

Karl Jo Wittsef (Hrsg.)

Grundbau-Taschenbuch

Teil 2: Geotechnische Verfahren

- **einmaliges Nachschlagewerk jetzt aktualisiert**
- **umfassend und auf höchstem Niveau**
- **Berücksichtigung neuester Normen**
- Berücksichtigung neuester Normen**

Das Grundbau-Taschenbuch ist seit über 60 Jahren das Standardwerk der Geotechnik. Der zweite Teil enthält die geotechnischen Verfahren, die Techniken des Erd- und Grundbaus sowie des Spezialtiefbaus mit ihren Berechnungsverfahren.



8. vollst. überarb. u. aktualis. Auflage ·
2018 · 1094 Seiten · 153 Abbildungen ·
111 Tabellen ·
Hardcover
ISBN 978-3-433-03152-0 € 179*
eBundle (Print + ePDF)
ISBN 978-3-433-03215-2 € 249*

BESTELLEN

+49 (0)30 47031-236

marketing@ernst-und-sohn.de

www.ernst-und-sohn.de/3152

WILEY

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

WILEY  Ernst & Sohn
A Wiley Brand

ÜBER DAS BUCH

Das Grundbau-Taschenbuch ist das bekannteste und umfangreichste deutschsprachige Kompendium auf dem Gebiet der Geotechnik und hat seit über 60 Jahren zum Ziel, Entwicklungen, neue Erfahrungen und Erkenntnisse, aktuelle und neue Berechnungs- und Nachweismethoden für die Belange der Baupraxis umfassend zusammenzutragen und transparent zu vermitteln. Für die 8. Auflage wurde es umfassend überarbeitet und aktualisiert.

Der zweite Teil des Grundbau-Taschenbuches behandelt die geotechnischen Verfahren mit ihren Berechnungs- und Nachweismethoden: Erdbau, Baugrundverbesserung, Injektions- und Ankertechnik, Bodenvereisung, Horizontalbohrungen und Rohrvortrieb, Rammen und Bohren, Grundwasserhaltung, geotechnisches Erdbebeningenieurwesen sowie Geokunststoffe im Erd- und Grundbau. Neu hinzugekommen ist ein Kapitel über hydraulisch bedingte Grenzzustände.

BESTELLUNG

Anzahl	ISBN /	Titel	Preis
.....	978-3-433-03152-0	Grundbau-Taschenbuch [...]	€ 179*
.....	978-3-433-03215-2	Grundbau-Taschenbuch [...] (eBundle)	€ 249*

Privat

Geschäftlich

Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:

Tel. +49 (0)30 47031-236

Fax +49 (0)30 47031-240

marketing@ernst-und-sohn.de

Firma, Abteilung

UST-ID Nr.

Name, Vorname

Telefon

108208 Free Shipping

Straße, Nr.

PLZ/Ort/Land

E-Mail

Datum/Unterschrift

Vorwort

Das geotechnische Ingenieurwesen hat sich seit der letzten Auflage des Grundbau-Taschenbuchs vor 8 Jahren nicht dramatisch verändert. Im Rückblick war die Zeit durch eine starke wirtschaftliche Entwicklung gekennzeichnet. Das Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ wurde ausgerufen, von dem man mit Unterstützung der digitalen Vernetzung intelligentere Monitoring- und Entscheidungsprozesse erwartet. So vertrauen wir heute auf manchen „digitalen Assistenten“, der uns bei unseren Aufgaben unterstützen soll. Die Vernetzung und der Umfang erfasster Daten sind gewachsen. Vor allem haben sich die Abläufe in der Kommunikation, Planung, Ausführung und Qualitätsdokumentation stark beschleunigt. Und viele Akteure haben sich fleißig der Normung und Europäischen Harmonisierung gewidmet. Aber im Grunde leben wir nach wie vor mit und auch von den Herausforderungen, die uns der Baugrund mit all seinen Überraschungen täglich neu stellt. Die Hightech-Strategie mag helfen, aber sie löst nicht die Hauptprobleme der Geotechnik. Die Neuauflage des Grundbau-Taschenbuchs in drei Teilen trägt beiden Aspekten Rechnung, der traditionellen, bewährten Herangehensweise und den Erneuerungen durch die Digitalisierung. So wurden bei der Überarbeitung aller drei Teile des Grundbau-Taschenbuchs notwendige Ergänzungen, Präzisierungen und Aktualisierungen vorgenommen.

Auch bei den in diesem Teil thematisierten geotechnischen Verfahren gab es neue Erkenntnisse, wurde weiter geforscht, haben sich Regelwerke geändert. Zwei neue Kapitel und einige neue Autoren sind gegenüber der letzten Auflage hinzugekommen, sodass Sie auch bei den traditionellen Themen neue Sichtweisen und Schwerpunkte erwarten dürfen. Der Anspruch des Grundbau-Taschenbuchs, den Stand der Wissenschaft und der Technik in einem ansprechenden und umfassenden Werk zusammenbringen, wurde beibehalten. Dahinter stehen viele Experten, die ihr Wissen und ihre Erfahrung aufbereitet eingebracht haben. Ihnen allen meinen herzlichsten Dank für die enorme Leistung. Und vielen Dank an den Verlag Ernst & Sohn für die Realisierung dieses Werks, hier ganz besonders an die Lektorin, Frau Dipl.-Ing. R. Herrmann.

Weimar, Oktober 2017

Karl Josef Witt

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Autoren-Kurzbiografien	XVII
Verzeichnis der Autoren	XXV

2.1 Erdbau

Dietmar Adam

1 Einleitung	1
1.1 Allgemeines	1
1.2 Typen von Erdbauwerken	2
1.3 Anforderungen an Erdbauwerk	3
1.4 Einwirkungen auf Erdbauwerke	4
2 Regelwerke – Normen und Richtlinien	4
2.1 Allgemeines	4
2.2 Regelwerke in Deutschland	5
2.3 Regelwerke in Österreich	8
2.4 Regelwerke in der Schweiz	10
2.5 Europäische und internationale Regelwerke	11
3 Begriffe	12
4 Einschnitte	14
4.1 Allgemeines	14
4.2 Einschnitte im Lockergestein	14
4.3 Einschnitte im Festgestein	29
4.4 Entwässerung	37
4.5 Oberflächengestaltung	39
5 Erd- und Steinschüttböden	44
5.1 Allgemeines	44
5.2 Arten von Dämmen	45
5.3 Aufbau von Dämmen	48
5.4 Entwurf und Berechnung	64
6 Erd- und Dammbaustoffe	71
6.1 Allgemeines	71
6.2 Mineralische Erd- und Dammbaustoffe	71
6.3 Sonstige Erd- und Dammbaustoffe	93
7 Erdarbeiten	96
7.1 Untergrunderkundung	96
7.2 Untergrundverbesserung	99
7.3 Vor-, Oberboden- und Abtragsarbeiten	100

7.4	Vorbereitung der Dammaufstandsfläche	101
7.5	Herstellung von Dämmen und Schüttungen	102
7.6	Einbau und Verdichtung	103
7.7	Sonstige Erdbaumaßnahmen	120
8	Bodenbehandlung mit Bindemitteln	123
8.1	Grundlagen der Bodenstabilisierung	123
8.2	Bodenverbesserung und Bodenverfestigung	125
8.3	Eignungsprüfung und Probefeld	132
8.4	Ausführung	133
8.5	Umweltrelevante Veränderungen im Boden	134
9	Qualitätssicherung und Prüfungen	135
9.1	Allgemeines	135
9.2	Arten von Prüfungen	137
9.3	Prüfverfahren	137
9.4	Verdichtungskontrollen	139
10	Literatur	149
11	Anhang: Erläuterung der Kurzzeichen für die Bodenklassifizierung	164

2.2 Baugrundverbesserung und Injektionen

Wolfgang Sondermann und Fabian Kirsch

1	Einleitung und Überblick	167
2	Statische Verdichtung und Entwässerungsverfahren	170
2.1	Vorbelastung	170
2.2	Vorbelastung mit Konsolidierungshilfe	173
2.3	Grundwasserbeeinflussung und Vakuumkonsolidation	178
3	Dynamische Verdichtung	181
3.1	Vibrationsverdichtung – Tiefenrüttelverfahren	181
3.2	Stoßverdichtung	188
4	Bewehrung des Baugrunds ohne verdrängende Wirkung	199
4.1	Mechanisches Einmischen – Tiefeneinmischverfahren	199
4.2	Hydraulisches Einmischen – Düsenstrahlverfahren	210
4.3	Hydraulisch-mechanisches Einmischen	220
4.4	Porenrauminjektionen	221
5	Bewehren des Baugrunds mit verdrängender Wirkung	227
5.1	Rüttelstopfverdichtung	227
5.2	Sand- und Schotterverdichtungssäulen	234
5.3	Einbringen aushärtender Stoffe – Rigid Inclusions	236
5.4	Aufreißinjektion – Soil Fracturing	244
5.5	Verdichtungsinjektion – Compaction Grouting	248
6	Literatur	252

2.3 Verstärkung von Gründungsstrukturen*Karl Josef Witt*

1	Einleitung	263
2	Grundsätzliche Überlegungen	264
3	Unterfangung und Nachgründung	265
3.1	Unterfangungswände nach DIN 4123	265
3.2	Injektion und Vermörtelung	270
3.3	Unterfangung durch Pfahlkonstruktionen	275
4	Verstärkung von Gründungsstrukturen	281
4.1	Ursachen und Schadenstypen	281
4.2	Schadensphänomene und Maßnahmen zur Verstärkung	283
4.3	Komplexe Maßnahmen zur Nachgründung und Verstärkung	290
5	Schlussbemerkungen	293
6	Literatur	294
7	Zitierte Regelwerke	298

