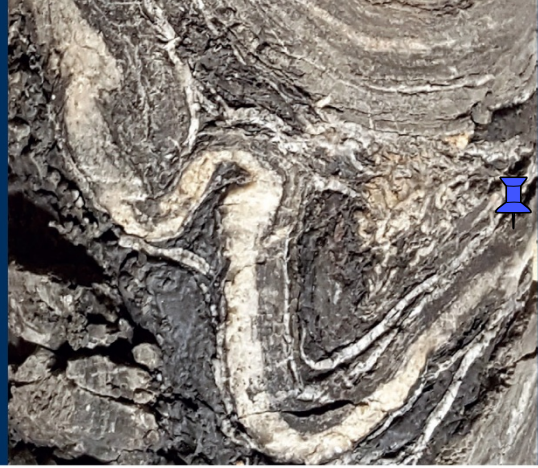


8. Auflage



GRUNDBAU-TASCHENBUCH

Teil 1: Geotechnische Grundlagen

Karl Josef Witt (Hrsg.)

8. Auflage

GRUNDBAU-TASCHENBUCH

Teil 1: Geotechnische Grundlagen

Karl Josef Witt (Hrsg.)

8. Auflage

GRUNDBAU-TASCHENBUCH

Teil 1. Geotechnische Grundlagen

Karl Josef Witt (Hrsg.)

Herausgeber und Schriftleiter
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl Josef Witt
Bauhausuniversität Weimar
Professur für Grundbau
Coudraystraße 11 C
99421 Weimar

Titelbild: Bohrkern mit gefalteten Gipslagen. Dipl.-Geol. Gerald Wiesner,
witt&partner geoprojekt GmbH, Weimar

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2017 Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG,
Rotherstraße 21, 10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses
Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie,
Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von
Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be
reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated
into a machine language without written permission from the publisher.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch
berechtigt nicht zu der Annahme, daß diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es
sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln,
wenn sie als solche nicht eigens markiert sind.

Umschlaggestaltung: Sonja Frank, Berlin
Satz: Reemers Publishing Services GmbH, Krefeld
Druck und Verarbeitung:

Printed in the Federal Republic of Germany.
Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Print ISBN: 978-3-433-03151-3
ePDF ISBN: 978-3-433-60724-4
ePub ISBN: 978-3-433-60726-8
eMobi ISBN: 978-3-433-60725-1
oBook ISBN: 978-3-433-60727-5

Vorwort

Die 8. Auflage des Grundbau-Taschenbuchs setzt das Format der bisherigen Auflagen konsequent fort. Auch die aktuelle Fassung bringt den Stand der Wissenschaft und den Stand der Technik auf dem Gebiet des geotechnischen Ingenieurwesens in seinen wesentlichen Sparten zusammen.

Wozu eine neue Auflage, was hat sich in den vergangenen nahezu 9 Jahren geändert? Was bietet Ihnen dieser neue Grundlagenband?

Über die nationale Anwendung der *Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau* liegt mittlerweile reichlich Erfahrung vor und es gibt sogar ausgearbeitete Vorschläge einer Vereinfachung. Die *Baugrunduntersuchungen im Feld* orientieren sich nun an EC 7, Teil 2. Der Beitrag zu den *Eigenschaften von Boden und Fels* ist nach wie vor ein unersetzbares Nachschlagewerk und hilft dem Nichtexperten zum Verständnis der bodenmechanischen Zusammenhänge. Neu ist der Überblick zu den *statistischen Methoden* und der *probabilistischen Bemessung*, wenngleich auch eine Anwendung Erfahrung im Umgang mit diesen Methoden verlangt. Die *Charakterisierung von Schadstoffen im Baugrund und Grundwasser* ist beim Gestalten der Umwelt noch mehr in den Fokus gerückt. Der Beitrag zum *Erddruck* wurde den aktualisierten Regelwerken angepasst, neben dem *Wie* wird auch das *Warum* erläutert. Während sich wissenschaftlich das Zeitalter der *Stoffgesetze für Böden* dem Ende zu nähern scheint, sind viele wertvolle Ansätze in der Praxis noch nicht angekommen, gewinnen aber gerade mit den modernen *numerischen Verfahren in der Geotechnik* zunehmend an Bedeutung. Für *Festgestein* scheinen die Stoffgesetze und die ingenieurpraktische Beschreibung noch komplexer zu sein. Hier trennen sich die Lehrmeinungen zwischen Kontinuumsansätzen und der Simulation mit diskreten Elementen, während in der Praxis die Empirie dominiert. Kenntnisse der *Bodendynamik* werden mit den zyklischen und dynamischen Belastungen des Baugrundes sowie mit erhöhten Anforderungen an den Erschütterungsschutz von der geotechnischen Ingenieurpraxis abverlangt. Nach wie vor ist die verlässliche Prognose der Standsicherheit ein zentrales Thema im Schnittfeld Bodenmechanik und Ingenieurgeologie. Der Beitrag zu den *Massenbewegungen* gibt hierzu Erläuterungen und Beispiele. Ein modernes und effektives Monitoring geotechnischer Bauwerke ist nicht nur dort gefordert, wo die Möglichkeiten der exakten Berechnungen mangels Kenntnis der Materialien oder Komplexität der Natur enden. Das Kapitel *Ingenieurgeodäsie – Zustandsdokumentation und Überwachungsmessungen* wurde vollkommen neu zusammengestellt. Die zeitgemäßen Methoden der *Instrumentierung und des Monitorings* werden mit neuen Beispielen vorgestellt.

Wie liest man dieses Buch? Natürlich nicht von vorn nach hinten! Ich benutze es in meiner Ingenieurpraxis und Beratungstätigkeit immer wieder als Nachschlagewerk, finde dort Antworten und Lösungen, wo das gefühlte Expertenwissen an seine Grenze kommt und ich Zusammenhänge vertieft verstehen möchte. Und nicht zuletzt greife ich

dann zum Grundbau-Taschenbuch, wenn ich mehr darüber erfahren möchte, was hinter der Vielzahl von Regeln in Empfehlungen, Richtlinien und Normen steht.

Meinen herzlichen Dank an alle Autoren für das große Engagement, dafür, dass sie ihr Expertenwissen hier zusammengetragen und zur Verfügung gestellt haben. Und Dank an den Verlag Ernst & Sohn für die Realisierung dieses für die Geotechnik so wichtigen Buches, hier ganz besonders an die Lektorin, Frau Dipl.-Ing. R. Herrmann.

