3.2	Praktische Formgebung	680
3.3	Bemessung einer Stützmauer für den Grenzzustand 1 nach dem Teilsicherheitskonzept des Eurocodes 7	683
4	Winkelstützmauer	685

5	Stützwände	688
6	Fugen	690
7	Entwässerung	693
8	Hinterfüllung	697
9	Literatur	698

3.10 Maschinenfundamente

(Prof. Dr.-Ing. <i>Günter Klein</i> , Hannover)	699
1 Erregung von Grundbauwerken	699
1.1 Periodische Belastungen	699
1.2 Transiente Belastungen	702
1.3 Stochastische Belastungen	707
2 Grundbauwerke unter dynamischer Belastung	708
2.1 Lagerungsarten	708
2.2 Blockfundamente	715
2.3 Elastische Fundamente	719
2.4 Entwurfshinweise	723
3 Beispiele	723
3.1 Hammerfundament	723
3.2 Fundament für ein Notstromaggregat (4-Zylinder-Dieselmotor und Generator)	726
4 Literatur	735

3.11 Gründungen in Bergbaugebieten

(em. Prof. Dr.-Ing. <i>Helmut Nendza</i> und Dr.-Ing. <i>Dietmar Placzek</i> , Essen)	739
1 Allgemeines zu den bergbaulichen Einwirkungen	739
1.1 Grundsätzliches	739
1.2 Bewegungsvorgänge über Abbauen in größerer Teufe	740
1.3 Bewegungsvorgänge über oberflächennahen Abbauen	742
2 Einfluß der Bewegungsvorgänge auf die Gründung der Bauwerke	743
2.1 Einfluß einer gleichmäßigen Senkung	743
2.2 Einfluß einer unterschiedlichen Senkung	743
2.3 Einfluß einer Krümmung	744
2.4 Einfluß einer Längenänderung	745
2.5 Einfluß der Bodenbewegungen bei tagesnahen Abbauen	746
2.6 Einfluß konzentrierter Bodenbewegungen	746
3 Bauliche Maßnahmen bei Abbauen in größerer Teufe	747
3.1 Arten der Sicherung	747
3.2 Grundsätzliches zur Anordnung und Ausbildung der Bauwerke ..	747
3.3 Zulässige Spannungen bei Berücksichtigung der Einwirkungen des Bergbaus	748
3.4 Maßnahmen gegen Schieflagen	750
3.5 Maßnahmen gegen Krümmungen	751
3.6 Maßnahmen gegen Längungen (Zerrungen)	753
3.7 Maßnahmen gegen Kürzungen (Pressungen)	757
3.8 Maßnahmen bei konzentrierten Bodenbewegungen	758
4 Bauliche Maßnahmen bei tagesnahen Abbauen	758
4.1 Arten der Sicherung	758
4.2 Sicherung der Bauwerke	759
4.3 Stabilisierung des Untergrunds durch Zementeinpressungen	760

5	Maßnahmen bei Verkehrstunneln	763
5.1	Allgemeines	763
5.2	Ausführungsmöglichkeiten	763
6	Literatur	764

3.12 Spundwände für Häfen und Wasserstraßen

(o. Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. <i>Erich Lackner</i> †, Bremen, überarbeitet vom Arbeitsausschuß „Ufereinfassungen“ der Hafenbautechnischen Gesellschaft e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah	767
---	-----

1	Allgemeines über Spundwandbauwerke, ihre Wirkungsweise und Anwendungsbereiche	768
1.1	Allgemeines	768
1.2	Verwendungszweck	769
1.3	Eignung der verschiedenen Baustoffe	769
2	Regelwerke zur Spundwandanwendung	770
2.1	Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ – Häfen und Wasserstraßen –	770
2.2	Sonstige Empfehlungen und Handbücher	771
3	Spundwandausbildung, Profile und Verankerungsteile, Stahlgüten ...	771
3.1	Stahlspundwände	771
3.2	Stahlbeton- und Spannbetonspundwände	784
3.3	Holzspundwände	784
3.4	Tafel für Ankerstangen und Zubehörteile	785
4	Einwirkungen, Widerstände und zulässige Spannungen für Spundwandbauwerke	788
4.1	Sicherheitskonzept	788
4.2	Einwirkungen und Widerstände	788
4.3	Lastfälle	790
4.4	Zulässige Spannungen bei Spundwandbauwerken	790
5	Berechnungsverfahren für Spundwände	793
5.1	Berechnung einfach verankter Spundwände nach den Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“	794
5.2	Berechnung einfach oder nichtverankter Spundwände nach <i>Blum</i>	794
5.3	Berechnung einfach verankter Spundwände unter Berücksichtigung der Kopfeinspannung im Boden nach <i>Streck</i>	800
5.4	Erddruckansätze bei mehrfach gestützten bzw. verankerten Spundwänden	802
5.5	Berechnung mehrfach gestützter Spundwände	804
5.6	Berechnung der Spundwand als elastisch gebettetes Tragsystem ...	804
5.7	Berechnungsgrundsätze für gemischte (kombinierte) Stahlspundwände	805
6	Berechnung der Spundwandverankerungen und Zubehörteile	807
6.1	Untersuchung der Verankerungssicherheit in der tiefen Gleitfuge und der Sicherheit gegen Aufbruch des Verankerungsbodens	807
6.2	Berechnung und Gestaltung der Ankerwände und Ankerplatten ..	808
6.3	Berechnung und Gestaltung der Anker und Gelenke sowie der Gurte und Holme aus Stahl und aus Stahlbeton	809

6.4	Berechnung und Ausbildung von Ankerpfählen	817
6.5	Berechnung und Ausbildung der gelenkigen und der eingespannten Auflagerung von Ufermauerüberbauten auf Stahlspundwänden ...	824
7	Weitere Konstruktionsangaben	825
7.1	Wahl der Rammtiefe, der Spundwandneigung, des Spundwandprofils und des Spundwandbaustoffs	825
7.2	Spundwände aus Stahl	826
7.3	Spundwände aus anderen Baustoffen	829
7.4	Sonstiges	829
7.5	Lotrechte Belastbarkeit von Spundwänden	829
8	Kennzeichnende Ausführungen von Uferwänden in Stahlspundwandbauweise	831
8.1	Allgemeines	831
8.2	Neubau von Uferwänden	833
8.3	Sicherung und Vertiefung vorhandener Uferwände	839
9	Korrosion und Korrosionsschutz	848
9.1	Allgemeine Ausführungen	848
9.2	Korrosionserwartung von Stahlspundwänden	849
9.3	Korrosionsschutz von Stahlspundwänden	850
10	Literatur	852
	Stichwortverzeichnis	863