

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Vorwort | V |
| Autoren-Kurzbiografien | XIX |
| Verzeichnis der Autoren | XXVII |

3.1 Flachgründungen

Norbert Vogt

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Begriffe | 1 |
| 2 | Entwurfsgrundlagen | 2 |
| 3 | Einzelfundamente | 4 |
| 3.1 | Allgemeine Planung | 4 |
| 3.2 | Geotechnische Nachweise | 16 |
| 3.3 | Konstruktive Hinweise | 52 |
| 4 | Flächengründungen | 54 |
| 4.1 | Allgemeines | 54 |
| 4.2 | Vertikale Interaktion | 55 |
| 4.3 | Horizontale Interaktion | 71 |
| 5 | Membrangründungen (Tankgründungen) | 71 |
| 6 | Zugfundamente | 71 |
| 7 | Literatur, Programme, Deutsche geotechnische Normen (DIN) | 72 |
| 7.1 | Literatur | 72 |
| 7.2 | Programme | 77 |
| 7.3 | Deutsche geotechnische Normen (Stand 2016) | 78 |

3.2 Pfahlgründungen

Hans-Georg Kempfert und Christian Moormann

| | | |
|-----|---|-----|
| 1 | Einleitung | 79 |
| 1.1 | Anwendungsbereich | 79 |
| 1.2 | Maßgebliche Normen und Empfehlungen | 80 |
| 1.3 | Voruntersuchungen bei Pfahlgründungen | 81 |
| 1.4 | Begriffe | 81 |
| 2 | Pfahlarten und Ausführungsformen | 84 |
| 2.1 | Einordnung der Pfahlsysteme | 84 |
| 2.2 | Verdrängungspfähle | 86 |
| 2.3 | Bohrpfähle | 101 |
| 2.4 | Mikropfähle | 114 |