Weimar, Januar 2017

Karl Josef Witt

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Autoren-Kurzbiografien	XIX
Verzeichnis der Autoren	XXV

1.1 Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau

Martin Ziegler

1	Einführung	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Historischer Rückblick	4
2	Sicherheitskonzepte	9
2.1	Allgemeines	9
2.2	Globales Sicherheitskonzept	9
2.3	Teilsicherheitskonzept	10
3	Aufbau und Inhalte des Normenhandbuchs	11
3.1	Allgemeines	11
3.2	Inhaltsübersicht	11
3.3	Anwendungsbereich	13
3.4	Geotechnische Planung	13
3.5	Wichtige Begriffe der neuen Sicherheitsnorm	15
4	Grenzzustände und Nachweise	28
4.1	Allgemeines	28
4.2	Grenzzustände der Tragfähigkeit ULS	28
4.3	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit SLS	34
4.4	Teilsicherheitsbeiwerte nach Normenhandbuch	35
5	Zukünftige Normung im Umfeld des EC 7	38
5.1	Entwicklung in Deutschland	38
5.2	Entwicklung in Europa	40
6	Zitierte Normen und Empfehlungen	42
7	Literatur	44

1.2 Baugrunduntersuchungen im Feld

Klaus-Jürgen Melzer, Edwin Fecker und Tilman Westhaus

1	Grundlagen	45
1.1	Normen und Richtlinien	45
1.2	Voruntersuchung	48

1.3	Hauptuntersuchung	48
1.4	Berichterstattung	52
2	Baugrundaufschluss durch Schürfe, Bohrungen und Probenentnahmen ..	53
2.1	Allgemeines	53
2.2	Bohrgeräte und Ausrüstung	54
2.3	Anforderungen	54
2.4	Aufschluss im Boden	55
2.5	Aufschluss im Fels	60
2.6	Aufschluss der Grundwasserverhältnisse	63
2.7	Behandlung, Transport und Aufbewahrung der Proben	66
2.8	Berichterstattung	66
3	Baugrundaufschluss durch Sondierungen	67
3.1	Allgemeines	67
3.2	Rammsondierungen	69
3.3	Standard Penetration Test und Bohrlochrammsondierung	75
3.4	Drucksondierungen	81
3.5	Flügelscherversuche	91
3.6	Gewichtssondierungen	94
4	Bohrlochaufweitungsversuche	98
4.1	Geräte und Versuchsdurchführung	98
4.2	Auswertung	104
5	Bestimmung der Dichte	110
5.1	Gravimetrische Verfahren	110
5.2	Radiometrische Verfahren	111
6	Geophysikalische Verfahren	113
6.1	Allgemeines	113
6.2	Beschreibungen der wichtigsten Verfahren	118
7	Literatur	121
8	Normen und Richtlinien	135

1.3 Eigenschaften von Boden und Fels – ihre Ermittlung im Labor

Paul von Soos und Jens Engel

1	Boden und Fels – Begriffe und Entstehung	139
2	Eigenschaften der Böden	140
2.1	Bodenschichten	140
2.2	Bodenproben	140
2.3	Durchführen und Auswerten von Laborversuchen	141
2.4	Bodeneigenschaften und Laborversuche	144
3	Eigenschaften von Fels	144
4	Kennwerte und Eigenschaften der festen Bodenkörper	145
4.1	Korngrößenverteilung	145
4.2	Korndichte	148
4.3	Mineralaufbau	149
4.4	Kornform und Kornrauigkeit	151

4.5	Spezifische Kornoberfläche	151
4.6	Gehalt an organischen Bestandteilen	152
4.7	Kalkgehalt	153
5	Kennwerte und Eigenschaften des Kornhaufens	153
5.1	Gefüge des Boden	153
5.2	Porenanteil und Porenzahl	154
5.3	Ermittlung der Dichte des Bodens	158
5.4	Grenzen der Lagerungsdichte	158
5.5	Wassergehalt	160
5.6	Konsistenzgrenzen	160
5.7	Wasseraufnahmevermögen nach <i>Enslin</i>	163
5.8	Verdichtungsverhalten in Abhängigkeit vom Wassergehalt	164
5.9	Absolute Porengröße und Filterwirkung	166
5.10	Kapillarität	167
5.11	Wasserdurchlässigkeit	170
5.12	Luftdurchlässigkeit	174
6	Versuche zur Ermittlung des Spannungs-Verformungs-Verhaltens	175
6.1	Allgemeines	175
6.2	Kompressionsversuch (Druckversuch mit verhinderter Seitendehnung) ..	178
6.3	Dreiaxialer Druckversuch	188
6.4	Einaxialer Druckversuch	192
6.5	Dreiaxialer Druckversuch mit $\sigma_2 \geq \sigma_3$ und zweiaxialer Druckversuch ...	192
6.6	Hohlzylinderversuch	193
6.7	Messen von Kriechverformungen	193
7	Scherfestigkeit; Ermittlung der Scherparameter	195
7.1	Allgemeines	195
7.2	Dreiaxialer Druckversuch	202
7.3	Ermittlung der einaxialen Druckfestigkeit	205
7.4	Rahmenscherversuch	206
7.5	Kreisringscherversuch	206
7.6	Versuch mit dem „Einfachschergerät“ (simple shear)	207
8	Ermittlung der Zugfestigkeit	208
9	Eigenschaften von Festgestein – felsmechanische Laborversuche	208
9.1	Vorbemerkung	208
9.2	Einaxialer Druckversuch an Gesteinsproben	209
9.3	Punktlastversuche an Gesteinsproben	209
9.4	Dreiaxialer Druckversuch an Gesteinsproben	210
9.5	Scherwiderstand in Felstrennflächen	213
9.6	Festigkeit des geklüfteten Fels	214
9.7	Zugversuche an Gesteinsproben	215
9.8	Kriechversuche an Gesteinsproben	215
9.9	Einaxiale Relaxationsversuche an Gesteinsproben	216
9.10	Quellversuche an Gesteinsproben	216
9.11	Ermittlung der Zerfallsbeständigkeit von Gesteinen – Siebtrommelversuch	217
10	Benennen, Beschreiben und Klassifikation von Boden und Fels	218

10.1	Benennen und Beschreiben von Boden	218
10.2	Benennen und Beschreiben von Fels	220
10.3	Bodenklassifikation	223
10.4	Felsklassifikation	226
11	Literatur	232

1.4 Statistik und Probabilistik in der geotechnischen Bemessung

Maximilian Huber und Karl-Josef Witt

1	Einleitung	243
2	Sicherheit und Zuverlässigkeit in der geotechnischen Bemessung	244
2.1	Begriffe und Überblick	244
2.2	Teilsicherheitsbeiwerte und probabilistische Bemessung	247
2.3	Grundlagen der Statistik	249
2.4	Grundlagen der Geostatistik	252
3	Grundlagen der probabilistischen Methoden	256
3.1	Bewertung der Unsicherheit von Systemen	256
3.2	Monte-Carlo-Simulation	259
3.3	First Order Reliability Method	259
3.4	Antwortflächenverfahren	259
3.5	Sensitivitätsanalyse	260
4	Komplexe Fragestellungen der probabilistischen Bemessung	260
5	Berücksichtigung von Messungen in einer probabilistischen Analyse im Rahmen der Beobachtungsmethode	261
5.1	Datenassimilation und inverse Analyse	261
5.2	Probabilistische Analyse von Bestandsbauwerken	261
6	Anwendung von probabilistischen Methoden in der Geotechnik	262
6.1	Teilsicherheitskonzept in der DIN EN 1997-1 (EC 7, Teil 1)	262
6.2	Regelungen in den nationalen Anhängen des EC 7	264
6.3	Literaturüberblick zur probabilistischen Bemessung	265
7	Zusammenfassung	269
8	Literatur	271
	Normen, Empfehlungen und Richtlinien	277
9	Anhang	278
9.1	Statistische Momente	278
9.2	Maximum-Likelihood-Methode	278
9.3	Zusammenhang zwischen Normalverteilung und Log-Normalverteilung	280
9.4	Bayes'sches Updaten	281
9.5	Variogramm	282
9.6	FORM	284

