

Handbuch des Spezialtiefbaus

Geräte und Verfahren

von

Dipl.-Ing. Heinrich-Otto Buja

Werner Verlag

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A Historischer Rückblick auf Anfänge und Entwicklung des Spezialtiefbaus	1
1 Allgemeines	1
2 Kurze Chronik der Bohr- und Gründungstechnik	1
3 Bohrungen und Gründungen	3
3.1 Holzpfahlgründungen	3
3.2 Ortbeton-Rammpfähle	6
3.3 Brunnen- und Bohrpfahlgründungen	6
3.3.1 Allgemeines	6
3.3.2 Brunnengründungen	6
3.3.3 Bohrpfahlgründungen	8
3.3.4 Gerätetechnische Entwicklung	8
4 Injektionen	13
4.1 Feststoffinjektionen	13
4.2 Chemische Injektionen	13
5 Verbau- und Ankertechnik	14
5.1 Verbautechnik	14
5.2 Ankertechnik	17
6 Entwicklung im Rohrvortrieb	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Vortriebsmethoden	18
7 Entwicklung in der Baugrundverbesserung	20
8 Schlußbetrachtung	21
B Tiefgründungen	22
1 Allgemeines	22
2 Bohrpfähle nach DIN 4014	23
2.1 Allgemeines	23
2.2 Begriffsbestimmung	23
2.3 Die wesentlichen Regeln der DIN 4014	24
2.4 Mitgeltende Normen	26
2.5 Allgemeine Konstruktionsgrundlagen	26
2.5.1 Pfahlanordnungsregeln	26
2.5.2 Mögliche Pfahlbelastungen	26
2.5.3 Pfahlarten nach Lastabtragung	27
2.5.4 Mantelreibung	27
2.5.5 Negative Mantelreibung	28
2.5.6 Spitzenwiderstand	28
2.5.7 Horizontale Belastung von Pfählen	29
2.5.8 Stehende Pfahlgründung	29
2.5.9 Schwebende Pfahlgründung	30
2.5.10 Zugpfähle	30
2.5.11 Bemessung von Pfahlgründungen	30
2.6 Herstellung der Bohrpfähle	31
2.6.1 Vorbereitende Maßnahmen	31
2.6.2 Schlagendes Bohren	33
2.6.2.1 Gerätekomponenten für das schlagende Bohren	33
● Raupenseilbagger als Geräteträger	33
● Verrohrungseinrichtungen	39
● Bohrröhre	50
● Bohrwerkzeuge für das schlagende Bohren	56
2.6.2.2 Bohrsysteme für das schlagende Bohren	70
● Verrohrtes Bohren mit statischer Auflast	70
● Verrohrtes Bohren mit hydraulischer Verrohrungsmaschine	71
● Bohren bei eingeschränkter Arbeitshöhe	75
● Bohrpfähle – unverrohrt	76