| | | |
|------|---|-----|
| 2.5 | Maßnahmen zur Erhöhung der Pfahlwiderstände | 120 |
| 2.6 | Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle | 123 |
| 3 | Axiales Pfahltragverhalten | 124 |
| 3.1 | Allgemeines | 124 |
| 3.2 | Hinweise zum Bruchwert des Spitzendrucks | 126 |
| 3.3 | Allgemeine Verfahrensübersicht zur Ermittlung von Pfahlwiderständen aus der Literatur | 128 |
| 3.4 | Verfahren mit effektiven Spannungen | 129 |
| 3.5 | Verfahren mit totalen Spannungen aus Labor- und Feldversuchen | 132 |
| 3.6 | Empirische Verfahren auf der Grundlage von Sondierergebnissen ohne Berücksichtigung von Spannungszuständen | 135 |
| 3.7 | Empirische und halbempirische Verfahren auf der Grundlage von Drucksondierergebnissen mit Berücksichtigung von Spannungszuständen | 147 |
| 3.8 | Ermittlung der Tragfähigkeit von offenen Stahlrohrpfählen unter Berücksichtigung der Pfropfenbildung | 158 |
| 3.9 | Berechnung axialer Pfahlwiderstände mit numerischen Verfahren | 162 |
| 3.10 | Veränderung der Pfahltragfähigkeit mit der Zeit | 162 |
| 3.11 | Einfluss der Einbringart auf die Tragfähigkeit von Verdrängungspfählen | 169 |
| 3.12 | Pfahlwiderstände bei Mantel- und Fußverpressungen | 171 |
| 3.13 | Pfahlwiderstände bei Fels und felsähnlichen Böden | 174 |
| 3.14 | Ermittlung von axialen Pfahlwiderständen aus Probelastungen | 175 |
| 4 | Pfahltragverhalten quer zur Pfahlachse und infolge Momenteneinwirkungen | 175 |
| 4.1 | Allgemeines | 175 |
| 4.2 | Pfahlprobelastungen quer zur Pfahlachse | 179 |
| 4.3 | Querwiderstände bei kurzen starren Pfählen | 180 |
| 4.4 | Bettungswiderstände bei biegeweichen Pfählen | 181 |
| 4.5 | Vorgehensweise nach dem p-y-Verfahren | 184 |
| 5 | Hinweise und Erläuterungen zu den Nachweisen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit bei Einzelpfählen | 189 |
| 5.1 | Allgemeines | 189 |
| 5.2 | Einwirkungen, Bemessungssituationen und Grenzzustandsgleichungen | 190 |
| 5.3 | Bemessungswiderstände axial belasteter Pfähle | 191 |
| 5.4 | Bestimmung charakteristischer axialer Pfahlwiderstände aus Ergebnissen statischer Probelastungen | 192 |
| 5.5 | Bestimmung charakteristischer axialer Pfahlwiderstände aus Ergebnissen dynamischer Probelastungen | 198 |
| 5.6 | Bestimmung charakteristischer axialer Pfahlwiderstände aus Ergebnissen von Baugrunduntersuchungen | 202 |
| 5.7 | Weitere Hinweise zu Nachweisen der Tragfähigkeit von Pfählen | 208 |
| 5.8 | Nachweis der Gebrauchstauglichkeit | 211 |
| 6 | Einwirkungen auf Pfähle aus dem Baugrund | 212 |
| 6.1 | Negative Mantelreibung | 212 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 6.2 | Seitendruck | 221 |
| 6.3 | Zusatzbeanspruchung von Schrägpfählen aus Baugrundverformung | 231 |
| 6.4 | Gründungspfähle in Böschungen und an Geländesprüngen | 232 |
| 7 | Simulation des Trag- und Verformungsverhaltens von Pfählen mit numerischen Verfahren | 232 |
| 7.1 | Allgemeines | 232 |
| 7.2 | Geometrische Modellierung | 234 |
| 7.3 | Stoffliche Modellierung | 236 |
| 7.4 | Simulation von Herstellungsvorgängen bzw. -einflüssen | 238 |
| 7.5 | Zusammenfassende Bewertung | 242 |
| 8 | Pfahlgruppen und Kombinierte Pfahl-Plattengründungen (KPP) | 243 |
| 8.1 | Einleitung | 243 |
| 8.2 | Druckpfahlgruppen | 244 |
| 8.3 | Zugpfahlgruppen | 256 |
| 8.4 | Querwiderstände bei Pfahlgruppen | 258 |
| 8.5 | Kombinierte Pfahl-Plattengründung (KPP) | 259 |
| 9 | Pfahlgründungen unter nicht ruhenden Einwirkungen | 282 |
| 9.1 | Allgemeines | 282 |
| 9.2 | Definition zu Einwirkungen und Widerständen bei zyklisch belasteten Pfählen | 283 |
| 9.3 | Pfahlverhalten bei zyklisch axialen Einwirkungen | 286 |
| 9.4 | Pfahlverhalten bei zyklisch quer zur Achse wirkenden Einwirkungen ... | 302 |
| 9.5 | Nachweise bei zyklisch belasteten Pfählen | 304 |
| 9.6 | Pfahlverhalten bei dynamischen Einwirkungen | 305 |
| 9.7 | Pfahlverhalten bei stoßartigen Einwirkungen | 305 |
| 10 | Literatur | 306 |

3.3 Spundwände

Jürgen Grabe, Hans-Uwe Kalle und Karl Morgen

| | | |
|-----|---|-----|
| 1 | Spundwandbauwerke | 325 |
| 1.1 | Allgemeines | 325 |
| 1.2 | Baustoffe für Spundwandbauwerke | 326 |
| 2 | Regelwerke zu Spundwandbauwerken | 327 |
| 2.1 | Spundwandkonstruktionen, DIN EN 12063 | 327 |
| 2.2 | DIN EN 10248 und DIN EN 10249, Warmgewalzte und kaltgeformte Spundbohlen | 328 |
| 2.3 | DIN EN 1993-5, Pfähle und Spundwände | 328 |
| 2.4 | Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ | 328 |
| 2.5 | Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, EAB, 5. Auflage | 329 |
| 2.6 | Sonstige Vorschriften und Handbücher | 329 |
| 3 | Spundwandprofile, Stahlsorten | 329 |
| 3.1 | Spundwandprofile | 329 |
| 3.2 | Stahlsorten | 332 |
| 3.3 | Gütevorschriften für Spundwandstähle | 333 |