1.5 Charakterisierung von Schadstoffen im Baugrund und Grundwasser

Andreas Claussen

1	Grundlagen	287
2	Anorganische Matrix des Untergrunds	288
3	Organische Matrix des Untergrunds	289
4	Schadstoff	292
5	Anorganische Schadstoffe	294
6	Organische Schadstoffe	296
6.1	Allgemeines	296
6.2	Mineralölartige Kohlenwasserstoffe (KW-Index)	296
6.3	Einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe	299
6.4	Mehrkernige aromatische Kohlenwasserstoffe	302
6.5	Halogenierte Kohlenwasserstoffe	302
7	Bewertungsmatrix	304
8	Untersuchungserfordernisse	306
9	Untersuchungsplanung	307
10	Grundlagen der Bewertung	308
10.1	Allgemeines	308
10.2	Bewertung von Verdachtsflächen	308
10.3	Arbeits- und Gesundheitsschutz	310
10.4	Gefährdungen über Bodenluft	311
10.5	Verwertungsmöglichkeiten oder Entsorgungserfordernisse	311
11	Literatur	314

1.6 Erddruck

Achim Hettler

1	Einführung	317
2	Begriffe, Formelzeichen und Indizes	318
2.1	Begriffe	318
2.2	Formelzeichen	319
2.3	Indizes	320
3	Methoden zur Ermittlung des Erddrucks	321
3.1	Übersicht	321
3.2	Kinematische Methoden beim aktiven Erddruck	322
3.3	Kinematische Methoden beim passiven Erddruck	325
3.4	Statische Methoden	329
3.5	Versuche und Messungen	335
3.6	Finite-Elemente-Methode	348
4	Ebener aktiver Erddruck	363
4.1	Grundsätzliche Überlegungen	363
4.2	Bodeneigengewicht, großflächige Auflasten und Kohäsion	365
4.3	Kohäsion, rechnerische Zugspannungen und Mindesterdruk	367
4.4	Vertikale Linien- und Streifenlasten	371

4.5	Horizontale Linien- und Streifenlasten	377
4.6	Geschichteter Boden	377
4.7	Geknickter Geländeverlauf	379
4.8	Geknickte Wandflächen	380
4.9	Verteilung des aktiven Erddrucks	381
5	Erdruehdruck	381
5.1	Bodeneigengewicht und großflächige Auflasten	381
5.2	Punkt-, Linien- und Streifenlasten	386
6	Ebener passiver Erddruck	390
6.1	Grundsätzliche Überlegungen	390
6.2	Eigengewicht, großflächige Auflasten und Kohäsion bei Parallelbewegung	391
6.3	Drehung um den Kopf- oder den Fußpunkt	395
6.4	Verteilung des passiven Erddrucks	397
7	Räumlicher aktiver Erddruck	398
7.1	Grundsätzliche Überlegungen	398
7.2	Kreiszylindrische Flächen	400
7.3	Stützwände quer zur Böschung	403
8	Räumlicher passiver Erddruck	405
8.1	Übersicht	405
8.2	Fußwiderstand vor Bohlträgern nach <i>Weißbach</i>	406
8.3	Verfahren nach DIN 4085 für begrenzte Wandabschnitte	408
9	Sonderfälle	409
9.1	Verdichtungserddruck	409
9.2	Silodruck	411
9.3	Wiederholte quasistatische Beanspruchungen	413
9.4	Dynamische Beanspruchungen	415
9.5	Einfluss des Grundwassers auf den Erddruck	415
9.6	Winkelstützwände	418
9.7	Weitere Hinweise	421
10	Mobilisierung des Erddrucks	424
10.1	Übersicht	424
10.2	Grenzwerte der Verschiebung bei Erreichen des aktiven Erddrucks	425
10.3	Grenzwerte der Verschiebung bei Erreichen des passiven Erddrucks	426
10.4	Mobilisierungsfunktionen	428
11	Anwendungshinweise	433
11.1	Erddruckneigung und Wandreibungswinkel	433
11.2	Ansatz des Erddrucks in Abhängigkeit der Verschiebung	436
11.3	Erddruckumlagerung	439
11.4	Erddruck als günstige Einwirkung	440
12	Literatur	441
Anhang	448

1.7 Stoffgesetze für Böden*Dimitrios Kolymbas und Ivo Herle*

1	Einführung	458
2	Frequently asked questions	459
3	Bedeutung von Stoffgesetzen für die Geotechnik	461
4	Merkmale des Bodenverhaltens	462
4.1	Elementversuche	462
4.2	Kompressionsverhalten	463
4.3	Scherverhalten	465
4.4	Druck- und Dichteabhängigkeit	468
4.5	Verhalten undrännierter Proben	469
4.6	Kritische Zustände	470
4.7	Einfluss der Deformationsgeschichte	472
4.8	Zyklisches Verhalten	473
4.9	Realität	473
5	Mathematische Struktur von Stoffgesetzen	474
5.1	Grundbegriffe, Tensoren	474
5.2	Elastische Stoffe im Allgemeinen	475
5.3	Einfluss der Geschichte	476
5.4	Homogenität	477
5.5	Invarianz, Isotropie, Objektivität	478
5.6	Eindeutigkeit	479
5.7	Maßstabeffekt	480
5.8	Kontinuumsmechanische und diskrete Betrachtungen	480
6	Hierarchie und Bestandteile von Stoffgesetzen	481
6.1	Lineare Elastizität	481
6.2	Elastoplastische Stoffgesetze	483
6.3	Hypoplastische Stoffgesetze	493
6.4	Antwortumhüllende	494
7	Besondere Fragestellungen	495
7.1	Wassergesättigter Boden	495
7.2	Stoffgesetze für teilgesättigten Boden	497
7.3	Stoffgesetze für schnelle Verformungen	497
7.4	Zeitabhängigkeit	498
7.5	Zementierung	498
7.6	Kornbruch	499
7.7	Thermische, chemische und biologische Effekte	499
8	Ergänzende Aspekte von Stoffgesetzen	499
8.1	Allgemeinheit	499
8.2	Kalibrierung	499
8.3	Stoffkonstanten und Zustandsgrößen	500
8.4	Thermodynamische Konsistenz	501
8.5	Große Verformungen	501
8.6	Entfestigung	502
8.7	Höhere Kontinua	502