	● Bohrpfähle nach dem HW-Verfahren	78
	● Einbringen der Verrohrung im Rüttelverfahren	80
	● Spülbohrverfahren mit Teilverrohrung	80
2.6.3	Drehendes Bohren	82
2.6.3.1	Systeme	82
2.6.3.2	Gerätekomponenten	83
	● Grundgeräte	84
	● Bohrgerätemast mit Rollenkopf und Abstützung	87
	● Kellystangen und Adapter	89
	● Drehantriebe	92
	● Winden	95
	● Verrohrungseinrichtungen	96
	● Werkzeuge und Zubehör	100
2.6.3.3	Beschreibung der Herstellverfahren	131
	● Allgemeines	131
	● Vorbereitungen	131
	● Kelly-Drehbohren mit Primärverrohrung	131
	● Kelly-Drehbohren mit externer Verrohrung	133
	● Kelly-Drehbohren – unverrohrt	134
	● Drehbohren mit Endlosbohrschnecke	135
	● Drehbohren mit Verdrängungsbohrschnecke	138
	● Drehbohren im VdW-Verfahren	142
	● Spülbohrverfahren	145
	● Pfahlfußverbreiterungen	152
	● Mantel- und Pfahlfußverpressungen	156
3	Verdrängungspfähle nach DIN 4026	159
3.1	Definition und Geltungsbereich	159
3.2	Die wesentlichen Regeln der DIN 4026	159
3.3	Herstellung der Verdrängungspfähle	164
3.3.1	Vorbereitende Maßnahmen	164
3.3.2	Gerätekomponenten	164
3.3.2.1	Allgemeines	164
3.3.2.2	Bohr- und Rammgerüste	164
3.3.2.3	Schlag-, Zieh- und Drehgeräte	172
	● Freifallrammen	172
	● Explosions-Rammbäre	172
	● Hydraulik-Rammbäre	175
	● Dampf-Rammbäre	182
	● Vibrations-Rammen	183
	● Schlaghauben und Schlagplatten	189
	● Drehantriebe	192
	● Rohrzieheinrichtungen	193
	● Einpreßvorrichtungen	194
3.3.3	Fertig-Rammpfähle	195
3.3.3.1	Allgemeines	195
3.3.3.2	Holz-Rammpfähle	197
3.3.3.3	Stahlbeton-Fertigrammpfähle	198
3.3.3.4	Stahl-Rammpfähle	202
3.3.3.5	Ortbeton-Verdrängungspfähle	204
	● Allgemeines	204
	● Ortbeton-Rammpfähle	204
	● Verdrängungs-Bohrpfähle	211
	● Verpreßte Verdrängungspfähle	218
	● Sicherheitstechnische Hinweise	222
4	Verpreßpfähle nach DIN 4128	223
4.1	Definition und Geltungsbereich	223
4.2	Gerätekomponenten	223
4.2.1	Bohrgeräte	224
4.2.2	Verpreßgeräte	225
4.2.3	Bohrrohre und Bohrgestänge	227
4.2.4	Bohrwerkzeuge und Bohrkronen	227
4.2.5	Kraftdrehköpfe und Bohrhämmer	229

4.2.6	Pfahlherstellung	231
4.2.6.1	Ortbetonpfahl (Wurzelpfahl)	231
4.2.6.2	Verbundpfahl	232
4.2.6.3	Verbundpfahl als Mehrfach-Verpreßpfahl	232
4.2.6.4	Pfahlssysteme	233
5	Schotterpfähle	239
5.1	Allgemeines	239
5.2	Gerätekomponenten	239
5.2.1	Trägergeräte	239
5.2.2	Radlader	240
5.2.3	Meß-, Kontroll- und Erfassungseinrichtungen	241
5.2.4	Schleusenrüttler	242
5.2.5	Energie- und Hilfsgeräte	242
5.2.6	Arbeitsvorbereitung	243
5.2.7	Tragfähigkeit von Rüttelstopfsäulen	244
5.2.8	Herstellungsverfahren	245
5.2.8.1	Rüttelstopfsäulen – unvermörtelt	245
5.2.8.2	Rüttelstopfsäulen – vermörtelt	247
5.2.8.3	Betonrüttelsäulen	248
6	Hochdruck-Injektions-Pfähle (HDI)	249
6.1	Allgemeines	249
6.2	Gerätekomponenten	250
6.3	Beschreibung des Herstellverfahrens	252
6.4	Bemessung und Anwendung	253
7	Brunnen Gründungen und offene Senkkastengründungen	254
7.1	Allgemeines	254
7.2	Konstruktion	257
7.3	Absenkvorgang	259
7.3.1	Handschachtung	259
7.3.2	Baggerschachtung	259
7.3.3	Hydromechanischer Aushub	260
7.3.4	Betonieren, Verfüllen und sonstiges	260
8	Druckluftgründungen	262
8.1	Allgemeines	262
8.2	Anwendungsbereiche	263
8.3	Bauteile	263
8.4	Absenkung	267
8.5	Wiedergewinnbare Arbeitskammern	267
C	Baugrubenverbau	269
1	Allgemeines	269
2	Normung	270
2.1	Allgemeines	270
2.2	Geltungsbereich der DIN 4124	271
3	Normverbau	271
4	Allgemeiner Baugrubenverbau	271
4.1	Verbauarten	271
4.2	Trägerbohlwände	273
4.2.1	Allgemeines	273
4.2.2	Bohlträger	273
4.2.3	Bohlträgereinbau	275
4.2.4	Trägerfußausbildung	276
4.2.5	Ausfachung	277
4.2.5.1	Holzausfachung	277
4.2.5.2	Ausfachung mit Stahlbetonbohlen	278
4.2.5.3	Ausfachung mit Kanaldielen oder Leichtprofilen	278
4.2.5.4	Ortbeton- und Spritzbetonausfachung	279
4.2.5.5	Ausfachung mit Stahl-Verbauplatten	280
4.2.6	Bohlträger-Verbausysteme	281
4.2.7	Gurte und Konsolen	281