| | | |
|------|--|-----|
| 4 | Grundlagen der Spundwandnachweise | 334 |
| 4.1 | Sicherheitskonzept | 334 |
| 4.2 | Grenzzustände | 340 |
| 4.3 | Geotechnische Kategorien | 340 |
| 5 | Berechnung von Spundwandbauwerken | 341 |
| 5.1 | Allgemeine Hinweise | 341 |
| 5.2 | Nachweis von Spundwänden nach den Empfehlungen der EAU | 341 |
| 5.3 | Sonderfälle der Spundwandberechnung | 359 |
| 5.4 | Bauteilnachweis „Stahlspundwand“ | 361 |
| 5.5 | Dichtigkeit von Spundwandkonstruktionen | 365 |
| 6 | Verankerung von Spundwandbauwerken | 371 |
| 6.1 | Allgemeines | 371 |
| 6.2 | Nachweis der äußeren Tragfähigkeit | 371 |
| 6.3 | Nachweise der inneren Tragfähigkeit | 374 |
| 6.4 | Ankerwände und -platten sowie Ankeranschlüsse | 382 |
| 6.5 | Anschlüsse von Ankerpfählen | 387 |
| 6.6 | Holmausbildungen | 392 |
| 7 | Empfehlungen zu Konstruktion und Bauausführung | 394 |
| 7.1 | Rammtiefe | 394 |
| 7.2 | Spundwandneigung | 395 |
| 7.3 | Profil und Baustoff | 395 |
| 7.4 | Stahlsorte | 395 |
| 7.5 | Hinweise zu Wellenspundwänden | 396 |
| 7.6 | Hinweis zu kombinierten Spundwänden | 397 |
| 7.7 | Gepanzerte Spundwände | 398 |
| 7.8 | Einbringen von Spundbohlen und Toleranzen | 398 |
| 7.9 | Lotrechte Belastbarkeit von Spundwänden | 399 |
| 8 | Korrosion und Korrosionsschutz | 399 |
| 8.1 | Allgemeines | 399 |
| 8.2 | Korrosionserwartung bei Stahlspundwänden | 400 |
| 8.3 | Korrosionsschutz von Stahlspundwänden | 400 |
| 9 | Ausführungsbeispiele von Uferwänden in Stahlspundwandbauweise | 403 |
| 9.1 | Allgemeines | 403 |
| 9.2 | Containerkaje Bremerhaven | 404 |
| 9.3 | Containerterminal Altenwerder, Hamburg | 406 |
| 9.4 | Seehafen Rostock, Pier II | 406 |
| 9.5 | Hafenbecken C, Duisburg-Ruhrort | 409 |
| 9.6 | Containerterminal Burchardkai, Hamburg | 409 |
| 9.7 | Holz- und Fabrikenhafen, Bremen | 412 |
| 9.8 | Seehafen Wismar, Liegeplätze 13 bis 15 | 412 |
| 9.9 | Schleusenkammer, Brunsbüttel | 414 |
| 9.10 | Offshore-Terminal, Rotterdam | 415 |
| 10 | Literatur, Technische Sammelveröffentlichungen | 418 |

