

Inhaltsverzeichnis

2.1 Baugrundverbesserung

(Prof. Dr.-Ing. *Ulrich Smolczyk*, Stuttgart und

Dr.-Ing. *Klaus Hilmer*, Nürnberg) 1

Einleitung und Übersicht 1

1 Baugrundverbesserung durch Verdichtung 3

1.1 Vorerhebungen 3

1.2 Verdichtung im Erdbau (Oberflächenverdichtung) 6

1.3 Verdichtung durch Vorbelastung 7

1.4 Tiefenverdichtung mit Rütteldruckverfahren 15

1.5 Tiefenrüttlung mit Aufsatzrüttlern 19

1.6 Verdichtungspfähle (Spickpfähle) 21

1.7 Stoßverdichtung an der Oberfläche (Fallplatten) 22

1.8 Stoßverdichtung in der Tiefe (Sprengverdichtung) 28

2 Baugrundverbesserung durch Bodenaustausch 34

2.1 Vorerhebungen 34

2.2 Bodenvollaustausch im Trockenem 35

2.3 Bodenteilaustausch im Trockenem („Polstergründung“) 36

2.4 Rüttelstopfverfahren 37

2.5 Bodenvollaustausch im Nassen 43

2.6 Bodenaustausch durch Verdrängen 46

3 Baugrundverbesserung durch Verfestigung 49

4 Baugrundverbesserung durch „Bewehrung“ 50

5 Literatur 50

2.2 Injektionsverfahren

(Prof. Dr.-Ing. *Karl Heinz Idel*, Essen) 55

1 Arten der Einpressung 55

2 Anwendungsbeispiele 56

2.1 Hausunterfangung 56

2.2 Schirminjektion bei der Unterfahrung von Bauwerken 57

2.3 Dichtungsschirm im Fels unter einer Bogenstaumauer 58

2.4 Dichtungsschürze im Lockergestein unter einem Staudamm und Sa-
nierung des Lehmkerns 58

2.5 Dammstabilisierung durch Pasteninjektion 60

2.6 Kombinierte Abdichtung 60

3 Erkundung der Untergrundverhältnisse 61

3.1 Lockergestein 61

3.2 Festgestein 62

3.3 Empfohlene Baugrunduntersuchung für Einpreßarbeiten 63

3.4 Durchlässigkeit 63

4 Einpreßmittel 65

4.1 Fließverhalten von Einpreßmitteln 65

4.2 Suspensionen und Pasten auf der Basis von Zement 65

4.3 Suspensionen und Pasten auf der Basis von Ton/Zementgemischen ... 68

4.4 Silikatgel 68

4.5 Andere chemische Einpreßmittel 71

5	Planung, Ausführung und Prüfung von Einpreßmaßnahmen	72
5.1	Bohrungen	72
5.2	Bodeninjektionstechnik	72
5.3	Kontrollen	78
6	Literatur	79
7	Anhang: Injektionsverfahren Feinstbindemittel	80
8	Anhang: Literatur zu Injektionsverfahren Feinstbindemittel	83
2.3	Unterfangungen und Unterfahrungen	
	(Prof. Dr.-Ing. <i>Ulrich Smolczyk</i> , Stuttgart)	85
1	Begriffe	85
2	Vorüberlegungen	85
3	Unterfangungen	87
3.1	Unterfangungen bis 5 m Tiefe	87
3.2	Unterfangungen mit Vollsicherung	90
3.3	Unterfangungen mit Vollsicherung bei unzugänglichem Keller	92
4	Unterfahrungen	95
5	Richten und Verschieben von Bauwerken	98
5.1	Richten von Pfeilern	99
5.2	Setzungsausgleich	100
5.3	Bauwerksverschiebungen	103
6	Schlußbemerkungen	105
7	Literatur	105
2.4	Bodenvereisung	
	(Prof. Dr.-Ing. <i>Hans Ludwig Jessberger</i> , Bochum)	109
1	Anwendung der Bodenvereisung	109
2	Erkundung der Untergrundverhältnisse	110
3	Technologie der Bodenvereisung	111
3.1	Gefrierrohre und Gefrierbohrungen	111
3.2	Kälteerzeugung	112
4	Frostkörperberechnung	115
4.1	Statische Berechnung	115
4.2	Thermische Berechnungen	120
5	Anwendungsbeispiele	124
5.1	Gefrierschächte	124
5.2	Gefriertunnel	128
5.3	Hinweise für die Anwendung	134
6	Literatur	135
2.5	Verpreßanker	
	(Dr.-Ing. <i>Helmut Ostermayer</i> , München)	137
1	Allgemeines	137
2	Normen, Empfehlungen, Zulassungen	140
3	Funktion und Konstruktion der Ankersysteme	140
3.1	Allgemeine Anforderungen	140
3.2	Stahlzugglied und Ankerkopf	140
3.3	Verpreßkörper	141
3.4	Korrosionsschutz	143