2.4 Bodenvereisung*Wolfgang Orth*

1	Verfahrensprinzip und Anwendungen	299
1.1	Allgemeines	299
1.2	Wirkungsweise	299
1.3	Schachtbau	300
1.4	Baugruben und Unterfangungen	301
1.5	Tunnelbau	303
1.6	Probenahme	306
2	Vereisungsverfahren	306
2.1	Allgemeines	306
2.2	Stickstoffvereisung	306
2.3	Solevereisung	308
3	Frostausbreitung	310
3.1	Grundlagen der Wärmeleitung	310
3.2	Thermische Eigenschaften von gefrorenen Böden	312
3.3	Künstlich erzeugte Frostausbreitung	315
3.4	Klimatisch bedingte Frostausbreitung	333
3.5	Kontrolle der Frostausbreitung	335
4	Mechanisches Verhalten gefrorener Böden	338
4.1	Grundlagen	338
4.2	Deformationsverhalten gefrorener Böden	341
5	Eigenschaften von Eis	357
6	Frostwirkungen	360
6.1	Allgemeines	360
6.2	Gefrieren	360
6.3	Tauen	363

6.4	Frostempfindlichkeitskriterien	364
6.5	Frischbeton auf gefrorenem Boden	365
7	Hinweise zur Berechnung von Frostkörpern	365
8	Verwendete Zeichen und Symbole	368
9	Literatur	369

2.5 Verpressanker, Bodennägel und Zugpfähle

Lutz Wichter und Wolfgang Meiniger

1	Verpressanker	375
1.1	Allgemeines	375
1.2	Entwicklung der Ankertechnik	375
1.3	Anforderungen an Verpressanker und Voraussetzungen für den Einbau	378
1.4	Technisches Regelwerk für Verpressanker	378
1.5	Ankerwerkstoffe und Ankerbauteile	379
1.6	Herstellung von Verpressankern	387
1.7	Bauarten von Verpressankern	396
1.8	Ankerkräfte und Kraftabtragung im Boden	403
1.9	Prüfungen an Ankern	415
1.10	Entwurfsgrundsätze für verankerte Konstruktionen	437
1.11	Bemessung von Verankerungen	439
2	Bodenvernagelungen	440
2.1	Prinzip von Bodenvernagelungen und Entwicklung der Vernagelungstechnik	440
2.2	Anforderungen an Bodennägel und Voraussetzungen für den Einbau	443
2.3	Technisches Regelwerk für Bodenvernagelungen	444
2.4	Nagelwerkstoffe und Zubehör	444
2.5	Bauarten von Bodennägeln	449
2.6	Herstellung, Transport, Lagerung und Einbau der Bodennägel	450
2.7	Bemessung von Bodenvernagelungen	451
2.8	Prüfungen an Nägeln	452
3	Anker und Nägel im Tunnel- und Bergbau	455
3.1	Allgemeines	455
3.2	Bauarten von Gebirgsankern	456
3.3	Zugglieder von Gebirgsankern	459
3.4	Prüfungen an Gebirgsankern	461
4	Zugpfähle	461
4.1	Technisches Regelwerk für Zugpfähle	462
4.2	Zugpfähle aus Stabstählen mit aufgerolltem Gewinde	462
4.3	Zugpfähle aus Stahlrohren mit aufgerolltem Gewinde	464
4.4	Prüfung von Zugpfählen	466
5	Literatur	467

2.6 Bohrtechnik*Georg Ulrich und Luis Ulrich*

1	Einführung	469
2	Trockenbohrverfahren	469
2.1	Allgemeines	469
2.2	Seilgeführte Werkzeuge	470
2.3	Drehende Werkzeuge	470
2.4	Kellybohrverfahren	474
2.5	Schneckenbohrverfahren (Continuous Flight Auger CFA)	476
2.6	Verdrängerbohrverfahren	483
2.7	Bohrgeräte	486
2.8	Verrohrungsanlagen	488
3	Spülbohrverfahren	489
3.1	Allgemeines	489
3.2	Direktes Spülbohren (Rotary Drilling)	490
3.3	Indirektes Spülbohren, Saugbohren (Reverse Circulation Drilling)	492
4	Kernbohren	495
5	Geothermiebohrungen	495
6	Bohrverfahren für den Baugrundaufschluss	499
7	Sonderbohrverfahren	500
7.1	Vibrationsbohrverfahren „sonic drilling“	500
7.2	Aufsatz- und Offshore-Bohranlagen – Fly Drill	501
8	Literatur	502

2.7 Horizontalbohrungen und Rohrvortrieb*Hermann Schad, Carola Vogt-Breyer und Hans-Joachim Bayer*

1	Einleitung	505
2	Horizontalbohrungen	509
2.1	Allgemeines	509
2.2	Bohrtechnik im Lockergestein	510
2.3	Bohrsteuerung im Lockergestein	510
2.4	Leitungsverlegung	512
2.5	Anwendungsmöglichkeiten	514
2.6	Bohrtechnik für Bohrungen in Fels	519
2.7	Anwendungen für HDD-Bohren im Fels	524
2.8	Verdrängungshämmer	529
2.9	Horizontalrammen	531
2.10	Erdbohr- und Pressbohrverfahren	532
3	Rohrvortrieb	535
3.1	Allgemeines	535
3.2	Grundlagen der Rohrvortriebstechnik	535
3.3	Maschinen und Geräte für den Rohrvortrieb	539
3.4	Vortriebsrohre	541

3.5	Bauausführung	544
3.6	Schmierung	546
3.7	Verdämmung	547
4	Grabenlose Erneuerung von Leitungen	548
4.1	Allgemeines zu den Verfahren	548
4.2	Voraussetzungen für die Anwendung grabenloser Verfahren zur Leitungserneuerung	549
4.3	Rohrberstverfahren (Berstlining)	550
4.4	Rohrauswechselverfahren	552
4.5	Ringraumverfüllung	555
4.6	Wahl des Materials für die neue Leitung	555
4.7	Überbohren von Leitungen	555
5	Literatur	556

2.8 Einbringverfahren für Pfähle und Spundbohlen:

Rammen, Vibrieren, Pressen

Fritz Berner und Christian Moormann

1	Anwendung von Ramm- und Ziehverfahren	559
2	Einbringgut	560
2.1	Arten	560
2.2	Verdrängungspfähle (Rammfpähle)	560
2.3	Spundbohlen	562
2.4	Kombinierte Spundwandsysteme	563
2.5	Kanaldielen	563
2.6	Leichtprofile	563
2.7	Stahlträger	563
3	Geräte	564
3.1	Allgemeines	564
3.2	Geräteträger	564
3.3	Mäkler	566
3.4	Geräte – Ramm- und Vibrationstechnik	569
3.5	Geräte – Einpresstechnik	575
3.6	Rammhilfsmittel	579
4	Einbringtechnik	581
4.1	Baugrundbeurteilung	581
4.2	Einbringverfahren gemäß Baugrund	582
4.3	Einbringhilfen	583
5	Einbringen von Spundbohlen	585
5.1	Allgemeines	585
5.2	Herstellen von Rammelementen	586
5.3	Fortlaufendes Einbringen	586
5.4	Staffelweises Einbringen	586
5.5	Fachweises Einbringen	587
5.6	Einrammen kombinierter (gemischter) Wände	588

5.7	Abweichen von der Soll-Lage	589
5.8	Maßnahmen gegen das Abweichen	590
5.9	Schallarmes Einbringen	592
6	Ziehen	594
6.1	Maßnahmen vor und während des Einrammens	594
6.2	Ziehvorgang	594
7	Geotechnische Aspekte	595
7.1	Einfluss der Herstellmethode auf den Boden und das Tragverhalten	595
7.2	Erschütterungen infolge des Herstellvorgangs	620
8	Literatur	629

2.9 Grundwasserströmung – Grundwasserhaltung

Berhard Odenwald, Uwe Hekel und Henning Thormann

1	Grundwasserhydraulik	635
1.1	Grundlagen	635
1.2	Berechnung von Grundwasserströmungen	649
1.3	Vertikal-ebene Berechnung von stationären Grundwasserströmungen	652
1.4	Vertikal-ebene Berechnung von instationären Grundwasserströmungen	677
1.5	Rotationssymmetrische Berechnung von stationären Grundwasserströmungen	687
1.6	Rotationssymmetrische Berechnung von instationären Grundwasserströmungen	724
1.7	Dreidimensionale Berechnung von Grundwasserströmungen	739
1.8	Berechnung von Grundwasseranreicherungen	740
1.9	Entwässerung durch Unterdruck	741
1.10	Einfluss der Grundwasserströmung auf den Boden	741
2	Ermittlung geohydraulischer Parameter	743
2.1	Übersicht und Bewertung der Bestimmungsverfahren	743
2.2	Abschätzung der Durchlässigkeit nach Erfahrungswerten	744
2.3	Abschätzung der Durchlässigkeit mithilfe der Kornverteilung	744
2.4	Pump- und Injektionsversuche	747
2.5	Einfache Bohrlochversuche (offene Systeme)	760
2.6	Spezielle Bohrlochversuche (geschlossene Systeme)	765
2.7	Laborversuche	768
3	Grundwasserhaltung	769
3.1	Wasserhaltungen und Wasserhaltungsverfahren	769
3.2	Grundlagen für die Planung und Dimensionierung	773
3.3	Offene Wasserhaltung und Dränagen	779
3.4	Vertikale Brunnen – Grundwasserabsenkung durch Schwerkraft	780
3.5	Entwässerung durch Unterdruck	797
3.6	Wiederversickerung	803
3.7	Wasserhaltung und Umwelttechnik	806
3.8	Wasserhaltung innerhalb dichter Baugruben	810

4	Literatur	814
---	-----------------	-----

2.10 Hydraulisch bedingte Grenzzustände*Karl Josef Witt*

1	Einleitung	821
2	Geohydraulische Grundlagen	821
3	Hydraulische bedingte Grenzzustände	827
3.1	Auftrieb und Aufschwimmen	827
3.2	Hydraulischer Grundbruch und Bodenverflüssigung	833
3.3	Erosion, Filtration, Suffosion und Piping	839
4	Schlussbemerkung	855
5	Literatur	856