3.4 Gründung von Offshore-Bauwerken

Kerstin Lesny und Jacob Gerrit de Gijt

| | | |
|-----|---|-----|
| 1 | Grundlagen und Randbedingungen | 421 |
| 1.1 | Ausgangssituation | 421 |
| 1.2 | Spezifische Planungsunterlagen | 425 |
| 2 | Einheiten und Geräte | 429 |
| 2.1 | Übersicht | 429 |
| 2.2 | Hubinseln und Errichterschiffe | 430 |
| 2.3 | Spezialschiffe | 434 |
| 2.4 | Krane und Rammeinheiten | 436 |
| 3 | Baugrunderkundungen auf See | 437 |
| 3.1 | Allgemeines | 437 |
| 3.2 | Geologische Erkundung | 438 |
| 3.3 | Geotechnische Erkundung | 441 |
| 4 | Schwimmkastengründungen | 443 |
| 4.1 | Allgemeines | 443 |
| 4.2 | Vorbereitung der Meeresbodenoberfläche | 443 |
| 4.3 | Fertigung der Schwimmkästen | 444 |
| 4.4 | Seetransport | 446 |
| 4.5 | Absetzvorgang | 449 |
| 4.6 | Beispiele für den Einsatz von Schwimmkästen | 449 |
| 5 | Senkkastengründungen | 460 |
| 6 | Pfahlgründungen | 464 |
| 6.1 | Allgemeines | 464 |
| 6.2 | Monopiles | 464 |
| 6.3 | Aufgelöste Tragstrukturen | 466 |
| 6.4 | Pfahlroste und kombinierte Gründungen | 469 |
| 7 | Saugrohrgründungen | 471 |
| 7.1 | Allgemeines | 471 |
| 7.2 | Gründungsprinzip und -varianten | 472 |
| 7.3 | Installationsverfahren | 475 |
| 8 | Nachgiebige und schwimmende Strukturen | 479 |
| 9 | Bauliche Aspekte | 481 |
| 9.1 | Allgemeines | 481 |
| 9.2 | Kolkbildung und Kolksschutz | 481 |
| 9.3 | Korrosionsschutz | 483 |
| 9.4 | Schallschutz | 484 |
| 9.5 | Hafenanlagen für den Offshore-Betrieb | 485 |
| 10 | Literatur | 487 |

3.5 Entwurf und Bemessung von Gründungen für Offshore-Windenergieanlagen

Stavros Savidis, Thomas Richter, Fabian Kirsch und Werner Rücker

| | | |
|-----|---|-----|
| 1 | Einleitung | 493 |
| 2 | Planungsgrundlagen und Nachweismodell | 493 |
| 2.1 | Umgebungsbedingungen und allgemeine Daten | 493 |
| 2.2 | Berechnungsgrundlagen | 498 |
| 2.3 | Nachweismodell | 499 |
| 2.4 | Herstellungsbedingte Einflüsse | 507 |
| 3 | Gründungsarten | 509 |
| 3.1 | Mehrpfahlgründung (Jacket-, Tripod-, Twisted-Foundation) | 509 |
| 3.2 | Monopfahlgründungen | 517 |
| 3.3 | Schwergewichtsrundungen | 530 |
| 3.4 | Suction-Gründungen | 534 |
| 4 | Überwachung und Monitoring | 543 |
| 4.1 | Zielstellung | 543 |
| 4.2 | Aufgaben der Strukturüberwachung – Structural Health Monitoring | 543 |
| 4.3 | Grenzzustände und Zustandskenngrößen | 544 |
| 4.4 | Untersuchungen und Messungen im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfung (WKP) | 545 |
| 4.5 | Überwachung von Gründungselementen | 546 |
| 5 | Literatur | 548 |