4.2.8	Steifen	282
4.2.9	Gerätekomponenten	285
4.2.9.1	Allgemeines	285
4.2.9.2	Drehbohrgeräte	285
4.2.9.3	Greiferbohranlagen	285
4.2.9.4	Seilbagger	285
4.2.9.5	Ramm- und Vibrationsgeräte	286
4.2.9.6	Ziehgeräte	286
4.2.9.7	Ankergeräte	287
4.2.9.8	Spritzbetoneinrichtungen	287
	• Naßspritzverfahren	288
	• Trockenspritzverfahren	291
	• Spritzdüsen	294
	• Beschickungseinrichtungen	295
	• Spritzmanipulator	296
	• Prüfsysteme	297
	• Hilfsgeräte	299
4.3	Unverankerter Bohlträgerverbau	300
4.3.1	Bohlträgerverbau mit Holzausfachung	300
4.3.2	Ausfachung mit senkrechten Stahl-Kanaldielen bzw. Leichtprofilen	302
4.3.3	Bohlträgerverbau mit Kanal-Element-Ausfachung	303
4.3.4	Bohlträgerverbau mit Spritzbetonausfachung	304
4.3.5	Bohlträgerverbau mit Ortbetonausfachung	305
4.3.6	Bohlträgerverbau mit Stahlbeton-Fertigteil-Ausfachung	306
4.3.7	Bohlträgerverbau mit zusätzlicher Injektion	306
4.4	Bohlträgerverbau – ein- bis mehrfach rückverankert	307
4.4.1	Allgemeines	307
4.4.2	Verbauelemente	307
4.4.3	Verfahrenstechnik	310
4.5	Elementverbau	311
4.5.1	Geschlossener Elementverbau mit Fertigbetonplatten	311
4.5.2	Elementverbau mit aufgelösten Fertigbetonplatten	312
4.5.3	Geschlossener Elementverbau in Ortbetonausführung	312
4.5.4	Aufgelöste Elementwand in Ortbetonausführung	313
4.5.5	Essener Verbau	313
4.5.6	Allgemeines	313
4.6	Spundwandverbau	314
4.6.1	Allgemeines	314
4.6.2	Einbringen der Stahlspundwände	316
4.6.2.1	Allgemeines	316
4.6.2.2	Verfahren	316
	• Schlagendes Rammen	316
	• Vibrationsrammung	318
	• Einpreßverfahren	319
	• Einstellverfahren	319
	• Einbringhilfen	320
	• Wahl der Stahlgüte und Spundwandprofile	320
	• Niederdruckspülen	321
	• Hochdruckspülen	321
	• Lockerungsbohrungen	322
	• Vorspaltsprengungen	323
	• Grundsätzliches	324
4.6.3	Gerätekomponenten	324
4.6.3.1	Allgemeines	324
4.6.3.2	Trägergeräte	325
4.6.3.3	Ramm- und Ziehgeräte	331
	• Schlagende Rammgeräte	331
	• Vibrationsrammgeräte	333
	• Einpreßgeräte	337
4.6.3.4	Bohrgetriebe	341
4.6.3.5	Rammhauben	342
4.6.3.6	Lärm und Lärmschutzmaßnahmen	343
	• Lärm beim Rammen	343