2.11 Geotechnisches Erdbebeningenieurwesen*Christos Vrettos*

1	Einleitung	863
2	Seismologische Grundlagen	864
2.1	Erdbeben	864
2.2	Quantifizierung der Erdbebenstärke	865
3	Parameter der seismischen Bodenbewegung	867
3.1	Beschleunigung, Geschwindigkeit, Verschiebung	867
3.2	Frequenzgehalt	869
3.3	Antwortspektren	869
3.4	Prognosegleichungen der Bodenbewegung	870
3.5	Starkbebendauer und Zyklenzahl	871
3.6	Generierte Beschleunigungszeitverläufe	873
4	Erdbebengefährdung und Erdbebenkarten	874
4.1	Abschätzung der Erdbebengefährdung	874
4.2	Erdbebenkarten	876
5	Einfluss der Standortverhältnisse	878
5.1	Einfluss des Untergrunds	878
5.2	Untergrundabhängige Spektren	882
5.3	Einfluss der Boden-Bauwerk-Interaktion	886
6	Berechnung der seismischen Bodenantwort	887
7	Böschungen und Erddämme	891
8	Verflüssigung	897
9	Erddruck auf Stützbauwerke	901
10	Literatur	904

2.12 Geokunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau*Fokke Saathoff und Gerhard Bräu*

1	Allgemeines	915
2	Grundlagen und Begriffe	915
2.1	Einteilung der Geokunststoffe	915
2.2	Geotextilien	916
2.3	Geotextilverwandte Produkte	923
2.4	Dichtungsbahnen	925
2.5	Dichtungsbahnverwandte Produkte	927
2.6	Rohstoffe	928
2.7	Funktionen	929
2.8	Hinweise zur Bauausführung	937
2.9	Prüfverfahren	937
3	Einsatzbereiche	940
3.1	Küstenschutz	940
3.2	Verkehrswasserbau	958
3.3	Wasserwirtschaft, Kulturwasserbau und kleine Fließgewässer	972
3.4	Staudammbau	975
3.5	Deponiebau	982
3.6	Landverkehrswegebau	994
4	Vertragsgestaltung	1021
4.1	Regelwerke	1021
4.2	Lieferbedingungen	1022
4.3	Qualitätssicherung	1022
4.4	Ausschreibung	1023
4.5	Abrechnung und Gewährleistung	1024
5	Schlussbemerkung	1024
6	Literatur	1025
	Stichwortverzeichnis	1037
	Inserentenverzeichnis	1068

Autoren-Kurzbiografien

Dietmar Adam, Jahrgang 1968, war nach dem Studium wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Grundbau und Bodenmechanik der Technischen Universität Wien und gründete im Jahre 1998 ein Ingenieurbüro mit Schwerpunkt Geotechnik. Seine Habilitation erfolgte 2002. Seit 2009 ist er Ordinarius für Grundbau, Boden- und Felsmechanik am Institut für Geotechnik der TU Wien und dessen Institutsvorstand. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen theoretische und experimentelle Bodendynamik, Bodenverbesserung, Verdichtung und Verdichtungskontrollen sowie Geothermie. Er initiierte zahlreiche nationale und internationale Forschungsprojekte mit zukunftsweisenden Erkenntnissen. Im Jahre 2008 wurde er mit dem Österreichischen Staatspreis für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Erdwärme ausgezeichnet. Seine Beratungstätigkeit ist durch ein hohes Maß an Internationalität geprägt, er wickelte Ingenieurprojekte in mehr als 40 Ländern auf allen Kontinenten ab. Er ist Geschäftsführer des Österreichischen Nationalkomitees der ISSMGE und in zahlreichen nationalen wie internationalen Normen- und Richtlinienausschüssen aktiv, Mitglied mehrerer „Technical Committees“ der ISSMGE sowie als Experte der Staubeckenkommission und als Tunnelbausachverständiger der Republik Österreich tätig. Er ist Herausgeber der Zeitschrift Bauingenieur.

Hans-Joachim Bayer, Jahrgang 1955, studierte an der Technischen Universität Clausthal parallel Geologie und Bergwesen. Von 1979 bis 1982 promovierte er an der TU Clausthal mit einer Dissertation über die Tektonik der Schwäbischen Ostalb. Bis 1987 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Angewandte Geologie der Universität Karlsruhe und war nebenamtlich technischer Ausbau- und Betriebsleiter eines größeren Besucherbergwerks in Aalen-Wasseralfingen. Seit 1987 arbeitet er als Industriegeologe in der Bohrindustrie, war dort neben Projektaufgaben zunächst in der Forschung und Entwicklung von Bohrsystemen und schließlich als Abteilungsleiter tätig. Seit 2000 ist er Leiter „Neue Anwendungstechniken“ der Fa. Tracto-Technik GmbH & Co. KG, Lennestadt. Seine gesamte Berufstätigkeit war er mit aktiven Auslandsprojekten, u. a. mit zahlreichen Einsätzen in Brasilien, Griechenland, Saudi-Arabien, Jordanien, Ägypten, Spanien und den USA verbunden. Seit 2016 ist er zusätzlich Lehrbeauftragter für Ingenieur-Geologie im Departement Bauwesen der Universität Siegen. Er verfasste mehrere Fachbücher zur Bohrtechnologie.

Fritz Berner, Jahrgang 1951, studierte Bauingenieurwesen an der Universität Stuttgart und schloss sein Diplom 1975 mit der Untersuchung eines Traglufthallenstoffs ab. Nach dreijähriger Tätigkeit als verantwortlicher Tragwerksplaner und Bauleiter in einer Bauunternehmung sowie weiteren fünf Jahren als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Baubetriebslehre der Universität Stuttgart promovierte er 1983 zum Dr.-Ingenieur. Nach einigen Berufsjahren war er als Niederlassungsleiter in einem mittelständischen Bauunternehmen tätig. Ab 1987 übernahm er die Position des Geschäftsführers und von 1994 bis 2009 die des geschäftsführenden Gesellschafters

und Vorstandsvorsitzenden innerhalb einer großen Bauunternehmung. 1994 trat er als Universitäts-Professor die Leitung des Instituts für Baubetriebslehre an der Universität Stuttgart an. Von 1996 bis 1998 war er Dekan der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen. Seit 1999 widmet er sich der Ganzheitlichkeit des Bauens und der Ausweitung auf die Immobilie im Gesamten. Im Jahr 2000 wurde durch ihn der neue Studiengang „Immobilientechnik und Immobilienwirtschaft“ an der Universität Stuttgart mitinitiiert. 2001 war er Gründungsmitglied der „Stiftung Immobilie“ und ist seitdem auch Kuratoriumsmitglied. Im Jahr 2005 wurde er zum Mitglied des Vorstands der Vereinigung Stuttgarter Studentenwohnheime e. V. gewählt. Zwei Jahre später initiierte er das Institut für wirtschaftliches und technisches Immobilienmanagement – IWTI GmbH. 2014 gründete er zusammen mit der KIT das German Lean Construction Institute – GLCI e. V., in dem er seither als stellvertretendes Vorstandsmitglied agiert.

Gerhard Bräu, Jahrgang 1960, studierte an der Technischen Universität München Bauingenieurwesen und arbeitet dort seither als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl und Prüfamt für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau in Forschung, Lehre und Projektbearbeitung. Er ist Mitglied und Leiter mehrerer Fachausschüsse der IGS, DGGT, FGSV und des DIN aus den Themenbereichen Erd- und Grundbau, Geokunststoffe und Qualitätssicherung. Insbesondere leitet er seit 2001 den Arbeitskreis AK 5.2 „Berechnung und Dimensionierung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen“ der DGGT, der die gleichnamigen Empfehlungen (EB-GEO) erstellt.

Uwe Hekel, Jahrgang 1961, studierte Geologie an den Universitäten Bonn und Tübingen. Er promovierte mit einem Forschungsprojekt am Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg zu den hydrogeologischen Eigenschaften toniger Festgesteine (Opalinuston). Seit 1992 ist er bei der HPC AG in Rottenburg tätig. Als Geschäftsleiter für Geohydraulik baute er eine Abteilung für geohydraulische Bohrlochversuche auf und entwickelte Methoden für die Daten- und Aquiferanalyse. Weitere Tätigkeitsschwerpunkte sind Grundwasserverunreinigungen und Baumaßnahmen im Grundwasser sowie die Qualitätssicherung und die fachspezifische Mitarbeiterausbildung. Als Lehrbeauftragter der Universität Tübingen sowie als 1. stellvertretender Vorsitzender und Seminarreferent der Fachsektion Hydrogeologie (FH DGGV) wirkt er am Wissenstransfer zwischen Theorie und Praxis mit. Darüber hinaus ist er in Arbeitskreisen für Regelwerke und Normen zu hydrogeologischen Themen aktiv.

Fabian Kirsch, geboren 1971 in Frankfurt am Main studierte von 1991 bis 1997 Bauingenieurwesen an der Technischen Universität Braunschweig mit Studienaufenthalten am Indian Institute of Technology, New Delhi und an der University of Glasgow, Schottland. Im Anschluss an das Studium arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Grundbau und Bodenmechanik für Technischen Universität Braunschweig und promovierte im Jahr 2004 über experimentelle und numerische Untersuchungen zum Tragverhalten von Rüttelstopfsäulengruppen. Seit 2004 ist er zunächst als Projektgenieur und schließlich ab 2008 als geschäftsführender Gesellschafter bei der GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH in Berlin tätig. Darüber hinaus ist er Geschäftsführer des GuD-Verbundbüros BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieurgesellschaft mbH in Hamburg. Fabian Kirsch ist anerkannter Prüfsachverständiger für

Erd- und Grundbau und Mitglied in mehreren Arbeitskreisen sowie seit 2016 Mitglied im Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik. Überdies berät er das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) im Rahmen der Erstellung der BSH-Standards und hält Lehrveranstaltungen an der Technischen Universität Berlin mit dem Schwerpunkt Baugrundverbesserungen.

