

Conrad Boley (Hrsg.)

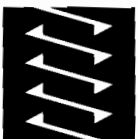
# Handbuch Geotechnik

Grundlagen – Anwendungen – Praxiserfahrungen  
Mit 620 Abbildungen und 185 Tabellen

Die Autoren

Dietmar Adam, Sonja Bente, Conrad Boley,  
Roland Börger, Gebhard Dausch, Klaus Englert,  
Winfried Entenmann, Helmut Ferrari, Bastian Fuchs,  
Alfred Haack, Roman Marte, Claas Meier,  
Friederike Meyer, Karl Morgen, Monika Paulus-Grill,  
Florian Scharinger, Stefan Schmitz, Bernd Schuppener,  
Siegfried Stelzig, Ulrich Trunk, Christian Paul Waibel,  
Jimmy Wehr, Jörg Zimbelmann und Yazhou Zou

PRAXIS



**VIEWEG+**  
**TEUBNER**

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	V
Autorenverzeichnis .....	VII
<b>1 Grundlagen der Geologie .....</b>	<b>1</b>
1.1 Begriffsdefinitionen und Spektrum .....	1
1.2 Der Kreislauf der Gesteine .....	1
1.3 Glossar ausgewählter Fest- und Lockergesteine .....	2
1.3.1 Festgesteine .....	2
1.3.2 Lockergesteine .....	6
1.4 Literatur .....	11
<b>2 Eigenschaften und Klassifikation von Böden .....</b>	<b>13</b>
2.1 Zusammensetzung von Böden und Bodengefüge .....	13
2.1.1 Korngrößen und Korngrößenverteilung .....	13
2.1.2 Entstehung und Mineralbestand von Bodenkörnern .....	15
2.1.3 Kornformen und Kornrauigkeit .....	16
2.1.4 Kornoberfläche .....	17
2.1.5 Bodengefüge .....	17
2.1.6 Porenwasser und Porenluft .....	19
2.2 Physikalische Eigenschaften von Böden .....	21
2.2.1 Bodenkenngrößen .....	21
2.2.2 Zustandskenngrößen .....	25
2.3 Mechanische Eigenschaften von Böden .....	29
2.3.1 Wechselwirkung zwischen Wasser und Bodenkörnern .....	29
2.3.2 Verdichtungseigenschaften von Böden .....	34
2.3.3 Kompressionseigenschaften und Formänderungsverhalten .....	37
2.3.4 Festigkeit .....	43
2.4 Bodenklassifikation .....	51
2.5 Literatur .....	59
<b>3 Baugrunderkundung, geotechnische Labor- und Feldversuche .....</b>	<b>61</b>
3.1 Baugrunderkundung .....	61
3.1.1 Aufgaben der Baugrunderkundung .....	61
3.1.2 Geologische Grundlagen .....	62
3.1.3 Grundlagen gemäß DIN 4020 und EC 7-2 .....	62
3.1.4 Erkundungsverfahren .....	63
3.1.5 Ausbau von Bohrungen zu Grundwassermessstellen .....	94
3.1.6 Bohrlochgeophysikalische Verfahren .....	95
3.2 Laborversuche .....	96
3.2.1 Versuche zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften .....	96
3.2.2 Versuche zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften .....	109