	● Aktive Lärmschutzmaßnahmen	343
	● Passive Lärmschutzmaßnahmen	343
4.6.3.7	Hilfsgeräte	344
	● Hebe- und Transportgeräte	344
	● Anschlagmittel	344
4.6.4	Rammtechnik	346
4.6.4.1	Allgemeines	346
4.6.4.2	Vorbereitungen	347
	● Festlegen des Rammverfahrens	347
	● Auswahl des Ramm- und Trägergerätes	347
	● Aussuchen der Ramm-Mannschaft	348
	● Einsatzplanung	348
	● Geologische Verhältnisse	348
4.6.4.3	Mögliche Einflüsse auf die Rammung	349
	● Voreilen der Spundbohle	349
	● Krafteinflüsse während des Rammens	350
	● Kräfteverteilung bei Staffelmrammung	350
	● Praktische Hinweise und vorbeugende Maßnahmen	351
	● Nacheilen der Spundbohlen	358
	● Neigung der Spundbohlen senkrecht zur Rammrichtung	359
	● Deformierung der Spundbohlenköpfe	359
	● Mitziehen der Nachbarbohlen	360
4.6.5	Abdichtungen	361
4.6.6	Korrosion	362
4.6.7	Rammen unter Wasser	363
4.6.8	Paß- und Keilbohlen	364
4.7	Bohrpfahlwände	365
4.7.1	Allgemeines	365
4.7.2	Normung	366
4.7.3	Grundlagen	366
4.7.4	Gerätekomponenten	369
4.7.5	Verfahrenstechnik	370
4.7.5.1	Allgemeines	370
4.7.5.2	Überschnittene Bohrpfahlwände	370
	● Vorbereitende Maßnahmen	370
	● Herstellen der Bohrungen	371
	● Bewehren	372
	● Betonieren	373
4.7.5.3	Tangierende Bohrpfahlwände	374
	● Vorbereitende Maßnahmen	374
	● Herstellen der Bohrungen	374
	● Bewehren	374
	● Betonieren	374
4.7.5.4	Aufgelöste Bohrpfahlwände	375
4.8	Schlitzwände	376
4.8.1	Allgemeines	376
4.8.2	Normung	376
4.8.2.1	Anwendungsbereich der Norm	377
4.8.2.2	Begriffe und Regeln	377
	● Schlitzwandelement	377
	● Leitwand	378
	● Stützende Flüssigkeit	378
	● Zusatzmittel	378
	● Füllstoffe	378
	● Homogenisieren	378
	● Bautechnische Unterlagen	379
	● Bauleitung	379
	● Beschwerte stützende Flüssigkeiten	379
	● Beton und Stahlbeton	379
	● Leitwände	380
	● Aushub	380
	● Homogenisieren der Schlitzfüllung	380
	● Bewehren	380
	● Betonieren	381