Wolfgang Meiniger, Jahrgang 1941, studierte Bauingenieurwesen an der Technischen Universität München. Nach dem Studium war er zunächst mehrere Jahre bei der Bauunternehmung Conrad Zschokke in der Abteilung für Spezialtiefbau in Zürich tätig und anschließend als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Geotechnik an der Ecole Polytechnique Federale de Lausanne. Seit 1971 arbeitete er in der Abteilung Geotechnik der Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart. Er betreute hier zunächst als Referatsleiter die Bereiche Baugrunduntersuchungen und Grundbau und wurde 1991 stellvertretender Abteilungsleiter. Den Schwerpunkt seiner Tätigkeit bildeten konstruktive Zugelemente im Grundbau wie vorgespannte Verpressanker, Zugpfähle und Nägel. Auf diesem Gebiet war er Mitglied in mehreren Ausschüssen.

Christian Moormann, Jahrgang 1970, studierte Bauingenieurwesen an der Universität Hannover und schloss sein Diplom mit der Vertiefungsrichtung Konstruktiver Ingenieurbau 1994 ab. Nach einer Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut und der Versuchsanstalt für Geotechnik der Technischen Universität Darmstadt promovierte er 2002 über ein Thema zur Baugrund-Grundwasser-Interaktion bei tiefen Baugruben. In der Folge war Prof. Moormann als Beratender Ingenieur und Geschäftsführer in Ingenieurbüros für Geotechnik tätig. 2009 erwarb er an der Technischen Universität Darmstadt mit einer Habilitationsschrift zu „Möglichkeit und Grenzen experimenteller und numerischer Modellbildungen zur Optimierung geotechnischer Verbundkonstruktionen“ die Venia Legendi für das Fach „Bodenmechanik und Grundbau“. Seit 2010 hat er als Universitätsprofessor die Leitung des Institutes für Geotechnik an der Universität Stuttgart übernommen. Forschungsschwerpunkte sind u. a. Numerische Methoden in der Geotechnik, Halbfestgesteine, Pfähle/Baugrundverbesserungen, tiefe Baugruben, Geothermie und Verkehrswegbau. Prof. Moormann ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Erdbau, Grundbau, Felsbau sowie Spezialtiefbau und ist als Inhaber des Ingenieurbüros Prof. Moormann Geotechnik Consult beratend und prüfend bei zahlreichen, auch internationalen Projekten in die Ingenieurpraxis eingebunden. Er ist Mitglied und Obmann in diversen nationalen und internationalen Fachgremien und Normenausschüssen, so ist Prof. Moormann u. a. Obmann des deutschen Normenausschusses „Pfähle“ (gleichzeitig AK 2.1 der DGGT) wie auch des europäischen Normenausschusses „Pile Design“ im TC250/SC 7.

Bernhard Odenwald, geboren 1957, studierte Bauingenieurwesen an der Universität Karlsruhe. Anschließend war er dort am Institut für Hydromechanik als Lehrstuhlasistent sowie in der Forschungsgruppe Grundwasser tätig. Thema seiner Promotion ist die Parameteridentifizierung bei numerischen Grundwasserströmungsmodellen. Nach mehrjähriger Tätigkeit als Bereichsleiter in einem Ingenieurbüro mit dem Schwerpunkt Abfall- und Abwassertechnik wechselte er zur Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) in Karlsruhe. Hier leitet er seit 2003 das Referat Grundwasser der Abteilung Geotechnik. Das Referat bearbeitet Grundwasserfragestellungen bei Planung, Bau und

Unterhaltung von Bauwerken der Bundeswasserstraßen. Schwerpunkte sind dabei die Beurteilung der Dammstandsicherheit, der Einwirkungen des Grundwassers auf die Wasserbauwerke und deren Baugrund sowie der Auswirkungen von Baumaßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse. Er ist maßgeblich beteiligt an der Erstellung und Überarbeitung von BAW-Merkblättern (MSD, MMB, MAK) und ist Mitglied in mehreren deutschen und europäischen Normungsausschüssen (DIN 19702, DIN 19712, DIN 19700-13, ATV DIN 18305, EC 7). Forschungsschwerpunkte des Referates sind Labor- und Feldversuche sowie numerische Untersuchungen zur Beschreibung der Wechselwirkungen zwischen Baugrund und Grundwasser.

Wolfgang Orth, Jahrgang 1951, studierte Bauingenieurwesen an der Universität Karlsruhe in der Vertiefungsrichtung Bodenmechanik und Grundbau. Nach einem einjährigen Aufbaustudium bearbeitete er am Institut für Boden- und Felsmechanik der Universität Karlsruhe mehrere Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der Bodenvereisung und promovierte dort über das mechanische Verhalten von gefrorenem Sand. Anschließend leitete er 5 Jahre lang die Niederlassung eines geotechnischen Beratungsbüros, die er 1991 übernahm und seither als selbstständiger Beratender Ingenieur betreibt. Neben vielen normalen geotechnischen Projekten plante oder prüfte er seither zahlreiche Bodenvereisungen im Tief- und Tunnelbau. Seit 1992 ist er auch prüfend als anerkannter Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht tätig. Seit 2004 hat er am Karlsruher Institut für Technologie einen Lehrauftrag für das Fach „Bodenverbesserung, Injektionstechnik und Gefrierverfahren“.

Fokke Saathoff, Jahrgang 1957, studierte Bauingenieurwesen an der Universität Hannover und promovierte 1991 dort am Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen über „Geokunststoffe in Dichtungssystemen“. 7 Jahre war er bei der Naue-Fasertechnik in der Geschäftsleitung tätig, anschließend gründete er 1998 das Ingenieurbüro BBG Bauberatung Geokunststoffe. Seit 2006 ist er Universitäts-Professor, Inhaber der Professur für Geotechnik und Küstenwasserbau an der Universität Rostock. Seit 1984 ist er als Geokunststoff-Experte in mehreren nationalen und internationalen Gremien tätig, u. a. Obmann des DGGT-Arbeitskreises Ak 5.1 „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau“, Obmann des FGSV-Arbeitskreises Ak 5.4.1 über Begrünungs- und Erosionsschutzmaßnahmen und Leiter der UAG Ak 5.1–Ak 6.1 „Geokunststoffe im Deponiebau“. Er ist seit der 3. Auflage 1987 Autor des Grundbau-Taschenbuchs.

Hermann Schad, Jahrgang 1945, studierte Bauingenieurwesen an der Universität Stuttgart. Nach der Diplomprüfung 1969 arbeitete er bis 1972 als Statiker bei der Philipp Holzmann AG in Frankfurt und in Hamburg. Von 1972 bis 1990 war er Mitarbeiter bei Prof. Ulrich Smoltczyk. In dieser Zeit promovierte und habilitierte er mit Arbeiten zur Anwendung numerischer Verfahren sowie zum zeitabhängigen Materialverhalten von Böden. Die Tätigkeit an der Universität Stuttgart wurde 1980 bis 1985 unterbrochen durch die Arbeit als Technischer Referent bei der Württembergischen Bau-Berufsgenossenschaft. Von 1991 bis 1994 bearbeitete er bei Smoltczyk & Partner als Baugrundgutachter verschiedene Großprojekte in den Bereichen Erdbau, tiefe Baugruben und Brückengründungen. Von 1994 bis 2010 leitete er die Abteilung Geo-

technik der Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart und lehrte am Institut für Geotechnik.

Wolfgang Sondermann, Jahrgang 1950, studierte an der Technischen Universität Braunschweig Bauingenieurwesen. Ab 1976 war er bei der Philipp Holzmann AG in Frankfurt in der Zentralabteilung für die technische Bearbeitung von Tiefbauprojekten tätig und betreute diese teilweise in der Bauausführung im In- und Ausland. 1979 kehrte er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an das Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig zurück und promovierte 1983 zum Thema „Bewehrte Erde“. Bis 1986 war er in der Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Hans Simons als Beratender Ingenieur und Gutachter tätig. 1986 trat er in die Firma Keller Grundbau GmbH ein. Nach 5 Jahren Tätigkeit in der Abteilung Beratung und Entwicklung wurde ihm 1991 die Leitung des Bereichs Nord einschließlich der neuen Bundesländer übertragen. Ab 1998 war er in der Geschäftsleitung, seit 2001 alleiniger Geschäftsführer der Keller Grundbau GmbH sowie seit 2003 Executive Director der Keller Group plc mit dem Verantwortungsbereich Kontinentaleuropa, Mittlerer Osten, Afrika und Asien, bevor er 2011 als Group Executive Director die globale Verantwortung für „Engineering and operations“ übernahm. Seit April 2017 ist er als selbstständiger Beratender Ingenieur tätig. Er ist Mitglied im Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) und seit 2014 Vorsitzender des Vorstandes der Gesellschaft. Seit 2003 ist er auch Lehrbeauftragter der Technischen Universität Darmstadt für Sonderfragen des Grundbaus.

Henning Thormann, Jahrgang 1967, studierte an der TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geotechnik, Fachrichtung Bergbau-Tiefbau. Die ersten 5 Berufsjahre war er als Projektleiter für BAUER Spezialtiefbau tätig. Seit 1998 ist er in leitender Position bei der Brunnenbau Conrad GmbH angestellt. Er ist Leiter der Niederlassung in München und Geschäftsführer des Tochterunternehmens in der Schweiz. Im Rahmen seiner Tätigkeit veröffentlichte Henning Thormann mehrere Fachaufsätze über Großprojekte in der Brunnenbauer-Fachzeitschrift bbr. Seit 2007 referiert er jährlich beim Ausbildungszentrum der Bayrischen Bauindustrie in Nürnberg über das Thema der Praxis der Wasserhaltung. Er ist Mitglied im DIN-Normenausschuss Bauwesen STLB-Bau LB 005 / 008 (GAEB) und bei der ATV DIN 18305 Wasserhaltungsarbeiten und DIN 18302 Arbeiten zum Ausbau von Bohrungen. Er leitet Forschungsprojekte über Vakuumwasserhaltung in Kooperation mit der HTWK Leipzig, Institut für Grundbau. Seine Hauptschwerpunkte liegen in komplexen Wasserhaltungsprojekten für Baugruben und Tunnel.