9	Stoffgesetze in der Praxis	503
10	Literatur	504

1.8 Stoffgesetze und Bemessungsansätze für Festgestein

Erich Pimentel

1	Einführung	511
2	Allgemeine Eigenschaften	511
2.1	Fels und Boden	511
2.2	Diskontinuitäten	514
2.3	Genität, Tropie und Betrachtungsbereich	519
2.4	Bruch- und Verformungsverhalten	522
3	Stoffgesetze	525
3.1	Allgemeines	525
3.2	Elastisches Materialverhalten	525
3.3	Elastoplastisches Materialverhalten	527
3.4	Viskoplastisches Materialverhalten	534
3.5	Trennflächen	535
3.6	Homogenisierung	544
3.7	Schädigungsmodelle	546
4	Durchströmung des Gebirges	547
4.1	Allgemeines	547
4.2	Durchströmung von Gestein und einer Trennfläche	548
4.3	Homogenisierung	550
4.4	Nicht homogenisierbare Fälle und Sonderfälle	551
5	Bemessungsansätze	552
5.1	Allgemeines	552
5.2	Gleiten – ebener Fall	555
5.3	Gleiten – räumlicher Fall	557
5.4	Kippen	560
5.5	Knicken	565
5.6	Steinfall	566
6	Literatur	569

1.9 Bodendynamik

Christos Vrettos

1	Einleitung	573
2	Schwingungen einfacher Systeme	574
2.1	Allgemeines	574
2.2	Freie Schwingungen	575
2.3	Erzwungene, gedämpfte Schwingungen	577
2.4	Viskose Dämpfung	579
3	Wellenausbreitung im Boden	581

3.1	Allgemeines	581
3.2	Eindimensionale Wellenausbreitung	582
3.3	Verhalten von Wellen an Trennflächen	583
3.4	Ausbreitung von vertikal propagierenden Wellen in einer Bodenschicht	584
3.5	Oberflächenwellen	585
4	Bodenverhalten bei zyklischer Belastung	587
4.1	Spannungs-Dehnungs-Verhalten	587
4.2	Äquivalent-lineares Modell	590
4.3	Nichtlineare Modelle	601
4.4	Zyklische Setzungen	606
5	Messung von dynamischen Bodenkenngrößen	608
5.1	Feldversuche	608
5.2	Laborversuche	613
6	Dynamisch belastete Fundamente	616
6.1	Steifigkeitsfunktionen	616
6.2	Boden-Bauwerk-Interaktion	621
6.3	Pfahlgründungen	622
7	Literatur	623

1.10 Numerische Verfahren in der Geotechnik

Peter-Andreas von Wolffersdorff und Helmut F. Schweiger

1	Einleitung	633
2	Besonderheiten der Geotechnik	634
3	Bedeutung der Stoffmodelle für den Baugrund	637
4	Die verschiedenen numerischen Verfahren	640
4.1	Übersicht über numerische Verfahren	640
4.2	Kurzbeschreibung mathematischer und mechanischer Grundlagen	649
5	Verformungsberechnungen typischer geotechnischer Aufgaben	672
5.1	Vorbemerkungen	672
5.2	Gründungen	672
5.3	Dämme	682
5.4	Gesicherte Böschungen und Verbaukonstruktionen	687
6	Standsicherheitsberechnungen typischer geotechnischer Aufgaben	697
6.1	Vorbemerkungen	697
6.2	Verkehrsbauliche Dämme	697
6.3	Wasserbauliche Dämme	698
6.4	Böschungen	702
6.5	Baugrubenwände	707
7	Weitere Anwendungen numerischer Verfahren	708
7.1	Vorbemerkungen	708
7.2	Verformungsberechnungen beim Einsatz von Geokunststoffen	708
7.3	Dynamische Verformungsberechnungen bei Erdbebenbeanspruchungen	711
8	Schlussbemerkungen	713
9	Literatur	714

1.11 Massenbewegungen*Dieter D. Genske*

1	Einleitung	721
2	Mechanismen	732
2.1	Gleiten	733
2.2	Kippen, Knicken, Abscheren	742
2.3	Fallen	746
2.4	Fließen	748
2.5	Kriechen und Driften	754
3	Auslöser	758
3.1	Veränderung der Hanggeometrie	758
3.2	Veränderung der Bergwasserverhältnisse	759
3.3	Veränderung der Lasten	762
3.4	Veränderung der Festigkeit	763
4	Erkennen von Bewegungspotenzialen	764
4.1	Erkundung	764
4.2	Geomorphologische Ansprache	765
4.3	Bodenansprache	766
4.4	Gebirgsansprache	769
4.5	Hydrogeologische Ansprache	775
4.6	Biologische Ansprache	776
4.7	Anthropogene Ansprache	777
4.8	Synthesekarte	777
5	Gefahrenabwehr	778
5.1	Gefährdungskarten	778
5.2	Monitoring	780
5.3	Schutzmaßnahmen	782
5.4	Stabilisierungsmaßnahmen	785
5.5	Geokompatible Böschungsausbildung	786
6	Klimawandel	788
6.1	Trigger im Klimawandel	788
6.2	Driver des Klimawandels	788
6.3	Anpassung an den Klimawandel	790
7	Zusammenfassung und Ausblick	791
8	Literatur	792

1.12 Ingenieurgeodäsie – Zustandsdokumentation und Überwachungsmessung*Otto Heunecke*

1	Aufgabenbereiche der Ingenieurgeodäsie	815
2	Inhalte ingenieurgeodätischer Überwachungsmessungen	816
3	Rekapitulation geodätischer Grundlagen	818
3.1	Allgemeines	818

3.2	Geodätische Bezugssysteme	819
3.3	Korrekturen und Reduktionen geodätischer Observablen	822
3.4	Koordinatentransformationen	825
3.5	Geodätische Netzausgleichung	827
4	Ingenieurgeodätische Messverfahren	831
4.1	Allgemeines	831
4.2	Bestimmung einzelner Messgrößen	832
4.3	Linienweise Messungen	840
4.4	3-D-Koordinatenbestimmungen	844
4.5	Geosensornetze	853
5	Auswertemethoden	855
5.1	Allgemeines	855
5.2	Deskriptive Verformungsanalyse	855
5.3	Zeitreihenauswertung	858
5.4	Integrierte Auswertemodelle	862
6	Literatur	864

1.13 Instrumentierung und Monitoring in der Geotechnik

*Hans Jakob Becker, Marcel Hubrig, Markus Stolz, Arno Thut und
Holger Wörsching*

1	Einleitung	867
2	Ziel geotechnischer Messungen	868
2.1	Instrumentierung und Feldversuche in der Sondierphase	869
2.2	Sicherheit und Beweissicherung	869
2.3	Qualitätskontrolle	869
2.4	Instrumentierungen bei der Beobachtungsmethode	869
3	Messgrößen	870
3.1	Messgrößen im Baugrund	870
3.2	Messgrößen während der Bauausführung	871
3.3	Messgrößen in Tragteilen	872
3.4	Messgrößen bei angrenzenden Objekten	872
3.5	Messgrößen bei permanenten Bauwerken	873
3.6	Messgrößen bei Sanierungen von Bauwerken	873
4	Messkonzept	874
4.1	Begriffe der Messtechnik	874
4.2	Sensoren und Sensorsysteme	875
4.3	Instrumentierung	877
4.4	Monitoring	878
4.5	Datenerfassungsarten	879
4.6	Datenmanagement	880
5	Messinstrumente in der Geotechnik	885
5.1	Verschiebungsmessungen	885
5.2	Messungen des Porenwasserzustands	910
5.3	Dehnungs-, Kraft- und Spannungsmessungen	919