3.6 Baugrubensicherung

Achim Hettler, Theodoros Triantafyllidis und Anton Weißenbach

| | | |
|------|--|-----|
| 1 | Grundlagen | 557 |
| 1.1 | Maßgebende Vorschriften | 557 |
| 1.2 | Geotechnische Kategorien | 561 |
| 1.3 | Bautechnische Voraussetzungen | 561 |
| 1.4 | Stützung von Baugrubenwänden | 562 |
| 1.5 | Sicherheitskonzept | 563 |
| 1.6 | Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit | 564 |
| 1.7 | Bemessungssituationen | 565 |
| 1.8 | Teilsicherheitsbeiwerte | 565 |
| 1.9 | Einwirkungen und Widerstände sowie repräsentative Werte | 568 |
| 1.10 | Bodenkenngrößen | 570 |
| 1.11 | Wahl des Berechnungsverfahrens | 575 |
| 1.12 | Ermittlung von Schnittgrößen | 575 |
| 2 | Konstruktive Maßnahmen zur Sicherung von Baugruben und Leitungsgräben | 578 |
| 2.1 | Konstruktionsarten | 578 |
| 2.2 | Nicht verbaute Baugruben und Gräben | 578 |
| 2.3 | Grabenverbau | 581 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 2.4 | Spundwandverbau | 588 |
| 2.5 | Trägerbohlwandverbau | 594 |
| 2.6 | Massive Verbauwände | 599 |
| 2.7 | Injektionswände, Frostwände | 609 |
| 2.8 | Mixed-in-Place-Wände | 610 |
| 3 | Erddruck | 611 |
| 3.1 | Allgemeines | 611 |
| 3.2 | Erdruhedruck | 612 |
| 3.3 | Wandreibungswinkel und Erddruckneigungswinkel | 614 |
| 3.4 | Größe des aktiven Erddrucks und Mindesterdruk | 617 |
| 3.5 | Verteilung des aktiven Erddrucks | 625 |
| 3.6 | Passiver Erddruck vor Spundwänden und Ortbetonwänden | 628 |
| 3.7 | Erdwiderstand vor Trägerbohlwänden und aufgelösten Pfahlwänden | 635 |
| 4 | Nicht gestützte, im Boden eingespannte Baugrubenwände | 639 |
| 4.1 | Einspannung im Untergrund | 639 |
| 4.2 | Lastansätze und Bodenreaktionen | 644 |
| 4.3 | Ermittlung von Einbindetiefen und Schnittgrößen | 648 |
| 4.4 | Ermittlung von Verschiebungen | 651 |
| 5 | Einmal gestützte Baugrubenwände | 655 |
| 5.1 | Lastbilder | 655 |
| 5.2 | Ermittlung von Einbindetiefen und Schnittgrößen bei freier Auflagerung im Boden | 656 |
| 5.3 | Ermittlung von Einbindetiefen und Schnittgrößen bei beliebiger Fußauflagerung | 659 |
| 6 | Mehrmals gestützte Baugrubenwände | 663 |
| 6.1 | Lastbilder für zweimal gestützte Baugrubenwände | 663 |
| 6.2 | Lastbilder für dreimal oder öfter gestützte Baugrubenwände | 664 |
| 6.3 | Ermittlung von Einbindetiefen und Schnittgrößen | 666 |
| 6.4 | Lastbilder und Schnittgrößen in den Rückbaurzuständen | 671 |
| 7 | Bettungsmodulverfahren | 672 |
| 7.1 | Grundlagen | 672 |
| 7.2 | Bilinearer Ansatz und Ermittlung des zugehörigen Bettungsmoduls | 675 |
| 7.3 | Durchgängig nichtlineare Bettungsansätze | 680 |
| 7.4 | Einfluss des Grundwassers auf den Bettungsmodul | 682 |
| 7.5 | Gestützte Wände | 683 |
| 7.6 | Nachweis der Einbindetiefe | 684 |
| 8 | Finite-Elemente-Methode | 686 |
| 8.1 | Einführung | 686 |
| 8.2 | Vorgaben aus Regelwerken | 689 |
| 8.3 | Einschlägige Veröffentlichungen | 690 |
| 8.4 | Vorschläge zur Anwendung | 693 |
| 9 | Gleichgewichtsbedingungen | 701 |
| 9.1 | Gleichgewicht der waagerechten Kräfte bei Trägerbohlwänden | 701 |
| 9.2 | Nachweis der Vertikalkomponente des mobilisierten Erdwiderstands | 706 |
| 9.3 | Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund | 712 |
| 9.4 | Sicherheit gegen Aufbruch der Baugrubensohle | 717 |