Georg Ulrich studierte Maschinenbau und Bauingenieurwesen an der Technischen Universität Stuttgart und promovierte dort am Geotechnischen Institut. Seit 1973 betreibt er ein eigenständiges Geotechnisches Büro mit angegliederter Bohrabteilung in Leutkirch/Allgäu.

Luis Ulrich studierte Bauingenieurwesen an der Technischen Universität München mit Abschluss im Jahr 2014. Nach einem 1-jährigen Arbeitsaufenthalt im Spezialtiefbau in Toronto/Kanada ist er als Geschäftsführer in die Dr.-Ing. G. Ulrich Geotechnik GmbH eingetreten.

Christos Vrettos, Jahrgang 1960, studierte Bauingenieurwesen an der Universität Karlsruhe. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Boden- und Felsmechanik promovierte er dort im Jahre 1988. Postdoktorand an der Universität Kyoto in Japan und am M.I.T. in Boston. Anschließend bis 1996 Oberingenieur am Grundbauinstitut der TU Berlin, wo er habilitierte. Umfangreiche praktische Erfahrung durch die nachfolgende Tätigkeit in dem Technischen Büro eines Baukonzerns und in einem großen geotechnischen Planungsbüro. Seit 2004 leitet er den Lehrstuhl für Bodenmechanik und Grundbau an der TU Kaiserslautern. Berater für bedeutende Projekte im In- und Ausland. Forschungsschwerpunkte umfassen die dynamische Boden-Bauwerk-Interaktion, die experimentelle Bodendynamik, die Modellierung und Dimensionierung von Gründungen und geotechnischen Bauwerken sowie die Terramechanik.

Carola Vogt-Breyer, Jahrgang 1966, studierte Bauingenieurwesen, Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau, an der Universität Kaiserslautern. Nach der Diplomprüfung 1991 arbeitete sie 3 Jahre lang bei Smoltczyk & Partner, Stuttgart, und war mit der Erstellung von Baugrundgutachten und erdstatistischen Berechnungen befasst. Von 1994 bis 1999 war sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Geotechnik der Universität Stuttgart beschäftigt und promovierte bei Prof. Vermeer mit einer vergleichenden Untersuchung von Modellversuchen, Großversuchen und numerischen Analysen. Danach hat sie bei Smoltczyk & Partner projektleitend geotechnisch beraten und war an internationalen Großprojekten schwerpunktmäßig mit numerischen Analysen beteiligt. Im Rahmen eines Aufenthalts in Dänemark war sie als Projektleiterin bei GEO in Aarhus tätig mit den Schwerpunkten Baugrundgutachten und erdstatistische Berechnung von Hafenanlagen. Seit 2006 ist sie Professorin an der Hochschule für Technik Stuttgart und leitet seit 2015 den Masterstudiengang Grundbau/Tunnelbau.

Lutz Wichter studierte Bauingenieurwesen an der Universität Karlsruhe und war anschließend am Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Nach der Promotion arbeitete er in einer Spezialtiefbaufirma und übernahm 1982 die Leitung der Abteilung Erd- und Grundbau an der Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg (Otto-Graf-Institut) in Stuttgart. Von 1993 bis 2012 war er Inhaber des Lehrstuhls für Bodenmechanik und Grundbau / Geotechnik an der Brandenburgischen Technischen Universität in Cottbus und leitete bis 2008 auch die Forschungs- und Materialprüfanstalt der Universität. Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen der Geokunststoffe, der Verpressankertechnik und Bodenvernetzung, der Pflasterbauweisen und der Schadensanalysen. Er war Mitglied und Leiter mehrerer Fachausschüsse aus den Bereichen Grundbau und Baustoffe des DIBt, der FGSV und des DIN.

Karl Josef Witt, Jahrgang 1951, war von 1997 bis zur Emeritierung 2017 Universitäts-Professor für Geotechnik an der Bauhaus-Universität Weimar und ist Gesellschafter sowie wissenschaftlicher Berater des Ingenieurbüros witt & partner geoprojekt GmbH. Seine Forschungsschwerpunkte decken den Bereich Sicherheit von geotechnischen Bauwerken, Bodenstrukturen, innere Erosion und Umweltgeotechnik ab. Er war Mitglied zahlreicher Gremien, Ausschüsse und Arbeitsgruppen, ist vereidigter Sachverständiger und Vermittler bei komplexen Schadens- und Streitfällen sowie gefragter Prüfingenieur für Erd- und Grundbau. Er studierte an der Universität Karlsruhe

Bauingenieurwesen und promovierte am Institut für Grundbau Bodenmechanik und Felsmechanik mit einer Arbeit über Filtrationseigenschaften weitgestufter Erdstoffe. Die weit über 30-jährige praktische Erfahrung und die Nähe zu Projekten des Erd- und Grundbaus im Schnittbereich zwischen Ingenieurpraxis und Wissenschaft hat er sich zunächst in einem wasserbaulichen Planungsbüro und schließlich als selbstständiger Beratender Ingenieur erworben.

2.1 Erdbau

Dietmar Adam

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Der Erdbau befasst sich mit der Herstellung von Erdbauwerken, wie Dammbauwerken, und Einschnitten in bestehendes Gelände. Als Baustoffe kommen für Anschüttungen mineralische, aber auch künstliche Schüttmaterialien infrage. Der Erdbau ist demnach eine Form der Massenbewegung zur Herstellung von Dammbauwerken und Einschnitten. Zum Erdbau zählen aber auch ausgewählte Bodenverbesserungsmaßnahmen, wie zum Beispiel der Bodenaustausch, oder auch die Herstellung von Auf- und Hinterfüllungen.

Ein Erdbauwerk ist gemäß DIN EN 16907-1:2016-01 [89]: Ein durch Erdarbeiten (Einschnitte, Aufschüttung) entstandenes Tiefbauwerk, das aus Böden, Fels, Nebenprodukten oder aufbereitetem Material hergestellt wurde.

Der Erdbau ist ein interdisziplinäres Fachgebiet. Die Geotechnik befasst sich mit den konstruktiven Grundlagen zur Planung und Herstellung von standsicheren, gebrauchstauglichen und dauerhaften Erdbauwerken. Die Bauverfahrenstechnik befasst sich mit der wirtschaftlichen Optimierung, um die Herstellungskosten, aber auch die damit verbundenen Umweltauswirkungen zu minimieren. Gerade im Erdbau werden große Massen in Bewegung gesetzt, daher kommt diesem Aspekt besondere Bedeutung zu.

Dass der Erdbau ein ausgeprägt interdisziplinäres Themengebiet darstellt, wird auch durch die große Anzahl an Regelwerken ersichtlich. Für alle Fachbereiche, wie z.B. für Straßenbau, Eisenbahnbau, Deponiebau, Staudammbau usw. gibt es zahlreiche Regelwerke, Normen und Vorschriften und damit unterschiedlichste Anforderungen an Erdbauwerke. Auch bei den Schüttmaterialien gibt es eine weite Bandbreite von Materialien, die für den Erdbau infrage kommen, es handelt sich dabei nicht immer um mineralische Erdbaustoffe, sondern auch Recycling- oder Leichtbaustoffe können beispielsweise zur Anwendung kommen.

Im vorliegenden Kapitel über den Erdbau liegt der Schwerpunkt in der Geotechnik, insbesondere im Bereich der Bodenmechanik, sowie bei den grundbautechnischen Grundsätzen. Da die Bauverfahrenstechnik ebenfalls eng vernetzt mit dem Erdbau ist, wird auf wichtige Aspekte eingegangen, jedoch für eine Vertiefung in dem Bereich muss auf die weiterführende Literatur verwiesen werden.

2.2 Baugrundverbesserung und Injektionen

Wolfgang Sondermann und Fabian Kirsch

1 Einleitung und Überblick

Bauwerke und geotechnische Konstruktionen stellen spezifische Anforderungen an die Baugrundeigenschaften, um ihre Funktion zu erfüllen. Gebäude müssen im Untergrund standsicher gegründet oder Baugruben wirksam auf Erdruck- und Wasserdruckeinwirkungen bemessen und gegen zuströmendes Wasser gedichtet werden. Hierfür muss der Baugrund so beschaffen sein, dass die Voraussetzungen für die geotechnische Nachweisführung gegeben sind.

Stellt sich im Zuge der geotechnischen Untersuchungen heraus, dass der Baugrund die für den Anwendungsfall erforderlichen Eigenschaften zum Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit oder der Gebrauchstauglichkeit nicht aufweist, so kann:

- a) dieser ungeeignete Baugrund durch entsprechende konstruktive Maßnahmen überbrückt werden,
- b) der ungeeignete Baugrund entfernt und durch geeigneten ersetzt werden,
- c) der ungeeignete Baugrund durch verbessernde Maßnahmen zur Eignung gebracht werden.

In vielen Fällen ist es die ökonomischste Lösung, die Eigenschaften des Baugrunds durch technische Maßnahmen so zu verändern, dass die gewünschten Voraussetzungen erfüllt werden.

Sämtliche in diesem Kapitel behandelten Verfahren streben eine Verbesserung bestimmter Baugrundeigenschaften an. Dazu zählen beispielsweise die Erhöhung der Lagerungsdichte und der Festigkeit zur Verbesserung der Standsicherheit oder die Reduktion der Zusammendrückbarkeit zur Verringerung von Verformungen. Oftmals reicht auch eine Vergleichmäßigung der Baugrundeigenschaften im Sinne einer Homogenisierung aus, um in Bezug auf das Projektziel die gewünschten Randbedingungen zu schaffen. In manchen Anwendungsfällen kann es erforderlich sein, die Durchlässigkeit von Böden zu erhöhen, um Setzungsprozesse zu beschleunigen oder der Gefahr von Porenwasserüberdrücken und damit einhergehenden Festigkeitsreduktionen oder dem Phänomen der Verflüssigung entgegenzuwirken. Auch ist es ein häufiger Anwendungsfall von Baugrundverbesserungen, die Durchlässigkeit zu verringern, um beispielsweise unterhalb von Erddämmen die Strömungsgeschwindigkeiten herabzusetzen oder Baugrubenbereiche abzudichten.