	● Betondeckung	381
	● Bewehrungsanordnung	381
	● Fugen zwischen den Schlitzwandelementen	381
	● Maßabweichungen	382
	● Hinweis	382
4.8.3	Gerätekomponenten	382
4.8.3.1	Allgemeines und Arbeitsvorbereitung	382
4.8.3.2	Trägergeräte	383
4.8.3.3	Schlitzwandgreifer	385
	● Allgemeines	385
	● Seilgeführte mechanische Schlitzwandgreifer	385
	● Hydraulische Schlitzwandgreifer	386
	● Teleskop-Schlitzwandsystem	389
	● Schlitzwandfräsen	390
	● Meißel	390
	● Abschallrohre	390
	● Rohrziehmaschinen	391
	● Betoniereinrichtung	392
	● Aufbereitungsanlagen	393
	● Vorratssilos und Behälter	396
	● Laboreinrichtung	396
	● Pumpen	396
	● Hilfsgeräte	396
4.8.4	Schlitzwandherstellung	397
4.8.4.1	Arbeitsablauf bei der Ortbetonwand	397
4.8.4.2	Dichtwandverfahren	400
	● Verfahren mit eingestellter Spundwand	401
4.8.4.3	Stützflüssigkeit – technische Hinweise	402
4.8.4.4	Qualitätssicherung	403
4.8.4.5	Vertikalitätskontrolle	403
4.8.4.6	Schlitzwand-Frästechnik	404
	● Beschreibung des Systems und der Arbeitsweise	404
	● Rahmen und Schneidräder	405
	● Schlauch- und Kabelaufhängung	405
	● Vorschub	407
	● Kran	408
	● Aufbereitungsanlage	408
	● Leistung und Anwendungsbereiche	408
	● Umwelteigenschaften	410
D	Ankerteknik	412
1	Allgemeines	412
2	Normung	414
2.1	Geltungsbereiche	414
2.2	Prüfungen und Abnahmen	415
2.3	Begriffe und Definitionen	416
2.4	Weitere Regelungen und Anforderungen in Stichworten	418
3	Ankerherstellung	419
3.1	Ankertypen	419
3.1.1	Verbund-Einstab-Kurzzeitanker	419
3.1.2	Verbund-Mehrstabanker	422
3.1.3	Verbund-Litzenanker	422
3.1.4	Bauaufsichtlich noch nicht zugelassene Ankersysteme	426
3.1.5	Daueranker	431
	3.1.5.1 Allgemeines	431
	3.1.5.2 Druckrohranker	431
	3.1.5.3 Verbundanker	432
	3.1.5.4 Litzenanker	433
	3.1.5.5 Korrosionsschutz	433
	3.1.5.6 Kunststoffhüllrohre	434
	3.1.5.7 Dauerplastische Korrosionsschutzmassen	434
	3.1.5.8 Transport	435
	3.1.5.9 Ankereinbau	435

3.1.6	Ankerherstellung	436
3.1.6.1	Herstellung der Ankerbohrungen	436
3.1.6.2	Definition und Grundlagen der Ankertechnik	437
	• Freie Ankerlänge	437
	• Verpreßkörper	438
	• Aufbau des Verpreßgutes	438
	• Verankerungslänge	439
	• Wirkungsweise des Nachverpressens	440
	• Verankerungen im Boden	440
	• Verankerungen im Fels mit Zementmörtel	441
	• Prüfbarkeit	441
	• Vorspannung	442
	• Spannen	442
	• Eignungsprüfung	442
	• Abnahmeprüfung	442
4	Boden- und Felsnägel	446
4.1	Allgemeines	446
4.2	Herstellung	448
5	Gerätekomponenten	450
5.1	Allgemeines	450
5.2	Ankergeräte	450
5.3	Bohrrohre und Werkzeuge	457
5.4	Verpreßgeräte	457
5.5	Silos und Fördergeräte	458
5.6	Prüfgeräte und Zubehör	460
E	Injektionstechnik	463
1	Allgemeines	463
2	Normung	465
3	Entwicklung der Injektionstechnik	465
4	Feststoff-Injektionen	466
5	Chemische Injektionen	467
6	Kunstharz-Injektionen	469
7	Ausführung der Feststoff- und Chemikalinjektionen	469
7.1	Allgemeines	469
7.2	Herstellen der Bohrlöcher	470
7.3	Einbau der Injektionsrohre	470
7.4	Einpressen	471
7.5	Anmischen des Verpreßmittels	473
8	Hochdruck-Injektionsverfahren	474
8.1	Allgemeines	474
8.2	Verfahren	474
8.2.1	SOILCRETE-Verfahren	474
8.2.2	HDI-Verfahren	478
8.3	Anwendungsgrenzen des Düsenstrahlverfahrens	481
8.4	Bodenmechanische Eigenschaften der Verfestigung	482
8.4.1	Säulendurchmesser	482
8.4.2	Druckfestigkeiten	482
8.4.3	Wichte	482
8.4.4	Wasserdurchlässigkeit	482
8.4.5	Langzeitverhalten	482
8.5	Geometrische Formen der Düsenstrahlkörper	483
8.6	Anwendungsmöglichkeiten des Düsenstrahlverfahrens	484
9	Gerätekomponenten	486
9.1	Allgemeines	486
9.2	Bohrgeräte	486
9.3	Baustelleneinrichtung	489
9.4	Überwachungs- und Kontrolleinrichtungen	490