| | | |
|------|---|-----|
| 9.5 | Sicherheit gegen Geländebruch | 721 |
| 10 | Nachweis der Gebrauchstauglichkeit | 722 |
| 10.1 | Anwendung der EAB | 722 |
| 10.2 | Herstellbedingte Verformungen | 726 |
| 11 | Verankerte Baugrubenwände | 736 |
| 11.1 | Verankerungskonstruktionen | 736 |
| 11.2 | Berechnung | 738 |
| 11.3 | Nachweis der Gesamtstandsicherheit | 738 |
| 11.4 | Nachweis der Gebrauchstauglichkeit | 743 |
| 12 | Bewegungsarme Baugrubenwände neben Bauwerken | 744 |
| 12.1 | Konstruktion | 744 |
| 12.2 | Berechnung | 747 |
| 13 | Baugruben im Wasser | 751 |
| 13.1 | Großflächig abgesenktes Grundwasser | 751 |
| 13.2 | Hydraulischer Grundbruch | 752 |
| 13.3 | Erd- und Wasserdruck bei umströmten Wänden | 757 |
| 13.4 | Grundwasserschonende Bauweisen | 757 |
| 13.5 | Hinweise zur 5. Auflage der EAB | 762 |
| 14 | Baugruben in weichen Böden | 763 |
| 14.1 | Allgemeines | 763 |
| 14.2 | Verbaukonstruktionen | 764 |
| 14.3 | Bauvorgang | 766 |
| 14.4 | Scherfestigkeit | 769 |
| 14.5 | Angaben zur Berechnung | 771 |
| 14.6 | Wasserhaltungsmaßnahmen | 774 |
| 15 | Baugruben in felsartigen Böden | 775 |
| 16 | Untersuchung besonderer Baugrubenkonstruktionen | 778 |
| 16.1 | Baugruben mit besonders großen Abmessungen | 778 |
| 16.2 | Baugruben mit besonderem Grundriss | 781 |
| 16.3 | Baugruben mit unregelmäßigem Querschnitt | 789 |
| 16.4 | Zur Baugrubensohle abgestützte Baugrubenwände | 794 |
| 17 | Baugruben bei Erdbebenbeanspruchungen | 796 |
| 18 | Bemessung der Einzelteile | 798 |
| 18.1 | Bohlen, Brusthölzer und Gurte aus Holz | 798 |
| 18.2 | Bohlträger, Spundbohlen und Kanaldielen aus Stahl | 800 |
| 18.3 | Gurte, Auswehlungen und Verbandstäbe aus Stahl | 802 |
| 18.4 | Steifen | 803 |
| 18.5 | Verbauteile aus Beton und Stahlbeton | 805 |
| 18.6 | Erdanker und Zugpfähle | 807 |
| 18.7 | Verbände, Anschlüsse und Verbindungsmittel | 811 |
| 19 | Literatur | 812 |

3.7 Pfahlwände, Schlitzwände, Dichtwände

Hans-Gerd Haugwitz und Matthias Pulsfort

| | | |
|------|---|-----|
| 1 | Pfahlwände | 823 |
| 1.1 | Anwendungsbereich | 823 |
| 1.2 | Vorteile | 824 |
| 1.3 | Nachteile | 825 |
| 1.4 | Vorschriften, Richtlinien und Empfehlungen | 825 |
| 1.5 | Zweck und Wandarten | 826 |
| 1.6 | Herstellung | 828 |
| 1.7 | Qualitätssicherung | 832 |
| 2 | Schlitzwände | 833 |
| 2.1 | Anwendungsbereich | 833 |
| 2.2 | Vorteile | 834 |
| 2.3 | Nachteile | 834 |
| 2.4 | Vorschriften, Richtlinien und Empfehlungen | 835 |
| 2.5 | Zweck | 835 |
| 2.6 | Wandarten | 835 |
| 2.7 | Herstellung | 841 |
| 2.8 | Baustoffe | 854 |
| 2.9 | Eigenschaften | 855 |
| 2.10 | Qualitätssicherung | 857 |
| 3 | Mixed-in-Place-Wände | 857 |
| 3.1 | Anwendungsbereich | 857 |
| 3.2 | Vorteile | 860 |
| 3.3 | Nachteile | 860 |
| 3.4 | Vorschriften, Richtlinien und Empfehlungen | 861 |
| 3.5 | Wandarten | 861 |
| 3.6 | Art des Lösen und Durchmischen des Bodens | 862 |
| 3.7 | Herstellung | 869 |
| 3.8 | Baustoffe | 875 |
| 3.9 | Eigenschaften | 876 |
| 3.10 | Entwurf und Bemessung von verfestigten Bodenkörpern | 877 |
| 3.11 | Qualitätssicherung | 878 |
| 4 | Schmalwände | 879 |
| 4.1 | Anwendungsbereich | 879 |
| 4.2 | Vorteile | 879 |
| 4.3 | Nachteile | 880 |
| 4.4 | Vorschriften und Empfehlungen | 880 |
| 4.5 | Zweck und Wandarten | 880 |
| 4.6 | Herstellung der Rüttel-Schmalwand | 881 |
| 4.7 | Baustoffe | 882 |
| 4.8 | Eigenschaften | 882 |
| 4.9 | Qualitätssicherung | 882 |
| 5 | Die Flüssigkeitsstützung von Erdwänden | 883 |
| 5.1 | Stützflüssigkeiten | 883 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 5.2 | Stützkraft einer Flüssigkeit und Standsicherheitsnachweise | 884 |
| 5.3 | Mechanismen der Übertragung der Flüssigkeitsdruckdifferenz auf das Korngerüst | 885 |
| 5.4 | Nachweis der „inneren“ Standsicherheit | 888 |
| 5.5 | Nachweis der „äußeren“ Standsicherheit | 892 |
| 5.6 | Bauliche Anlagen neben suspensionsgestützten Erdwänden | 897 |
| 6 | Wasserdichtigkeit von massiven Stützwänden | 898 |
| 6.1 | Anforderungen | 898 |
| 6.2 | Nachweis der Dichtigkeit | 900 |
| 6.3 | Ausführung und Auswertung eines Pumpversuchs | 901 |
| 7 | Literatur | 903 |