Das vorliegende Kapitel über Baugrundverbesserungen und Injektionen kann aufgrund der Breite der Anwendungsfälle und der Vielzahl der unterschiedlichen Tech-

2.3 Verstärkung von Gründungsstrukturen

Karl Josef Witt

1 Einleitung

In keinem der Standardwerke der Architektur und Baukultur der Antike, Romanik, Renaissance oder Barock finden sich Hinweise zu Gründungen oder gar zur Nutzung bestehender Fundamente. Viele historische Bauwerke haben auch bis heute keine erkennbaren Setzungsschäden oder Mängel in der Gründung, obwohl sie ohne Kenntnis der Bodenmechanik und ohne Regelwerke rein empirisch bemessen, teilweise sogar auf steinigen Auffüllungen oder auf Relikten vorhandener Fundamente aus Steinen und Holz gebaut wurden und mannigfache Laständerungen bei Umnutzungen oder Restaurierungen der Bauwerke erlebt haben. Hieraus abzuleiten, die Gründung eines Bauwerks sei trivial und Fundamente seien nicht einer Alterung unterworfen, ist ein Trugschluss. Richtig dagegen ist, dass nur sehr robuste, nach heutigen Maßstäben überdimensionierte historische Gründungsstrukturen aus beständigen Materialien über eine lange Zeit die erwartete Funktion erfüllt haben. Viele historische Bauwerke mit im Verhältnis zur Tragfähigkeit des Baugrunds schwachen Fundamenten haben nicht überlebt. Manche zeigten im Laufe der Nutzung lediglich Schiefstellungen oder Setzungsrisse im Bauwerk, die konstruktiv beherrscht wurden. Historische Gründungen sind materialbedingt relativ flexibel und gegenüber Setzungen bestand früher eine größere Toleranz, solange die Integrität des Bauwerks nicht beeinträchtigt war. Im Übrigen kann die Folge von Setzungen auch eine natürliche Stabilisierung des Baugrunds sein. Die meisten Gründungen verhalten sich duktil.

Ganz gleich, ob historische oder neuere Bauwerke betrachtet werden, wenn durch seitliche Abgrabungen, durch eine Änderung der Baugrundeigenschaften, durch Alterung einer Gründung, durch Erschütterungen oder durch Lasterhöhungen Setzungen von Fundamenten zu erwarten oder bereits aufgetreten sind, welche die Tragfähigkeit oder die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks unverträglich beeinträchtigen, sind Maßnahmen zur Verstärkung der Gründungsstruktur oder zur Stabilisierung des Baugrunds angesagt. Solche Baumaßnahmen im Bestand sind immer eine Herausforderung an den Bauherrn, die Fachplaner und die Bauausführung. Es gibt weder eine einheitliche Ursache für schädliche Verformungen noch einen Königsweg der Sanierungsmethode. Die Bauweise und der Zustand einer Gründung, der Umfang und die weitere Entwicklung einer Schädigung, das erforderliche Maß einer Verstärkung, der Baugrund, die permanenten und veränderlichen Einwirkungen und schließlich die Auswirkungen eines Eingriffs auf das Bauwerk selbst oder auf die Nachbarbebauung sind neben den Kosten individuelle Faktoren und Entscheidungskriterien einer angemessenen Lösung.

2.4 Bodenvereisung

Wolfgang Orth

1 Verfahrensprinzip und Anwendungen

1.1 Allgemeines

Die erste Anwendung einer künstlichen Bodenvereisung fand nach einem Bericht von 1895 im Jahre 1862 an einem Bergwerksschacht bei Swansea, South Wales, statt [61]. Die Weiterentwicklung der Kältemaschinen sowie weitere Verbesserungen führten zu einem Patent für den Gefrierschachtbau durch *Poetsch* [58], in dem bereits alle wesentlichen, bis heute verwendeten Merkmale und Bestandteile einer Bodenvereisung genannt sind.

Die Anwendung des Gefrierverfahrens beschränkte sich bis zum Zweiten Weltkrieg im Wesentlichen auf gewölbeartige Frostkörper, welche mit vergleichsweise einfachen, für ihre Zeit aber durchaus fortschrittlichen Rechenmodellen und Stoffgesetzen [18] zwar nicht besonders wirtschaftlich, aber doch hinreichend sicher bemessen werden konnten. Intensive Grundlagenforschung etwa ab den 1970er-Jahren führte zu erweiterten Kenntnissen über gefrorene Böden, welche u. a. auch die Ausbildung von plattenartigen und auf Biegung und Zug beanspruchten Frostkörpern [60] ermöglichte. Auf diesen Grundlagen entwickelte sich die Bodenvereisung zu einem flexiblen und umweltfreundlichen Verfahren, insbesondere für temporäre Stützbauwerke im Tiefbau. Eine weitere Anwendung ist die Abdichtung zwischen neuen und bestehenden Bauwerken im Grundwasser [54] sowie die Einkapselung von Schadstoffen im Boden [44].

1.2 Wirkungsweise

Bei der Bodenvereisung wird das Porenwasser zu Eis gefroren, wodurch der Boden verfestigt und abgedichtet wird. Sinngemäß kann man von „Eisbeton“ sprechen, wobei das Eis dem Zementleim und der Feststoffanteil den Zuschlagstoffen entspricht. Zum Gefrieren des Porenwassers wird eine Anzahl von Gefrierohten im Boden von einem kalten Fluid durchströmt und entzieht damit dem umgebenden Boden Wärme. Da die Festigkeit gefrorener Böden stark von der Temperatur abhängt, wird der Boden i. d. R. auf mindestens -10°C bis -20°C , oft auch deutlich tiefer abgekühlt. Aus der Umgebung strömt ständig Wärme zum Frostkörper, weshalb die Kühlung über die gesamte Bauzeit aufrechterhalten werden muss. Dementsprechend wird das Gefrierverfahren ausschließlich zur temporären Verfestigung und Abdichtung von Boden eingesetzt, bis ein dauerhaftes Bauwerk hergestellt und funktionsfähig ist.

2.5 Verpressanker, Bodennägel und Zugpfähle

Lutz Wichter und Wolfgang Meiniger

1 Verpressanker

1.1 Allgemeines

Mit Verpressankern ist es heute möglich, große Zugkräfte in nahezu jeden Baugrund einzuleiten und damit Ingenieurbauwerke zu errichten, die vor der Entwicklung der Verpressankertechnik völlig anders ausgefallen wären. Noch zu Beginn der Sechzigerjahre des vergangenen Jahrhunderts zeigte z. B. ein Blick in eine große und tiefe Baugrube zunächst eine Stahlbaustelle. Die Aufnahme der Erddruckkräfte erforderte eine große Anzahl von Steifen aus schweren Stahlprofilen, die zudem bei größeren Baugrubenbreiten wegen der erforderlichen Knicksicherheit eine Vielzahl von vertikalen Stützungen benötigten. Ein wirtschaftliches Arbeiten war in solchen Baugruben kaum möglich, da der Einsatz größerer Geräte durch die Steifen und Stützen verhindert wurde. Ausgesteifte große Baugruben findet man heute kaum noch. Verpressanker haben die Steifen ersetzt.

Verpressanker bestehen aus drei Hauptteilen, nämlich dem Stahlzugglied, dem Ankerkopf und dem Verpresskörper. Das Stahlzugglied, meist ein Spannstahl, ist zwischen dem Verpresskörper und dem Ankerkopf in Längsrichtung frei beweglich und wird nach dem Erhärten des Verpresskörpers vorgespannt (gezogen). Die dadurch erzeugte Ankerkraft wirkt dann aktiv auf das verankerte Bauteil oder den verankerten Erdkörper ein. Ein Verpressanker benötigt also keine Verschiebungen des verankerten Bau- teils oder Erdkörpers, um wirksam zu werden.

1.2 Entwicklung der Ankertechnik

Die Entwicklung vorgespannter Verpressanker begann in Frankreich in den Jahren 1934 bis 1940 mit Konstruktionen der Firmen „Rodio“ und „Sondages, Etanchement, Consolidation“ (heute Soletanche). Die Firmen überwanden als erste die Schwierigkeiten bei der Verankerung des Stahlzugglieds im Kopfbereich und im Bereich der Verpresskörper. Die Verankerungsstrecken lagen zunächst im Fels oder im Massenbeton von Staumauern. In Versuchen wurden Ankerkräfte bis zu 12 MN erreicht. Das waren für die damalige Zeit außerordentlich hohe Kräfte, die aufwendige Dimensionen der Ankerkonstruktion erforderten. Die ersten derartigen Anker wurden in den Jahren 1934 bis 1940 bei der Ertüchtigung bzw. Erhöhung einiger Staumauern in Algerien eingesetzt (Barrage de l’Oued Fergoud 1934 / 2,85 MN; Barrage de Cheurfas 1935 / 10 MN; Barrage de Bou-Hanifia 1938 / 10 MN).