F Baugrundverbesserungen	491
1 Allgemeines	491
2 Rütteldruckverdichtung	491
2.1 Verfahren	491
3 Rüttelstopfverdichtung	495
3.1 Verfahren	495
4 Tiefdränagen	498
5 Dynamische Tiefenverdichtung	500
6 Rüttelverdichtung	502
7 Gefrierverfahren	503
7.1 Allgemeines	503
7.2 Technische Grundlagen	504
7.3 Vereisung mit Sole	505
7.4 Vereisung mit flüssigem Stickstoff	505
7.5 Gefrierrohre	505
7.6 Kontrollen	506
8 Gerätekomponenten	507
8.1 Allgemeines	507
8.2 Trägergeräte	507
8.3 Tiefenrüttler	508
8.4 Ramm-, Rüttel-, Bohr- und Spülgeräte	510
8.5 Spezial- und Hilfsgeräte	510
G Abdichtungen	511
1 Allgemeines	511
2 Senkrechte Abdichtungen	512
2.1 Schlitzwände im Einphasenverfahren	512
2.2 Schmalwände	513
2.2.1 Schmalwandherstellung mit Rüttelbohle	513
2.2.2 Herstellung von Rüttel-Schmalwänden	515
2.2.3 Herstellung von SOILCRETE-Dichtwänden	516
3 Dichtsohlen	518
3.1 Injektionssohlen	518
3.1.1 Allgemeines	518
3.1.2 Herstellungsmethoden	519
3.1.3 Eigenschaften und Anforderungen an Injektionsmittel	520
3.1.4 Bemessung von Injektionssohlen	520
3.1.5 Kontrollen	522
3.2 SOILCRETE-Dichtsohlen	524
4 Gerätekomponenten	525
H Rohrvortrieb	526
1 Allgemeines	526
2 Vortriebssysteme	527
2.1 Bodenverdrängung	527
2.1.1 Statisch-dynamisches System	527
2.1.2 Dynamisch-pneumatisches System	527
2.1.2.1 Wirkungsweise	528
2.1.2.2 Einsatzmöglichkeiten	530
2.2 Rohrrammung	532
2.2.1 Verfahren	532
2.2.2 Zielgenauigkeit	533
2.2.3 Rammbarkeit	533
2.2.4 Rohrverbindungen	533
2.2.5 Rohrreinigung	534
2.2.6 Vorbereitungen	534
2.2.7 Systeme	535