4	Herstellung	144
4.1	Bohren	144
4.2	Einbau, Verpressen und Nachverpressen	146
4.3	Korrosionsschutzmaßnahmen auf der Baustelle	148
5	Prüfen und Vorspannen der Anker	149
5.1	Durchführung von Zugversuchen	149
5.2	Grundsatz- und Eignungsprüfung	149
5.3	Abnahmeprüfung und bleibende Vorspannung	151
5.4	Nachprüfung am fertigen Bauwerk	152
6	Tragverhalten und zulässige Gebrauchslast des Einzelankers	153
6.1	Kraftübertragung Ankerkopf/Stahlzugglied/Verpreßkörper	153
6.2	Kraftübertragung Verpreßkörper/Boden bzw. Verpreßkörper/Fels	153
6.3	Kriechen und Relaxation	160
6.4	Verhalten bei Schwellbelastung	162
6.5	Verhalten bei dynamischer Belastung	163
6.6	Einfluß des Ankerabstandes (Gruppenwirkung)	163
7	Entwurf und Berechnung verankerter Konstruktionen	164
7.1	Unterlagen	164
7.2	Voraussetzung für die Anwendbarkeit von Ankern	164
7.3	Nachweise für den Einzelanker	165
7.4	Wahl geeigneter Ankersysteme und Herstellungsverfahren	166
7.5	Anordnung und Länge der Anker in der Gruppe	167
8	Literatur	173

2.6 Bohrtechnik

	(Dr.-Ing. Georg Ulrich, Leutkirch/Allgäu)	179
1	Einführung	179
2	Bohrbarkeit von Locker- und Festgestein	180
3	Bohrverfahren	183
3.1	Trockenbohrverfahren	183
3.2	Spülbohrverfahren	188
3.3	Schachtbohrverfahren (Raise Boring)	200
3.4	Vollbohrverfahren kleineren Durchmessers	203
3.5	Bohrverfahren für den Baugrundaufschluß	203
3.6	Spezialbohrverfahren	204
4	Bohrgeräte	205
4.1	Schlagbohrkran	205
4.2	Universaldrehbohrgerät	207
4.3	Baggeranbaugeräte	208
4.4	Großlochbohrgeräte	210
4.5	Kleinbohrgeräte	213
5	Sicherung der Bohrlochwand	215
5.1	Mechanische Bohrlochsicherung	217
5.2	Hydraulische Bohrlochsicherung	220
6	Bohrwerkzeuge	221
7	Bohrhindernisse	226
8	Horizontalbohrverfahren	226
9	Literatur	233

2.7 Rammen und Ziehen

(Prof. Dr.-Ing. <i>Gerhard Drees</i> , Stuttgart)	235
1 Einleitung	235
1.1 Anwendung von Ramm- und Ziehverfahren	235
1.2 Rammgut	236
2 Rammgeräte	238
2.1 Geräteträger	239
2.2 Mäkler	240
2.3 Rammhären	245
2.4 Spundwandpressen	250
2.5 Rammhilfsmittel	252
3 Ziehgeräte	254
4 Rammtechnik	254
4.1 Beurteilung des Baugrunds für das Einbringen von Rammgut	254
4.2 Einbauverfahren	255
5 Einbringen von Spundbohlen	256
5.1 Herstellen von Rammelementen	256
5.2 Abweichen von der Soll-Lage	257
5.3 Maßnahmen gegen das Abweichen	257
5.4 Einbringen von gemischten (kombinierten) Wänden	260
6 Rammhilfe	261
6.1 Bohren	261
6.2 Spülen	261
6.3 Sprengen	262
6.4 Einbringen mit Tiefenrüttler	263
7 Schallarmes Rammen	263
8 Unterwasserrammung	264
9 Vorschriften	264
9.1 Normen	264
9.2 Unfallverhütungsvorschrift	266
10 Angebotsbearbeitung	267
11 Literatur	267