2.6 Bohrtechnik

Georg Ulrich und Luis Ulrich

1 Einführung

Die Bohrtechnik zur Erschließung von Wasser und nutzbaren Mineralien blickt auf eine jahrtausendealte technische Entwicklung zurück. Bereits lange vor der Zeitwende gab es in Ägypten und China Bohrwerkzeuge und Schlagbohrtechniken. Mit der Suche nach Erdöl nahm das drehende Rotary-Bohrverfahren seit dem 19. Jahrhundert eine weltweit dominierende Rolle bei immer tiefer reichenden Aufschluss- und Förderbohrungen ein. Die von 1990 bis 1994 ausgeführte Kontinentale Tiefbohrung bei Windischeschenbach/Bayern erreichte eine Tiefe von 9101 m. Die ursprünglich anvisierte Zieltiefe von 10 bis 14 km konnte wegen der unerwartet früh einsetzenden höheren Gesteinstemperaturen bis 300 °C nicht erreicht werden. Gleichwohl handelt es sich um eine der größten technischen Leistungen in der Tiefbohrtechnik. Auch die bislang tiefste Bohrung ins Innere der Erde – 1970 bis 1994 auf der russischen Halbinsel Kola – fand zu Forschungszwecken statt. Diese sogenannte Kola-Bohrung erreichte eine Tiefe von 12262 m.

Im Rahmen der Baugrunderkundung, des Spezialtiefbaus und der flachen Geothermie beschränken sich die Bohrtiefen auf bis zu 100 m, in Sonderfällen bis etwa 500 m. Nicht zuletzt durch die fortschreitende Entwicklung in der Öl- und Drucklufthydraulik hat sich in diesen Tiefenbereichen eine Vielzahl von Lösungs- und Fördertechniken des Gesteins entwickelt. Das Kapitel Bohrtechnik befasst sich mit den grundlegenden Bohrverfahren und gibt einen Einblick in das derzeitig zur Verfügung stehende Gerätspotenzial.

2 Trockenbohrverfahren

2.1 Allgemeines

Trockenbohrungen zeichnen sich dadurch aus, dass keine Stütz- und Förderflüssigkeit im Bohrloch verwendet wird. Teufenbereiche bis zu 25 m werden in der Regel, in weitgehenden Fällen auch bis zu 60 m im Trockenbohrverfahren ohne Umlaufspülung hergestellt. Je flacher die Bohrung, desto weniger ausgeprägt sind die Vorteile der Umlaufspülung.

Beim Trockenbohren bringt ein Bohrgerät ein Stahlrohr drehend, schlagend oder vibrierend in den Boden ein. Anschließend folgt die Kernräumung, also das Entnehmen des Bohrguts im Bohrrohr. Dazu eignen sich die folgenden Methoden.

2.7 Horizontalbohrungen und Rohrvortrieb

Hermann Schad, Carola Vogt-Breyer und Hans-Joachim Bayer

1 Einleitung

Das Herstellen unterirdischer Hohlräume ist eine Technik, die bereits im Altertum angewendet wurde, um Bodenschätze zu gewinnen. Bei Horizontalbohrungen und beim Rohrvortrieb werden zwar auch unterirdisch Hohlräume hergestellt, es geht jedoch nicht um die Schaffung großer Querschnitte und die Gewinnung von Stoffen, sondern die Hohlräume werden meist hergestellt, um Leitungen einzuziehen oder Kanäle herzustellen. In diesem Kapitel werden vor allem die Verfahren behandelt, bei denen überwiegend horizontale Hohlräume mit kleinen Querschnitten (etwa $< 12 \text{ m}^2$) aufgefahren werden.

Einen Überblick der möglichen Verfahren gibt Bild 1 aus DIN EN 12889 [19]. Während sich die Systematik der Norm vor allem an den Kriterien bemannt/unbemannt und gesteuert/ungesteuert orientiert, ist die Gliederung im Folgenden nach der Maschinentechnik ausgerichtet. Dieses Kapitel ist ein Beitrag in einem „Taschenbuch“ und muss sich somit auf die wichtigsten Aspekte der Technologie beschränken. Wer sich für eine umfassende Darstellung der Thematik „grabenloser Leitungsbau“ interessiert, wird auf [40] verwiesen.

Im Abschnitt 2 werden die Horizontalbohrungen behandelt, für die charakteristisch ist, dass sie unbemannt durchgeführt werden und der maschinelle Antrieb vor allem außerhalb der Bohrung angeordnet ist. Zum Anfahren der Bohrung genügt in der Regel eine kleine oberflächennahe Baugrube. Im Vergleich zu Mikrotunnelbaumaschinen sind hierbei die Investitionskosten deutlich geringer und je nach Bauaufgabe kann die hohe Mobilität der Anlagen von Vorteil sein. Bei diesen Verfahren werden die Rohre eingezogen, sodass als Materialien PEHD, Guss und Stahl zum Einsatz kommen. Die Anwendungsgrenzen des Verfahrens ergeben sich aus der Leistungsfähigkeit der Bohrgeräte, den einzuhaltenden Toleranzen und den begrenzten Möglichkeiten, auf Hindernisse im Untergrund sowie den Wechsel der Baugrundverhältnisse zu reagieren. Eine ausführliche Darstellung dieser Technik findet man u. a. in [1, 4, 12, 28].

Im Abschnitt 3 wird sowohl die Technik des Rohrvortriebs als auch des Mikrotunnelbaus dargestellt. Beim Rohrvortrieb stehen die bemannten Verfahren mit Teilschnittmaschinen (Bagger und Schräme) und der Druckluftvortrieb im Vordergrund. (Eine ausführliche Behandlung zum Thema Rohrvortrieb findet man in [39].)

Im Vergleich dazu ist der Mikrotunnelbau ein hochgradig mechanisiertes Bauverfahren mit hohen Baustelleneinrichtungskosten. Die Vortriebsmaschinen, die im Mikrotunnelbau eingesetzt werden, sind in Bild 2 zusammengestellt (Darstellung auf der Basis von [29]).

2.8 Einbringverfahren für Pfähle und Spundbohlen: Rammen, Vibrieren, Pressen

Fritz Berner und Christian Moormann

1 Anwendung von Ramm- und Ziehverfahren

Fertigteilpfähle und Spundbohlen werden in der Regel mit dynamischen Eindringverfahren, i. e. Schlag- oder Vibrationsrammung in den Baugrund eingebracht. Dabei können Schallemissionen und Rammerschüttungen auftreten.

Rammarbeiten zum Einbringen von Spundbohlen werden z. B. bei der Herstellung von Ufersicherungen, Kaimauern, Baugrubenumschließungen in Gewässern, Baugrubenverbau an stark befahrenen Verkehrswegen, Stützwänden im Bereich von Eisenbahn-gleisen, Brückenwiderlagern, Umspundungen von Press- und Zielgruben bei unterirdi- schem Rohrvortrieb und – unter Verwendung von Kanaldielen – bei Kanalarbeiten im Rohrleitungsbau durchgeführt.

Ein weiteres Anwendungsbereich der Rammarbeiten ist das Einbringen von Pfählen im On- und mit zunehmender Bedeutung im Offshorebereich, so z. B. bei der Herstellung von Pfahlrostern für die Auflagerung von Kaimauern, als Schrägpfähle für Rückverankerungen und als Rammfpähle (Fertigteilpfähle und Ortbetonpfähle) für die Gründung von Hochbauten, Brückenwiderlagern und ähnlichen Bauwerken. Fertigpfähle können insbesondere dort technisch und wirtschaftlich vorteilhaft zur Anwendung kommen, wo Rammerschüttungen nicht stören und großflächige Bauwerke gegründet werden sollen.

Alternativ kann das Rammgut statisch penetriert werden. Dies wird mithilfe von Presszylindern erreicht, die über ein Hydrauliksystem das Einbringgut Hub für Hub eines Presszylinders in den Boden pressen. Das Ziehen kommt zur Anwendung, wenn das Einbringgut nur vorübergehend im Boden verbleiben soll. Träger, Pfähle oder Spundbohlen können durch das Ziehen wieder entfernt werden. Die hierfür verwen-deten Geräte sind Vibratoren und Pfahlzieher. In diesem Kapitel werden die grundle-genden Verfahrenstechniken zum Rammen, Vibrieren und Pressen vorgestellt. Neben den Einbringtechniken sowie den hierzu notwendigen Geräten wird insbesondere der Einfluss des Einbringverfahrens auf den Boden und das Tragverhalten der eingebrach-ten Elemente erläutert sowie Ansätze zur Prognose und Beurteilung von Erschütte-rungsauswirkungen vorgestellt.

2.9 Grundwasserströmung – Grundwasserhaltung

Berhard Odenwald, Uwe Hekel und Henning Thormann

Dieses Kapitel ist in 3 Abschnitte untergliedert. Von *Berhard Odenwald* werden in Abschnitt 1 die Grundlagen für die mathematische Beschreibung von Grundwasserströmungen sowie deren Berechnung dargestellt. Die Ermittlung geohydraulischer Parameter wird in Abschnitt 2 von *Uwe Hekel* beschrieben. *Henning Thormann* behandelt in Abschnitt 3 baupraktische Aspekte der Grundwasserhaltung.

1 Grundwasserhydraulik

1.1 Grundlagen

1.1.1 Begriffe

Grundlage für die Beschreibung von Grundwasserströmungen ist die Verwendung einheitlicher Begriffe. Für unterirdisches Wasser als Teil des Wasserkreislaufs sind diese in der DIN 4049-3 [1] definiert. Die nachfolgend aufgeführten Grundbegriffe basieren auf den Definitionen dieser Norm, wobei sie jedoch teilweise an die Erfordernisse von Grundwasserströmungsberechnungen angepasst wurden.

Gesteinskörper mit ausreichend großen und zusammenhängenden Hohlräumen, die einen Grundwasserfluss ermöglichen, werden als **Grundwasserleiter** bezeichnet. Diese können aus Lockergesteinen (Sedimenten) oder Festgestein bestehen. Bei Lockergesteinen werden die Hohlräume zwischen den einzelnen Gesteinspartikeln, die sich mehr oder weniger eng berühren, als **Poren** bezeichnet. In Festgestein bestehen die durchflusswirksamen Gesteinsbereiche nicht aus Poren, sondern aus Trennfugen (Klüfte, Schieferung, Schichtung, Störungen). Sonderformen stellen Hohlräume im Karstgestein dar, die in geologischen Zeiträumen durch Lösung von Gestein durch zirkulierendes Grundwasser entstanden sind und die wesentlich größer als Klüfte im nicht verkarsteten Festgestein sein können. Eine Beschreibung der Hohlräumarten in den unterschiedlichen Gesteinen (Bild 1) und deren geohydraulische Auswirkungen geben z. B. *Höltig* und *Coldewey* [2].