5.4	Temperaturmessungen	921
5.5	Prüfungen	924
5.6	Immissionsmessungen / Erschütterungsmessungen	926
6	Fallbeispiele	928
6.1	Tiefe Baugruben, angrenzende Gebäude	928
6.2	Probeschüttungen, Barcelona und Venedig	939
6.3	Kavernen und Staumauerbau: Pumpspeicherwerk Limmern	941
6.4	Überwachung instabiler Hänge	952
6.5	Probebelastungen an Tragteilen und Pfählen	957
6.6	Sanierung eines Bauwerks: Adlertunnel	960
6.7	Anwendung von linienweisen Messungen	964
7	Literatur	966
	Stichwortverzeichnis	969
	Inserentenverzeichnis	987

Autoren-Kurzbiografien

Hans Jakob Becker, Jahrgang 1972, studierte Geodäsie an der Technischen Universität Darmstadt. Der Berufseinstieg erfolgte im Tunnelbau. Ab 2000 als Projektleiter für messtechnische Instrumentierung und Monitoring bei der Solexperts AG in der Schweiz leistete er maßgebliche Mitarbeit zur Weiterentwicklung der Systeme zur Datenerfassung und zum Datenmanagement. Seit 2013 ist er Leiter der Abteilung Geotechnik.

Andreas Claussen, Jahrgang 1960, studierte an der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg i. Br. Diplom-Geographie mit der Fachrichtung Hydrologie. Im Anschluss an das Studium promovierte er als wissenschaftlicher Angestellter des Instituts für Bodenkunde der Universität Hamburg über die bodenmechanischen und chemischen Eigenschaften von thermisch und nassmechanisch gereinigten Bodenmaterialien. Vom Institut für Bodenkunde wechselte er in ein Ingenieurbüro für Grundbau, Bodenmechanik und Umweltechnik und bearbeitete schwerpunktmäßig unterschiedlichste altlastverdächtige Flächen und Altlasten. Seit 2001 ist er in einem Planungsbüro mit Fragen des Bodenschutzes und der Bodenbewertung sowie der Altlastensanierung und des Flächenrecyclings befasst. Seit 2008 ist er von der HK Hamburg als Sachverständiger gemäß § 2 Abs. 1 der HmbVVSU nach §18 BBodSchG für das Sachgebiet 2 Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden – Gewässer anerkannt.

Jens Engel, Jahrgang 1963, ist seit 2003 Professor für Geotechnik an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (FH) Dresden. Zu den Schwerpunkten an der Hochschule gehören Forschungsprojekte aus den Bereichen Eigenschaften von Böden, Bauen mit Geokunststoffen, Entwicklung neuer Grundbaukonstruktionen, Geotechnische Datenbanken und Deponiebau. Im Rahmen der Mitwirkung in Ausschüssen und Arbeitsgruppen ist er u. a. in die Weiterentwicklung geotechnischer Untersuchungsverfahren eingebunden. Er ist Sachverständiger für Bodenmechanik, Erd- und Grundbau und betreut als selbstständiger beratender Ingenieur Baumaßnahmen aus den Bereichen Grundbau, Deponiebau, Erd- und Dammbau sowie Verkehrsbau. Nach dem Studium des Bauingenieurwesens in Dresden und einem Aufenthalt an der Universität Karlsruhe promovierte er an der Technischen Universität Dresden über die Entwicklung bodenmechanischer Datenbanken und habilitierte an der gleichen Universität über Verfahren zur Bestimmung der Eigenschaften von Böden.

Edwin Fecker, Jahrgang 1944, studierte an den Universitäten Freiburg und Karlsruhe Geologie. Am Institut für Boden- und Felsmechanik in Karlsruhe promovierte er mit einer Arbeit über den Spitzenreibungswiderstand auf großen Klufflächen. Umfangreiche praktische Erfahrung hat er sich zunächst als Assistent am Institut für Boden- und Felsmechanik und schließlich als Geschäftsführer eines Ingenieurbüros für Baugeologie und Baumesstechnik erworben. 1991 wurde er zum Honorarprofessor der Universität Tübingen bestellt. Von 1996 bis zu seinem Ruhestand 2009 war er Geschäftsführer und Gesellschafter des Geotechnischen Ingenieurbüros Professor Fecker

und Partner GmbH. Er ist Mitglied mehrerer Ausschüsse und Arbeitsgruppen des DIN, der UNESCO und des Europarats.

Dieter D. Genske, geboren 1956, studierte Geo- und Ingenieurwissenschaften in Deutschland (Wuppertal, Aachen) und den USA und promovierte über ein probabilistisches Sicherheitskonzept für Böschungen bei Bernhard Walz und Karl-Heinz Heitfeld. Im Rahmen eines Post-Doktorats der Alexander von Humboldt-Stiftung ging er an die Universität von Kyoto (Japan). 1990 wurde er Projektmanager bei der Deutschen Montan Technologie DMT Essen und leitete eine Reihe von Großprojekten, u. a. im Rahmen der Internationalen Bauausstellung IBA Emscher Park und der Entwicklung des Berliner Spreebogens als neuen Regierungssitz. Dieter D. Genske unterrichtete an verschiedenen Hochschulen in Deutschland, den Niederlanden und der Schweiz und wurde zu Forschungsaufenthalten nach Südafrika und Japan eingeladen. In Afrika und Osteuropa führte er eine Reihe von Projekten zur Entwicklungszusammenarbeit durch. Sein interaktives Distance Learning-Projekt wurde durch den Rat der Eidgenössischen Technischen Hochschulen ausgezeichnet. Seine Forschungsschwerpunkte sind Umwelt- und Geotechnik. Dieter Genske lehrte an der TU Delft und der ETH Lausanne/Zürich und ist nun Studiendekan an der Hochschule Nordhausen (Thüringen).

Ivo Herle, geboren 1966, hat sein Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität in Prag im Jahr 1989 abgeschlossen und war anschließend wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Theoretische und Angewandte Mechanik (ITAM) der Tschechischen Akademie der Wissenschaften. 1993 wechselte er an das Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik der Universität Karlsruhe, wo er im Jahr 1997 promovierte. Nach seiner Rückkehr an die Tschechische Akademie der Wissenschaften wurde er im Jahr 2000 stellvertretender Direktor und lehrte gleichzeitig an der Karls-Universität in Prag. Mit einer Förderung des Marie-Curie Individual Fellowship Programms forschte er ab 2002 am Institut für Geotechnik und Tunnelbau der Universität Innsbruck, wo er 2003 habilitierte. Seit 2004 ist er Professor für Bodenmechanik und Grundbau an der Technischen Universität Dresden. Seine Forschungsschwerpunkte sind theoretische und experimentelle Untersuchungen des mechanischen Bodenverhaltens, Standsicherheit von Böschungen und numerische Modellierung von geotechnischen Randwertproblemen.