2.8 Gründungen im offenen Wasser

(Prof. Dr.-Ing. <i>Walter Rodatz</i> , Braunschweig)	269
1 Allgemeines	269
1.1 Verwendbare Planungsunterlagen	270
1.2 Belastungsannahmen	273
1.3 Bemessung und Herstellung	276
2 Geräte für das Bauen auf See	277
2.1 Wichtigste Geräte	277
2.2 Hubinsel	279
2.3 Naßbagger	279
2.4 Verfahren zum Felsbrechen	288
2.5 Kabel- und Rohrleger	289
2.6 Blockleger	290
3 Gründungen in offener Baugrube	290
4 Schwimmkastengründungen	295
4.1 Vorbereiten der Sohle	295
4.2 Bau der Schwimmkästen	296

4.3	Schlepptransport	299
4.4	Absenken	302
4.5	Schwimmkästen als Ufereinfassungen	303
4.6	Schwimmkästen für Molen und Wellenbrecher	306
4.7	Schwimmkästen für Leuchttürme, Offshore-Plattformen und Behälter	312
4.8	Schwimmkästen für Untertunneltunnel	324
5	Senkkastengründungen	330
5.1	Leuchtturm „Alte Weser“	333
5.2	Leuchtturm „Großer Vogelsand“	334
5.3	Leuchttürme im Bottnischen Meerbusen	336
6	Pfahlgründungen	336
6.1	Leuchtturm Kalkgrund	337
6.2	Köhlbrand-Hochbrücke Hamburg	339
6.3	Salligsund-Brücke über den Limfjord, Dänemark	340
6.4	Leuchtturm Goeree, Niederlande	341
6.5	Bohrplattform Cognac, USA	343
7	Literatur	343

2.9 Böschungsherstellung durch Aufspülen

	(Dr.-Ing. <i>Heinz Hirschberger</i> , Hamburg)	347
1	Vorbemerkungen	347
2	Physikalische und technische Grundlagen für das Spülverfahren	348
2.1	Die hydraulische Förderung	348
2.2	Das Einspülen von Bodenmaterial	349
3	Anwendungsbereiche des Spülverfahrens für das Herstellen von Erdkörpern	350
4	Maschinelle Einrichtungen für das Spülverfahren	351
4.1	Förderleitungen	351
4.2	Baggerpumpen	353
5	Die Herstellung von Erdkörpern im Spülverfahren	353
5.1	Der Spülbetrieb	353
5.2	Das Aufspülen von Bodenmaterial	354
5.3	Böschungsherstellung beim Aufspülen	358
6	Wirtschaftliche Randbedingungen	363
7	Aufmaße und Abrechnungen	364
8	Literatur	364

2.10 Grundwasserströmung – Grundwasserhaltung

	(Dipl.-Ing. <i>Reinhard Rieß</i> , Mannheim)	365
1	Grundwasserströmung	366
1.1	Einleitung	366
1.2	Grundlegende Annahmen	366
1.3	Das Gesetz von DARCY	367
1.4	Ebene und räumliche Strömungen	369
2	Wasserhaltungen und Wasserhaltungsverfahren	374
2.1	Wasserhaltungen	374
2.2	Wasserhaltungsverfahren	374
2.3	Einfluß des Untergrunds auf die Wasserhaltungsverfahren	375
3	Vorarbeiten und Grundsätze für die Planung	378
3.1	Unterlagen für die Planung und die Berechnung	378