3.8 Senkkästen *Peter Kudella*

| | | |
|-----|--|-----|
| 1 | Allgemeines | 909 |
| 1.1 | Begriffe | 909 |
| 1.2 | Anwendungsgebiete | 910 |
| 1.3 | Technische Entwicklung | 912 |
| 1.4 | Auswahlkriterien | 913 |
| 1.5 | Einstufung und Voruntersuchungen | 915 |
| 1.6 | Beeinflussung der Nachbarbebauung | 915 |
| 2 | Bauliche Durchbildung und Ausrüstung | 916 |
| 2.1 | Material und Formgebung | 916 |
| 2.2 | Einzelne Konstruktionselemente | 918 |
| 3 | Herstellung | 924 |
| 3.1 | Bauhilfen bei Absenkbeginn an Land | 924 |
| 3.2 | Bauhilfen bei Absenkbeginn im Wasser | 928 |
| 3.3 | Absenkvorgang | 931 |
| 3.4 | Druckluftbetrieb | 937 |
| 3.5 | Automatisierung | 938 |
| 3.6 | Verbindungsflächen | 940 |
| 4 | Berechnung | 940 |
| 4.1 | Allgemeines | 940 |
| 4.2 | Berechnungsannahmen | 941 |
| 4.3 | Absenkberechnungen | 948 |
| 4.4 | Bauteilbemessung | 950 |
| 4.5 | Numerische Berechnungen | 952 |
| 5 | Beispiele | 953 |
| 5.1 | Veröffentlichte Beispiele | 953 |
| 5.2 | Ausgewählte neuere Beispiele | 954 |
| 6 | Literatur | 967 |