Achim Hettler, Jahrgang 1953, leitet seit 1994 als Nachfolger von Prof. Weißenbach den Lehrstuhl für Baugrund – Grundbau an der Technischen Universität Dortmund. Er ist Mitglied in zahlreichen Normenausschüssen und Obmann des Arbeitskreises Baugruben sowie des DIN-Ausschusses „Baugrund; Berechnungsverfahren“. Seit Jahren Mitglied im Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik und Leiter der Fachsektion „Bodenmechanik“. Forschungsschwerpunkte sind u.a. Themen zu Baugruben und Erddruckfragen. Nach dem Studium des Bauingenieurwesens in Karlsruhe und in Lyon Promotion und Habilitation am Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik bei Prof. Gudehus in Karlsruhe. Seitdem über 20-jährige praktische Erfahrung u.a. bei einem großen Baukonzern im Spezialtiefbau, bei einem überregionalen Planungsbüro in der Geotechnik und bei der Sanierung von großen Altstandorten. In den letzten Jahren verstärkte Tätigkeit als Sachverständiger für Schäden im Grundbau und für Altlasten. Autor des Buches „Gründung von Hochbauten“ und Koautor der Bücher „Der

Bausachverständige vor Gericht“ (zusammen mit Stefan Leupertz, ehemals Richter am BGH) sowie der 2. Auflage von „Baugruben, Berechnungsverfahren“ (zusammen mit Anton Weißenbach).

Otto Heunecke, Jahrgang 1960, studierte von 1983 bis 1989 an der Universität Hannover Vermessungswesen. Von 1989 bis 2002 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter, seit 1999 Oberingenieur am Geodätischen Institut in Hannover, an dem er 1995 mit einer Arbeit für die Anwendung der Kalman-Filterung auf die Auswertung von Überwachungsmessungen promovierte. Seit 2002 hat er die Professur für Ingenieurgeodäsie im Institut für Geodäsie an der Universität der Bundeswehr München. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich automatisierter Verfahren bei Überwachungsaufgaben und der Nutzung neuer Messverfahren wie etwa dem terrestrischen Laserscanning. Er ist Mitglied in verschiedenen Arbeitskreisen zu Themen der Ingenieurgeodäsie.

Maximilian Huber, geboren 1979, studierte Bauingenieurwesen und Wirtschaftsingenieurwesen an der Technischen Universität Graz. Danach sammelte er erste Erfahrungen in der Industrie, bevor er als akademischer Mitarbeiter am Institut für Geotechnik der Universität Stuttgart arbeitete, an dem er 2013 bei Prof. P. A. Vermeer zum Thema „*Soil variability and its consequences in geotechnical engineering*“ promovierte. Danach setzte er seinen akademischen Werdegang am *Graduiertenkolleg GRK 1462-Modellqualität* der Bauhaus-Universität Weimar fort. Nach seiner Anstellung bei Deltares (NL) ist Maximilian Huber beim technischen Büro der Firma Ed. Züblin AG beschäftigt.

Marcel Hubrig, Jahrgang 1976, studierte an der Technischen Universität Dresden Geodäsie. Seit 2002 ist er Mitarbeiter der Firma Solexperts AG in die Schweiz. Er leitet messtechnische Instrumentierungen in Großprojekten im Bereich Staumauern und Kavernen sowie Monitoringprojekte im innerstädtischen Bereich.

Dimitrios Kolymbas, geboren 1949 in Athen, besuchte dort die deutsche Schule und studierte in Karlsruhe Bauingenieurwesen. Am Institut für Boden- und Felsmechanik dieser Universität hat er 1978 promoviert und 1988 habilitiert. Sein Hauptforschungsgebiet sind Stoffgesetze für Böden, er hat die Theorie der Hypoplastizität als Alternative zur Elastoplastizität eingeführt. Als Oberingenieur am o. g. Institut befasste er sich u. a. mit der Gründung des Kernkraftwerks Neckarwestheim 2 und war Mitglied von zwei Sonderforschungsbereichen. Seit 1994 ist er ordentlicher Professor für Geotechnik und Tunnelbau an der Universität Innsbruck. Er hat zahlreiche Konferenzen und Kurse organisiert sowie mehrere Bücher, darunter die Lehrbücher „Geotechnik“ (4. Ausgabe 2016) und „Tunnelling and Tunnel Mechanics“ (letzte Ausgabe 2008), veröffentlicht.

Klaus-Jürgen Melzer, Jahrgang 1935, studierte an der RWTH Aachen Bauingenieurwesen. Am Institut für Verkehrswasserbau, Grundbau und Bodenmechanik promovierte er mit einer Arbeit über Sonden für Baugrunduntersuchungen, wobei er gleichzeitig praktische Erfahrung in der Grundbauberatung sammelte. 1968 ging er zur USA Waterways Experiment Station, Vicksburg, MI, wo sich der Schwerpunkt seiner Tätigkeit auf die Untersuchung der Mobilität geländegängiger Fahrzeuge verschob. 1974 bis

1993 arbeitete er bei der Battelle-Organisation, wo er u. a. sieben Jahre die Battelle Motor- und Fahrzeugtechnik GmbH als alleiniger Geschäftsführer leitete. Danach war er bis zum Erreichen des Ruhestands als Berater für mittelständische Industrieunternehmen tätig. In der gesamten Zeit hielt er die enge Verbindung zu seinem ursprünglichen Fachgebiet aufrecht. So leitete er u. a. von 1984 bis 1993 den Normenausschuss „Feldversuche“. Er gehörte und gehört auch noch heute verschiedenen internationalen und nationalen Ausschüssen und professionellen Gesellschaften an.

Erich Pimentel, geboren 1958, studierte an der Päpstlichen Katholischen Universität von Peru Bauingenieurwesen und arbeitete anschliessend zweieinhalb Jahre in Lima für ein geotechnisches Ingenieurbüro. Danach absolvierte er ein Aufbaustudium am Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik der Universität Karlsruhe. Dort promovierte er als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Lehrstuhls für Felsmechanik mit einer Arbeit über das Quellverhalten von diagenetisch verfestigtem Tonstein. Seit 2004 ist er an der Professur für Untertagbau des Institutes für Geotechnik der ETH Zürich als Dozent und Oberassistent sowie als Leiter des dortigen Felslabors tätig. Darüber hinaus ist er seit 2008 im Vorstand der Geotechnik Schweiz und seit 2010 zusätzlich als Sekretär dieser Gesellschaft tätig.