3.2	Besondere konstruktive Grundsätze für den Bau und Betrieb der Anlagen	379
4	Offene Wasserhaltung und Dränagen	383
4.1	Anwendungsgebiet	383
4.2	Bauelemente und Aufbau der Anlagen	384
4.3	Berechnung	386
5	Vertikale Brunnen – Grundwasserabsenkung durch Schwerkraft	392
5.1	Anwendungsbereich	392
5.2	Pumpen und Rohrleitungen	402
5.3	Berechnung	407
6	Entwässerung durch Unterdruck	466
6.1	Anwendungsbereich und Grundlagen	466
6.2	Vakuumanlagen (Spülfilteranlagen)	469
6.3	Vakuumentiefbrunnen	471
7	Entwässerung durch Elektrosmose	476
7.1	Anwendungsbereich	476
7.2	Bauelemente	477
7.3	Berechnung	478
7.4	Beispiel	480
8	Wasserhaltung und Versickerung	481
8.1	Anwendungsbereich und Grundlagen	481
8.2	Bauelemente	482
8.3	Berechnung der Tiefeninfiltration	486
8.4	Berechnung der Infiltration mittels Sickergräben, Anreicherungsbecken und Infiltrationsstollen	496
9	Wasserhaltung in der Umwelttechnik	497
10	Literatur	497

2.11 Abdichtungen

(Dr.-Ing. <i>Alfred Haack</i> , Köln und Bauingenieur <i>Karl-Friedrich Emig</i> , Hamburg)		501
1	Allgemeines	502
1.1	Vorbemerkung	502
1.2	Aufgabe und Anforderungen	502
1.3	Begriffe, Stoffe und Anwendungstechnik	504
2	Planungsgrundlagen	518
2.1	Einfluß von Boden, Bauwerk und Bauweise	518
2.2	Einfluß des Wassers	522
2.3	Einfluß der Nutzung	523
3	Auswahl und Anwendungsbereiche der Stoffe	523
4	Systeme	525
4.1	Bitumenabdichtungen	525
4.2	Kombinierte Kunststoff- und Bitumenabdichtungen	527
4.3	Kunststoff-Bahnenabdichtungen	528
4.4	Stahlblechabdichtungen	531
4.5	Sonderformen	531
5	Bemessung	532
5.1	Grundlagen	532
5.2	Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit	534
5.3	Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser (Sickerwasser)	535
5.4	Abdichtungen gegen von außen oder innen drückendes Wasser	537

6	Ausführung	539
6.1	Sohlen-, Wand- und Deckenfläche	539
6.2	Anschlüsse	546
6.3	Verwahrung und Sicherung	553
6.4	Fugen	556
6.5	Durchdringungen	559
6.6	Schutzmaßnahmen	566
7	Sicherheit, Prüfung und Überwachung	569
8	Hinweise für ein Leistungsverzeichnis	570
8.1	Vorbemerkung	570
8.2	Rohbauarbeiten	571
8.3	Abdichtungsarbeiten	571
9	Literatur	572
9.1	Normen	572
9.2	Richtlinien und Merkblätter	573
9.3	Fachliteratur	574
2.12	Herstellung von Geländeeinschnitten und Böschungen	
	(Prof. Dipl.-Ing. <i>Axel C. Toepfer</i> , Hildesheim)	577
1	Einleitung	577
2	Einschnitte im Fels	579
2.1	Mechanisches Lösen, Reißen	580
2.2	Lösen durch Sprengen	584
3	Herstellung von Felsböschungen	598
3.1	Mechanisches Verfahren zum Herstellen von Felsböschungen	599
3.2	Schonendes Sprengen	601
4	Einschnitte im Boden	608
4.1	Verfahren I: Schürfkübelzugbetrieb	609
4.2	Verfahren II: Kombiniertes Einsatz von Erdbau- und Transportgerä- ten	613
5	Herstellung von Böschungen im Boden	617
6	Literatur	622
2.13	Geokunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau	
	(Dr.-Ing. <i>Fokke Saathoff</i> und Prof. Dr.-Ing. <i>Fritz-Ferdinand Zitscher</i>)	623
1	Allgemeines	623
2	Grundlagen und Begriffe	623
2.1	Einteilung der Geokunststoffe	624
2.2	Geotextilien	625
2.3	Geotextilverwandte Produkte	631
2.4	Dichtungsbahnen	633
2.5	Dichtungsbahnverwandte Produkte	635
2.6	Rohstoffe	636
2.7	Funktionen	636
2.8	Hinweise zur Bauausführung	641
2.9	Prüfverfahren	641
3	Einsatzbereiche	643
3.1	Küstenschutz	643