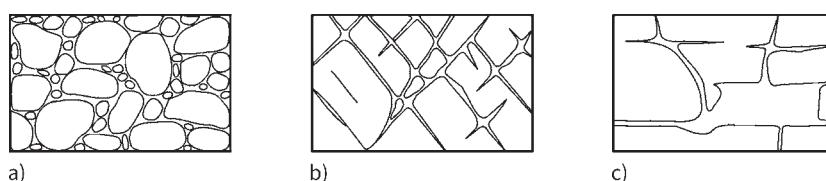


Bild 1 Schematische Darstellung von Gesteinen mit a) Poren-, b) Kluft- und c) Karsthohlräumen nach [2]

2.10 Hydraulisch bedingte Grenzzustände

Karl Josef Witt

1 Einleitung

Das Wasser im Boden ist vergleichbar mit dem Salz in der Suppe. Zu viel macht sie ungenießbar, zu wenig fad und langweilig. Zuviel Wasser macht den Boden weich oder gar flüssig, bei zu wenig schrumpft und reißt bindiger Boden. Wasser kann im Boden aber noch mehr Unheil anrichten. Es kann Bauwerke aufschwimmen lassen, kann den Boden in seiner Struktur zerstören, verflüssigen oder erodieren, kann Boden- und Felsmassen in Bewegung setzen und den Einsturz von Baugruben verursachen. Ob Suppe oder Boden, es kommt beim Salz wie beim Wasser auf das richtige Maß an. Wird dieses Maß beim Boden über- oder unterschritten, können Grenzzustände der Lagesicherheit, Tragfähigkeit oder Gebrauchstauglichkeit auftreten.

Hydraulisch verursachtes Versagen wird im EC 7 in Kapitel 10 behandelt, die Nachweise und die Teilsicherheitsbeiwerte sind in Kapitel 2 geregelt. Hydraulisch bedingt bezieht sich auf den Einfluss von Grundwasser, von Porenwasserdruck, von Potenzialdifferenz, von ruhendem und strömendem Grund- und Sickerwasser.

Wie Kapitel 10 des EC 7 behandelt auch dieses Kapitel des Grundbau-Taschenbuchs im Wesentlichen die drei Phänomene Aufschwimmen, hydraulischer Grundbruch und innere Erosion unter Berücksichtigung der nationalen Festlegungen. Diese Themen werden auch schon in den spezifischen Beiträgen „Sicherheitsnachweise“ [86], Erddruck [34], Baugruben [35], Massenbewegungen [29] und Grundwasser [53] angesprochen. In diesem Kapitel werden hierzu die physikalischen und bodenmechanischen Bedingungen des Versagens näher beleuchtet.

Wasser im Boden kann aber auch darüber hinausgehend die Sicherheit und Funktion von Bauwerken beeinflussen. Die Themen Kolkbildung und Kolkschutz, Infiltration von Niederschlagswasser unter ungesättigten Bedingungen, Standsicherheit von Böschungen und natürlichen Hängen und das durch Kapillarität kontrollierte Feld Schwellen – Schrumpfen – Trockenrisse werden hier nur am Rande behandelt und bleiben eine lohnenswerte Erweiterung für spätere Auflagen des Grundbau-Taschenbuchs.

2 Geohydraulische Grundlagen

Natürlicher Boden besteht aus der mineralischen Komponente, eventuell mit organischen Anteilen, aus Wasser und Luft. Die Relation dieser Komponenten, deren Materialeigenschaften und deren gegenseitige Beeinflussung bestimmen das mechanische

2.11 Geotechnisches Erdbebeningenieurwesen

Christos Vrettos

1 Einleitung

Beobachtungen an Schäden bei zahlreichen historischen Erdbeben haben wiederholt den starken Einfluss geotechnischer Faktoren gezeigt. Das geotechnische Erdbebeningenieurwesen begann sich als eigenständiges Wissenschaftsgebiet zu etablieren unmittelbar nach den katastrophalen Erdbeben in Niigata (Japan) und Alaska, beide im Jahre 1964. Es erlebte dann einen großen Aufschwung in Zusammenhang mit den Bauten der Kernkraftindustrie in den 1960er- und 1970er-Jahren. Die über die Jahre entwickelten und heute zur Verfügung stehenden Verfahren sind ausgereift und erlauben die Behandlung der gängigen Problemstellungen in der Praxis. Die zielgerichtete Anwendung erfordert vertieftes Wissen der Bodenmechanik, der Baudynamik, der elastischen Wellenausbreitung in Böden und in geringerem Maße auch Kenntnisse aus den benachbarten Disziplinen der Seismologie und der Geologie.

Trotz der verfügbaren Erkenntnisse zu den Auswirkungen von Erdbeben werden Wissenschaftler und Ingenieure immer wieder von neuen Besonderheiten überrascht; dies gilt insbesondere für die starken Erdbeben in Kalifornien, Japan, Mexiko, Griechenland, der Türkei und Taiwan der letzten drei Jahrzehnte. Schäden haben nach wie vor als Ursache oft den lokalen Untergrund.

Das geotechnische Erdbebeningenieurwesen ist eines der prominenten Beispiele der Notwendigkeit einer engen internationalen Kooperation zwischen Wissenschaftlern, planenden Ingenieuren, Behörden und Normungsausschüssen. Wegen der Seltenheit der Erdbebenereignisse und der starken Variabilität, deren Charakteristiken an den verschiedenen Standorten sowie den regional oft unterschiedlichen Methoden zur Baugrundcharakterisierung ist die Übertragbarkeit von gewonnenen Erkenntnissen und angewandten Praktiken auf andere Standorte nur durch intensiven und ernsthaften Austausch möglich, was auch in besonderem Maße auf internationalem Niveau gelingt.

Im Vergleich zu anderen Naturgefahren, wie Sturm und Überschwemmung, sind Erdbeben in Deutschland kein Problem der Häufigkeit, sondern des Großschadenspotenzials bei sehr seltenen Ereignissen. Trotz der geringen zu erwartenden Erdbebenintensitäten sind wegen der Vielzahl der betroffenen Objekte die potenziellen Gesamtschäden aber erheblich. Die überwiegende Mehrzahl der Erdbebenherde konzentriert sich auf drei Schwächezonen: das Rheingebiet, die Schwäbische Alb sowie Ostthüringen und Westsachsen mit dem Vogtländischen Schwarmbebengebiet.

2.12 Geokunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau

Fokke Saathoff und Gerhard Bräu

1 Allgemeines

Obwohl Geokunststoffe in Form von z. B. Geotextilien und flächenhaften Dichtungsbahnen seit etwa 1957 im Erd- und Wasserbau eingesetzt werden, sind sie als vergleichsweise neue Baustoffe anzusehen. In den letzten Jahren hat sich ihr Einsatzgebiet ständig erweitert und ihre Verwendung hat aufgrund technischer und wirtschaftlicher Vorteile gegenüber konventionellen Baustoffen stetig zugenommen. Sie finden Anwendung im Küstenschutz, Kulturwasserbau, Verkehrswasserbau, Landverkehrswegebau (schienengebundene Verkehrswege, Straßen- und Tunnelbau), Deponiebau sowie im Damm- und Böschungsbau.

In diesem Beitrag wird nach einer kurzen Abhandlung der Grundlagen und Begriffe auf die Anwendungen von Geokunststoffen in den einzelnen Bereichen eingegangen.

2 Grundlagen und Begriffe

2.1 Einteilung der Geokunststoffe

Geokunststoff: Ein Oberbegriff, der ein Produkt beschreibt, bei dem mindestens ein Bestandteil aus synthetischem oder natürlichem Polymerwerkstoff hergestellt wird in Form einer Bahn, eines Streifens oder einer dreidimensionalen Struktur, das bei geotechnischen und anderen Anwendungen im Bauwesen im Kontakt mit Boden und/oder anderen Materialien verwendet wird [56].

Die Entwicklung der Anwendung von Geokunststoffen in der Geotechnik und im Wasserbau ist äußerst rasant. Anfänglich wurden die Begriffe Filtermatten und Gewebe für alle wasserdurchlässigen Geokunststoffe, der Begriff Folie für alle wasserundurchlässigen Geokunststoffe verwendet.

Von 1983 bis 1990 war es üblich, bei den wasserdurchlässigen Geokunststoffen zwischen Geweben, Vliesstoffen, Verbundstoffen und den Geogittern zu unterscheiden [130]. Für wasserundurchlässige Geokunststoffe wurde zwischen Dichtungsbahnen und Folien unterschieden.

In der Zeit ab etwa 1990 wurden Geokunststoffe durch „Geosynthetische Tondichtungsbahnen“ oder Bentonitmatten mit Bentonit als ein mögliches nahezu wasserundurchlässiges Element bereichert.

BESTELLSCHEIN

Stück	Bestell-Nr.:	Titel	Preis* €
	978-3-433-03152-0	Grundbau Taschenbuch	179,-
	909857	Gesamtverzeichnis Ernst & Sohn 2017/2018	kostenlos
Monatlicher E-Mail-Newsletter: Anmeldung unter www.ernst-und-sohn.de/newsletter			

Liefer- und Rechnungsanschrift: privat geschäftlich

Firma			
Ansprechpartner		Telefon	
UST-ID Nr. / VAT-ID No.		Fax	
Straße//Nr.		E-Mail	
Land	-	PLZ	Ort

Vertrauensgarantie: Dieser Auftrag kann innerhalb von zwei Wochen beim Verlag Ernst & Sohn, Wiley-VCH, Boschstr. 12, D-69469 Weinheim, schriftlich widerrufen werden.

Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften
GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de

Datum / Unterschrift

*€-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten.
Stand: Dezember 2017 (homepage_Probekapitel)