Helmut F. Schweiger, Jahrgang 1954, studierte Bauingenieurwesen an der Technischen Universität Graz und Finite-Elemente-Methoden an der University of Wales, Swansea (Dissertation 1989). Danach intensive Beschäftigung mit numerischen Methoden in der Geotechnik im Rahmen seiner Forschungs- und Lehrtätigkeit am Institut für Bodenmechanik und Grundbau der Technischen Universität Graz. Seine Habilitation erfolgte 1995, seit 1999 ist er Leiter der Arbeitsgruppe „Numerische Geotechnik“. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Weiterentwicklung und Anwendung numerischer Methoden auf praktische Aufgabenstellungen in der Geotechnik, insbesondere unter Berücksichtigung moderner Stoffgesetze. Er ist im „Editorial Board“ einiger internationaler Fachzeitschriften, wie z. B. *Computers and Geotechnics*, *International Journal of Geomechanics* und war von 2004 bis 2007 im „Advisory Panel“ von *Geotechnique*. Er ist Mitglied mehrerer „Technical Committees“ der ISSMGE und war im internationalen Expertenkomitee zur Klärung des Einsturzes der tiefen Baugrube „Nicoll Highway“ in Singapur.

Paul von Soos, Jahrgang 1925, begann 1944 das Studium des Bauingenieurwesens zunächst an der Technischen Universität Budapest und setzte es an der TH München fort, wo er 1950 diplomierte. Der weitere Berufsweg führte ihn als Betriebsleiter zum Institut und heutigen Prüfamts für Grundbau und Bodenmechanik der TU München, das er als Akademischer Direktor bis zum Eintritt in den Ruhestand leitete. Die Schwerpunkte lagen nicht nur auf dem Gebiet des bodenmechanischen Versuchswesens, an dessen Entwicklung und Standardisierung er maßgeblich beteiligt war, er war ebenso wissenschaftlich, lehrend und beratend bei herausfordernden Projekten des über- und unterirdischen Verkehrswegebbaus, des Wasserbaus und des Ingenieurbaus tätig. Seine Erfahrungen und sein sicheres Urteilsvermögen brachte und bringt er auch in die Mitarbeit bei zahlreichen Arbeitskreisen und Ausschüssen ein, von denen er jene für „Laborversuche“ und für die „Untersuchung von Boden und Fels“ über Jahrzehnte als Obmann leitete.

Markus Stolz, Jahrgang 1975, studierte an der Technischen Universität München Bauingenieurwesen. Nach einer Anstellung bei der Firma Ed. Züblin AG wechselte er 2004 zur Firma Solexperts AG in die Schweiz. Seit 2010 ist er für das Tochterunternehmen MeSy-Solexperts GmbH tätig und leitet dort die Abteilung Geotechnik am Firmensitz in Kempten. Gegenwärtig ist er Mitglied des Arbeitskreises „AK 2.10 Geomesstechnik“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V.

Arno Thut, geboren 1939. Abschluss als Dipl.-Bauing an der ETH Zürich 1963. Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Versuchsanstalt für Wasser- und Erdbau an der ETH Zürich bis 1969. Abschluss mit Dissertation. 1969 bis 1973 Aufenthalte in Marokko, Leitung Sondierkampagne für Stauwerke, Paris Studienbüro Solétanche, und in München Bauleitung Injektionen und Anker für Staudamm. 1973 bis 2014 Aufbau der Solexperts AG, Schweiz und Filialen in Frankreich und Deutschland, als Besitzer und Geschäftsleiter, Expertisen für Abdichtungen bei Stauwerken sowie Geotechnische und Hydrogeologische Instrumentierungen und Feldversuche. Ab 2014 Experte bei Solexperts AG und Besitzer der GEO IMMO AG, Beteiligung an GEOEXPERTS, Zilina, Slowakische Republik, Geotechnische Instrumentierungen.

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.

Tilman Westhaus, Jahrgang 1958, studierte Bauingenieurwesen an der RWTH Aachen und promovierte 1988 am Institut für Statik der Technischen Universität Braunschweig. Danach war er bis 1992 bei der Philipp Holzmann AG im Spezialtiefbau tätig. Bis 1997 war er Geschäftsführer / Gesellschafter der Baugrundinstitut Franke – Meißner und Partner GmbH und seit 1997 ist er Geschäftsführer / Gesellschafter der Baugrundinstitut Dr.-Ing. Westhaus GmbH. Seit 1994 ist er Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht. Er ist ferner Prüfer bei der Ingenieurkammer Hessen für die Zulassung von öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen für Geotechnik. Darüber hinaus ist er seit 2000 Mitglied im Normenausschuss Bauwesen im DIN NA 005-05 09 AA Arbeitsausschuss Baugrund, Feldversuche, geotechnische Messtechnik, Spiegelausschuss zum CEN/TC 341 und seit 2014 als Obmann im DIN und auf europäischer Ebene Vertreter Deutschlands im CEN/TC 341 und bei der Neufassung des EC 7.2 für den Bereich Felduntersuchungen.

Karl Josef Witt, geboren 1951, ist seit 1997 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 Bodenstrukturen, Sicherheit von geotechnischen Bauwerken

und Umweltgeotechnik ab. Er ist Mitglied zahlreicher Ausschüsse und Arbeitsgruppen, Sachverständiger und Vermittler bei komplexen Schadens- und Streitfällen sowie gefragter Prüferingenieur 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 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 Beratender Ingenieur in einem geotechnischen Planungsbüro erworben.

Peter-Andreas von Wolffersdorff, geboren 1951, ist seit 2000 Geschäftsführer der BAUGRUND DRESDEN Ingenieurgesellschaft GmbH. Er studierte an der HAB Weimar, der heutigen Bauhaus-Universität, Bauingenieurwesen und promovierte dort im Bereich kommunaler Tiefbau zu bodenmechanischen Stoffgesetzen. Seine wissenschaftliche Laufbahn setzte er Ende der 1980er-Jahre an der Universität Karlsruhe am Institut für Boden- und Felsmechanik bei Prof. Gudehus fort und schloss diese Zeit mit der Habilitation zu Verformungen von Stützkonstruktionen ab. Umfangreiche praktische Erfahrungen sammelte er während seiner Tätigkeit im technischen Büro der Ed. Züblin AG in Stuttgart, wo er an vielfältigen Bauvorhaben des Verkehrswegebau, Wasserbaus und Grundbaus im In- und Ausland mitwirkte. Er hat Lehraufträge an der OTH Regensburg und an der TU Bergakademie Freiberg, an der er seit 2010 auch als Gastprofessor in der Lehre tätig ist. Er ist ehrenamtlich in verschiedenen Ausschüssen des DIN und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik tätig. Seine langjährigen Erfahrungen bei der Anwendung numerischer Berechnungsmethoden setzt er u. a. als Obmann des Arbeitskreises „Numerik in der Geotechnik“ der DGGT um.