3.2	Verkehrswasserbau	655
3.3	Wasserwirtschaft	663
3.4	Staudammbau	664
3.5	Landverkehrswegebau	671
3.6	Deponiebau	679
4	Hinweise zur Vertragsgestaltung	688
4.1	Lieferbedingungen	688
4.2	Qualitätssicherung	688
4.3	Ausschreibung	689
4.4	Abrechnung und Gewährleistung	689
5	Zusammenfassung	689
6	Literatur	690
2.14	Böschungssicherung mit ingenieurb biologischen Bauweisen	
	(Prof. Dr.-Ing. <i>Hugo Meinhard Schiechl</i> , Innsbruck)	695
1	Einleitung	695
2	Methoden der ingenieurb biologischen Hangsicherung	696
2.1	Vorarbeiten mit nicht lebenden Baustoffen	696
2.2	Kombinierte Bauweisen	707
2.3	Stabilbauweisen	733
2.4	Deckbauweisen	751
2.5	Ergänzungsbauweisen	768
3	Baumaterialien für ingenieurb biologische Bauweisen	778
3.1	Allgemeines	778
3.2	Biotechnische Eignung von Pflanzen	779
3.3	Baumaterialien für Stabilbauweisen	780
3.4	Saatgutmischungen	784
4	Technischer und ökologischer Wirkungsgrad ingenieurb biologischer Bauweisen	787
5	Pflege ingenieurb biologischer Verbauungen	788
6	Planung und praktische Ausführung ingenieurb biologischer Arbeiten zur Hangsicherung	792
7	Literatur	794
2.15	Meßtechnische Überwachung von Hängen, Böschungen und Stützmauern	
	(Prof. Dr.-Ing. <i>Klaus Linkwitz</i> , Stuttgart)	797
1	Aufgabe und Zielsetzung	797
2	Zur praktischen Organisation, Lösung und Durchführung der Aufgabe	799
2.1	Erkundung und Projektierung der Überwachungsmessungen	799
2.2	Auswahl der Punkte und Vermarkung	799
2.3	Beobachtungen	800
2.4	Auswertungen	800
2.5	Interpretation	800
3	Klassische Methoden der Geodäsie für Überwachungsmessungen	801
3.1	Alignements	802
3.2	Polygonzüge	810
3.3	Trigonometrische Bestimmung von Einzelpunkten, Netze	821
4	Anwendung der Photogrammetrie für Überwachungsmessungen	837
4.1	Luftbildphotogrammetrie	837
4.2	Terrestrische Zweibildphotogrammetrie	842

5	Nichtklassische Methoden	850
5.1	Neigungsmessungen	850
5.2	Automatisierte Methoden	857
6	Auswertung und Analyse der Messungen	858
7	Literaturhinweise	860
7.1	Allgemeine Literatur	860
7.2	Photogrammetrie	860
7.3	Analyse und Interpretation	861
7.4	Einzelveröffentlichungen	861
2.16	Computeranwendung in der Geotechnik	
	(Prof. Dr.-Ing. <i>Manfred Kany</i> , Zirndorf)	863
1	Einführung	863
2	Hardware	864
2.1	Begriffe	864
2.2	Rechenarten	865
2.3	Speicher-Codes	865
3	System-Software	869
4	Entwicklung neuer Programme	871
4.1	Allgemeines	871
4.2	Programmvorgabe und Systemanalyse	871
4.3	Codierung und Test	871
4.4	Dokumentation der Programme	873
4.5	Programmpflege	873
4.6	Prüfung der mit EDV erstellten Sicherheitsnachweise	873
5	Beschaffung von Computern	875
6	EDV-Anwendungen im Grundbau	875
6.1	Allgemeines	875
6.2	Programme für Hilfsdienste im geotechnischen Büro	876
6.3	Anwendungen für Grundbauaufgaben	876
6.4	Anwendungsgrenzen	880
7	Anhänge	881
7.1	Glossar mit einigen wichtigen Begriffen	881
7.2	Liste einiger Softwarehäuser für deutschsprachige geotechnische Software	894
7.3	Literatur	900
7.4	DIN-Normen, Norm-Entwürfe und Richtlinien (Auswahl)	903