3.9 Gründungen in Bergbaugebieten*Dietmar Placzek*

| | | |
|-----|--|------|
| 1 | Einleitung | 971 |
| 2 | Bodenbewegungen | 974 |
| 2.1 | Bodenbewegungen bei untertägigen Abbauen | 974 |
| 2.2 | Bodenbewegungen bei Tagebauen | 979 |
| 3 | Einfluss der Bewegungsvorgänge auf die Gründung der Bauwerke | 980 |
| 4 | Bauliche Maßnahmen bei untertägigen Abbauen in größerer Teufe | 984 |
| 4.1 | Arten der Sicherung | 984 |
| 4.2 | Grundsätzliches zur Anordnung und Ausbildung der Bauwerke | 985 |
| 4.3 | Tragfähigkeit und Gebrauchsfähigkeit bei Einwirkungen des Bergbaus | 986 |
| 4.4 | Maßnahmen gegen Schieflagen | 986 |
| 4.5 | Maßnahmen gegen Krümmungen | 987 |
| 4.6 | Maßnahmen gegen Längungen (Zerrungen) | 991 |
| 4.7 | Maßnahmen gegen Kürzungen (Pressungen) | 992 |
| 4.8 | Maßnahmen bei konzentrierten Bodenbewegungen | 995 |
| 5 | Bauliche Maßnahmen bei tagesnahen untertägigen Abbauen | 995 |
| 5.1 | Arten der Sicherung | 995 |
| 5.2 | Sicherung der Bauwerke | 996 |
| 5.3 | Stabilisierung des Untergrunds durch Einpressungen | 998 |
| 5.4 | Stabilisierung des Untergrunds durch Einbau von Bewehrung | 1000 |
| 6 | Maßnahmen bei Tunneln | 1002 |
| 6.1 | Allgemeines | 1002 |
| 6.2 | Ausführungsmöglichkeiten | 1002 |
| 7 | Maßnahmen bei vorhandener Bebauung | 1004 |
| 7.1 | Vorbemerkung | 1004 |
| 7.2 | Maßnahmen gegen Senkungen | 1004 |
| 7.3 | Maßnahmen gegen überwiegend vertikale, ungleichmäßige Bodenbewegungen | 1005 |
| 7.4 | Maßnahmen gegen überwiegend horizontale Bodenbewegungen | 1006 |
| 8 | Folgewirkungen stillgelegten Bergbaus | 1007 |
| 8.1 | Untertägiger Bergbau | 1007 |
| 8.2 | Tagebau | 1009 |
| 9 | Pseudobergschäden | 1013 |
| 9.1 | Vorbemerkung | 1013 |
| 9.2 | Geländesenkungen durch Grundwasserspiegelabsenkung | 1013 |
| 9.3 | Geländesenkungen durch Trocknung (Schwinden) | 1014 |
| 9.4 | Geländesenkungen infolge chemischer und/oder biologischer Zersetzung (Schrumpfen) | 1014 |
| 9.5 | Geländesenkungen infolge Bewuchses (meteorologische und vegetative Ursachen) | 1015 |
| 10 | Literatur | 1016 |

3.10 Stützbauwerke und konstruktive Hangsicherungen*Heinz Brandl*

| | | |
|-----|---|------|
| 1 | Einleitung | 1019 |
| 2 | Entwurfs- und Dimensionierungsmethoden | 1021 |
| 2.1 | Allgemeines | 1021 |
| 2.2 | Konventionelle Methode | 1021 |
| 2.3 | Semi-empirische Methode | 1023 |
| 3 | Stützwände | 1025 |
| 3.1 | Pfahlwände | 1025 |
| 3.2 | Brunnenwände | 1048 |
| 3.3 | Schlitzwände | 1053 |
| 3.4 | Düsenstrahlwände | 1056 |
| 3.5 | Rippenwände | 1059 |
| 3.6 | Ankerwände („Elementwände“) | 1061 |
| 3.7 | Futtermauern | 1069 |
| 4 | Stützmauern nach dem Verbundprinzip (stützmauerartige Verbundkonstruktionen) | 1073 |
| 4.1 | Allgemeines | 1073 |
| 4.2 | Raumgitter-Stützmauern | 1076 |
| 4.3 | In sich verankerte Mauern | 1091 |
| 4.4 | Bewehrte Erde | 1097 |
| 4.5 | Geokunststoffbewehrte Stützkonstruktionen | 1108 |
| 4.6 | Stützmauern aus Gabionen | 1125 |
| 4.7 | Stützbauwerke aus verfestigtem oder verpacktem Boden | 1128 |
| 5 | Bodenvernagelungen und Bodenverdübelungen | 1129 |
| 5.1 | Nagelwände | 1129 |
| 5.2 | Injektionsvernagelungen, Injektionsverdübelungen | 1138 |
| 5.3 | Stabwände | 1143 |
| 5.4 | Dübelwände, Hangverdübelungen | 1147 |
| 6 | Aufgelöste Stützkonstruktionen | 1165 |
| 7 | Sonstige Stützkonstruktionen | 1168 |
| 7.1 | Sonderformen, Kombinationen | 1168 |
| 7.2 | Galerien | 1170 |
| 7.3 | Sicherung von Hangbrücken | 1170 |
| 8 | Begleitende Maßnahmen | 1178 |
| 8.1 | Bermen | 1178 |
| 8.2 | Entwässerungen | 1179 |
| 8.3 | Kontrollmessungen | 1180 |
| 9 | Literatur | 1181 |
| | Stichwortverzeichnis | 1187 |
| | Inserentenverzeichnis | 1215 |