Holger Wörsching, Jahrgang 1975, studierte an der Universität Karlsruhe Bauingenieurwesen und war anschließend als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Boden- und Felsmechanik an der Universität Karlsruhe tätig. 2006 Wechsel zur Solexperts AG in der Schweiz und Leitung zahlreicher In-situ-Versuche sowie messtechnische Instrumentierungen und Überwachungen in Europa und Afrika. Er ist gegenwärtig Schweizer Delegierter der ISO TC-182/WG2 Geotechnical Monitoring.

Martin Ziegler, Jahrgang 1954, ist seit April 2000 Inhaber des Lehrstuhls für Geotechnik im Bauwesen und Leiter des Instituts für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Verkehrswasserbau an der RWTH Aachen University. Er ist in verschiedenen mit der Normung befassten Gremien engagiert, so u. a. als Mitglied in verschiedenen Sachverständigenausschüssen des Deutschen Instituts für Bautechnik, im Normenausschuss zur DIN 1054, im Lenkungsausschuss der Initiative Praxisgerechte Regelwerke im Bauwesen e. V. (PRB) und auf europäischer Ebene in verschiedenen Arbeitsgruppen innerhalb des SC7 Geotechnical Design. Im Rahmen seiner Forschungsarbeiten zur Normung hat er u. a. an der Erarbeitung eines Leitfadens zur Vereinfachung von Bemessungsnormen mitgewirkt und zahlreiche Vergleichsrechnungen zu den verschiedenen Nachweisverfahren innerhalb Europas durchgeführt. Er ist Verfasser des Buches Geotechnische Nachweise nach EC 7 und DIN 1054 in der Reihe Bauingenieur-Praxis. Vor seiner Berufung an die RWTH Aachen University hat er in der Bauindustrie langjährige Erfahrungen in Planung und Bauausführung anspruchsvoller geotechnischer Projekte gesammelt.

Verzeichnis der Autoren

Dipl.-Ing. Hans Jakob Becker
Solexperts AG – Swiss Precision
Geomonitring
Mettlenbachstrasse 25
8617 Mönchaltorf
Schweiz

*(1.13 Instrumentierung und Monitoring
in der Geotechnik)*

Dr. rer. nat. Andreas Claussen
melchior + wittpohl Ingenieur-
gesellschaft
Rödingsmarkt 43
20459 Hamburg
*(1.5 Charakterisierung von Schadstoffen
im Baugrund und Grundwasser)*

Prof. Dr.-Ing. Jens Engel
Hochschule für Technik und Wirtschaft
Dresden
FB Bauingenieurwesen/Architektur
Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
*(1.3 Eigenschaften von Boden und Fels –
ihre Ermittlung im Labor)*

Prof. Dr.-Ing. Edwin Fecker
Geotechnisches Ingenieurbüro
Prof. Fecker & Partner GmbH
Am Reutgraben 9
76275 Ettlingen
(1.2 Baugrunduntersuchungen im Feld)

Prof. Dr.-Ing. Dieter D. Genske
Hochschule Nordhausen, Fachbereich
Ingenieurwissenschaften
Weinberghof 4
99734 Nordhausen
(1.11 Massenbewegungen)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Ivo Herle
Technische Universität Dresden
Institut für Geotechnik
Georg-Bähr-Straße 1a
01062 Dresden
(1.7 Stoffgesetze für Böden)

Prof. Dr.-Ing. habil. Achim Hettler
Technische Universität Dortmund
Lehrstuhl Baugrund-Grundbau
August-Schmidt-Straße 8
44227 Dortmund
(1.6 Erddruck)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Otto Heunecke
Universität der Bundeswehr München
Institut für Geodäsie
Werner-Heisenberg-Weg 39
85579 München
*(1.12 Ingenieurgeodäsie – Zustands-
dokumentation und Überwachungsmes-
sung)*

Dr.-Ing. Maximilian Huber
Cottastraße 65
70180 Stuttgart
*(1.4 Statistik und Probabilistik in der
geotechnischen Bemessung)*

Dipl.-Ing. Marcel Hubrig
Solexperts AG – Swiss Precision Geo-
monitoring
Mettlenbachstrasse 25
8617 Mönchaltorf
Schweiz
*(1.13 Instrumentierung und Monitoring
in der Geotechnik)*

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Dimitrios
Kolymbas
Universität Innsbruck
Institut für Infrastruktur
Arbeitsbereich Geotechnik und
Tunnelbau
Techniker Straße 13
6020 Innsbruck
Österreich
(1.7 Stoffgesetze für Böden)

Dr.-Ing. Klaus-Jürgen Melzer
Drosselweg 7a
61440 Oberursel
(1.2 Baugrunduntersuchungen im Feld)

Dr.-Ing. Erich Pimentel
ETH Zürich
Institut für Geotechnik
Stefano-Frascini-Platz 5
8093 Zürich
Schweiz
*(1.8 Stoffgesetze und Bemessungsansätze
für Festgestein)*

Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
M. Sc. Helmut F. Schweiger
Technische Universität Graz
Institut für Bodenmechanik und
Grundbau
AG Numerische Geotechnik
Rechbauerstraße 12
8010 Graz
Österreich
*(1.10 Numerische Verfahren in der
Geotechnik)*

Dipl.-Ing. Paul von Soos
Reußweg 30
81247 München
*(1.3 Eigenschaften von Boden und Fels –
ihre Ermittlung im Labor)*

Dipl.-Ing. Markus Stolz
Mesy-Solexperts GmbH
Lindauer Straße 4
87439 Kempten
*(1.13 Instrumentierung und Monitoring
in der Geotechnik)*

Dr. Arno Thut
Solexperts AG – Swiss Precision
Geomonitoring
Mettlenbachstrasse 25
8617 Mönchaltorf
Schweiz
*(1.13 Instrumentierung und Monitoring
in der Geotechnik)*

Univ. Prof. Dr.-Ing. Christos Vrettos
Technische Universität Kaiserslautern
FG Bodenmechanik und Grundbau
Erwin-Schrödinger-Straße 6
67663 Kaiserslautern
(1.9 Bodendynamik)

Dr.-Ing. Tilman Westhaus
Baugrundinstitut
Dr.-Ing. Westhaus GmbH
An der Helling 32
55252 Mainz-Kastel
(1.2 Baugrunduntersuchungen im Feld)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl Josef Witt
Bauhaus-Universität Weimar
Professur Grundbau
Coudraystraße 11 C
99421 Weimar
*(1.4 Statistik und Probabilistik in der
geotechnischen Bemessung)*

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter-Andreas
von Wolffersdorff
BAUGRUND DRESDEN Ingenieur-
gesellschaft mbH
Kleiststraße 10a
01129 Dresden
*(1.10 Numerische Verfahren in der
Geotechnik)*

Dipl.-Ing. Holger Wörsching
Solexperts AG – Swiss Precision Geo-
monitoring
Mettlenbachstrasse 25
8617 Mönchaltorf
Schweiz
*(1.13 Instrumentierung und Monitoring
in der Geotechnik)*

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler
RWTH Aachen University
Geotechnik im Bauwesen
Mies-van-der-Rohe-Straße 1
52074 Aachen
*(1.1 Sicherheitsnachweise im Erd- und
Grundbau)*