2.3	Pilotbohrungen	535
2.4	Bohr-Preßverfahren	537
2.4.1	Systembeschreibung	537
2.4.2	Vortriebswiderstände	537
2.4.3	Steuerungssysteme	538
2.4.4	Abbausysteme	539
2.5	Minitunnelbohrsystem	540
2.5.1	Allgemeines	540
2.5.2	Anwendungsprobleme	541
2.5.3	Vortrieb mit Minitunnelbohrmaschinen (MTBM)	541
2.5.4	Produktrohre	542
2.6	Rohrpreßverfahren im begehbaren Bereich	544
2.6.1	Allgemeines	544
2.6.2	Baustelleneinrichtung	545
2.6.3	Startschacht	545
2.6.4	Preßstation	546
2.6.5	Dehnerstation	546
2.6.6	Rohreinbau	547
2.6.7	Abbaumethoden	547
2.6.8	Steuerung	549
2.6.9	Materialabförderung	549
2.6.10	Bauhilfsmaßnahmen	550
2.6.11	Elektrische Anlagen, Beleuchtung	550
2.6.12	Belüftung	551
2.6.13	Notfallplanung	551
2.7	Spülverfahren	551
3	Gerätekomponenten	553
3.1	Bodenverdrängungsgeräte und Rohrrahmen	553
3.2	Bohrpreßgeräte	553
3.3	Mikrotunnelsystem bzw. ferngesteuerte Systeme	554
3.4	Rohrpreßverfahren im begehbaren Bereich	555
3.5	Spülvortriebsverfahren	555
I	Grundwasserabsenkung	557
1	Allgemeines	557
2	Offene Wasserhaltung	557
3	Geschlossene Wasserhaltung	558
3.1	Schwerkraftentwässerung mit Saugbrunnen	558
3.2	Grundwasserabsenkung mittels Filterbrunnen	559
3.2.1	Allgemeines	559
3.2.2	Brunnenanordnung und -ausbau	560
3.2.3	Rohrleitungen	560
3.2.4	Pumpen	561
3.2.5	Betrieb und Betriebssicherheit von Wasserhaltungsanlagen	562
3.3	Unterdruckentwässerung	562
3.4	Tiefvakuumbrunnen	564
3.5	Vakuum-Kombibrunnen	564
4	Ausgleich des Grundwasserhaushalts	565
5	Wasserdichte Baugruben	566
K	Belastungs- und Qualitätsprüfungen	567
1	Allgemeines	567
2	Probebelastungen an Bohr- und Verdrängungspfählen	567
2.1	Statische Probebelastungen	567
2.1.1	Allgemeines	567
2.1.2	Druckprobebelastung	568
2.1.3	Zugprobebelastung	570
2.1.4	Horizontalprobebelastung	571
2.2	Dynamische Probebelastungen	571

3 Integritätsprüfungen	573
3.1 Anwendungsbereiche	573
3.2 Grundlagen der Meßmethode	573
3.3 Die Messung in der Praxis	574
3.4 Weitere Anwendungsmöglichkeiten	575
L Ausführungsrisiken	576
1 Allgemeines	576
2 Sicherung und Haftung	577
3 Schadensursachen	578
4 Beispiele von Schadensfällen	579
4.1 Vorsicht bei Böden mit scheinbarer Kohäsion	579
4.2 Vorsicht bei kleinen Auflasten	581
4.3 Hydraulischer Grundbruch	582
4.4 Falsche Beurteilung der Baugrundverhältnisse	582
4.5 Unterschätzung der Rammprobleme	582
4.6 Setzungen in locker gelagerten Böden	583
4.7 Versagen einer Spundwand durch Flutwelle	584
4.8 Hohlrumbildung hinter Bohlträgerwänden	585
5 Produkthaftung und rechtliche Fragen	587
6 Schlußbetrachtung	587
M Arbeitssicherheit	589
1 Allgemeines	589
2 Unfallschwerpunkte im einzelnen	589
2.1 Allgemeines	589
2.2 Absturz von hochgelegenen Arbeitsplätzen	590
2.3 Unfälle durch Herabfallen von Material oder Geräteteilen	591
2.4 Anforderungen an Winden	591
2.5 Gewährleistung der Standsicherheit	591
2.6 Unfälle bei Schlitzwandarbeiten	592
2.7 Unfälle bei der Ankerherstellung	592
2.8 Arbeitssicherheit als Führungsaufgabe	593
3 Besondere Hinweise für bestimmte Arbeiten	593
3.1 Rammarbeiten	593
3.2 Bohlträgerwände	594
3.3 Bohrpfähle und Bohrpfahlwände	595
3.4 Injektionstechnik	596
3.5 Arbeiten im Bereich erdverlegter Leitungen	596
3.6 Arbeiten in der Nähe elektrischer Freileitungen	597
3.7 Arbeiten in kontaminierten Bereichen	598
4 Schlußbetrachtung	601
N Inhaltsverzeichnis Anhang	A 1
Literaturverzeichnis	A 62
Stichwortverzeichnis	A 63