3.3	Feldversuche .....	128
3.3.1	Dichtebestimmung im Feld .....	129
3.3.2	Plattendruckversuche .....	131
3.3.3	Flügelsondierungen .....	133
3.3.4	Porenwasserdruckmessungen .....	133
3.3.5	SPT-Test, Bohrlochrammsondierung .....	133
3.3.6	Seitendrucksondierung .....	134
3.3.7	Erddruckmessungen .....	134
3.4	Literatur .....	135
<b>4</b>	<b>Bodenmechanik .....</b>	<b>139</b>
4.1	Grundlagen der Elastizitätstheorie .....	139
4.1.1	Spannungen auf ein Volumenelement .....	139
4.1.2	Hauptspannungen .....	139
4.1.3	Dehnungen .....	140
4.1.4	Elastizitätsgleichungen für einen isotropen Stoff .....	141
4.1.5	Ebener Verformungszustand .....	142
4.1.6	Zusammenstellung der Beziehungen zwischen elastischen Parametern .....	144
4.2	Spannungsermittlung .....	144
4.2.1	Spannungen infolge Eigengewicht .....	144
4.2.2	Spannungen infolge von Lasten .....	147
4.3	Berechnung von Zeitsetzungen .....	159
4.3.1	Einleitung .....	159
4.3.2	Eindimensionale Konsolidationssetzung .....	159
4.3.3	Konsolidationssetzungen bei Vertikaldrainagen .....	165
4.3.4	Sekundärsetzungen .....	167
4.3.5	Bestimmung des Konsolidationsbeiwertes .....	167
4.4	Erddruck .....	169
4.4.1	Begriffe und Bezeichnungen .....	169
4.4.2	Erddrucktheorie nach Coulomb .....	171
4.4.3	Erddrucktheorie nach Rankine .....	181
4.4.4	Berechnungsverfahren für praktische Anwendungen .....	185
4.5	Materialmodelle .....	199
4.5.1	Einführung .....	199
4.5.2	Grundbegriffe .....	199
4.5.3	Grundlagen der Materialmodelle für elastisches Materialverhalten ...	203
4.5.4	Grundlagen der elastoplastischen Materialmodelle .....	206
4.5.5	Elastoplastische Materialmodelle für Böden .....	212
4.6	Literatur .....	223
<b>5</b>	<b>Nachweiskonzepte und Sicherheit in der Geotechnik .....</b>	<b>225</b>
5.1	Eurocodes und Deutsche Normen (DIN) des Bauingenieurwesens .....	225
5.1.1	Die Eurocodes .....	225
5.1.2	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik .....	227
5.1.3	Die Einführung der Eurocodes in Deutschland .....	228
5.1.4	Pflege und Weiterentwicklung der Eurocodes .....	230

5.2	Das „Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung“	
	Band 1 „Allgemeine Regeln“ .....	231
5.2.1	Einführung .....	231
5.2.2	Geotechnische Kategorien .....	232
5.2.3	Bemessungssituationen .....	232
5.2.4	Charakteristische Werte .....	234
5.2.5	Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	238
5.2.6	Versagen des Baugrunds (GEO) .....	240
5.2.7	Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit (EQU) .....	250
5.2.8	Grenzzustand des Aufschwimmens (UPL) .....	251
5.2.9	Hydraulischer Grundbruch, innere Erosion und Piping (HYD) .....	252
5.2.10	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....	253
5.2.11	Beobachtungsmethode .....	254
5.3	Die Finite-Elemente-Methode zum Nachweis von Grenzzuständen .....	255
5.3.1	Allgemeines .....	255
5.3.2	Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	256
5.3.3	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....	256
5.4	Literatur .....	257
<b>6</b>	<b>Wasserhaltung</b> .....	<b>259</b>
6.1	Wozu Wasserhaltung? .....	259
6.2	Ziel der Wasserhaltung .....	259
6.3	Arten der Wasserhaltung .....	260
6.3.1	Offene Wasserhaltung .....	260
6.3.2	Geschlossene Wasserhaltung .....	261
6.3.3	Kombination von offener und geschlossener Wasserhaltung .....	261
6.3.4	Ausführungstechnik Grundwasserentnahme .....	261
6.4	Berechnung der Grundwasserabsenkung für stationäre Verhältnisse .....	263
6.4.1	Grundlagen allgemein .....	263
6.4.2	Grundlagen der Berechnung von Grundwasserabsenkungen .....	268
6.4.3	Besondere Einflüsse auf die Grundwasserabsenkung .....	279
6.5	Berechnung der Wasserhaltung .....	283
6.5.1	Grundwasserabsenkung durch Brunnen .....	283
6.5.2	Grundwasserentspannung .....	289
6.5.3	Vakuumbeaufschlagung von Schwerkraftbrunnen .....	295
6.5.4	Vakuumwasserhaltung Kleinbrunnen .....	298
6.5.5	Offene Wasserhaltung .....	299
6.5.6	Restwasserhaltung in dichten Trögen .....	307
6.5.7	Versickerung .....	312
6.6	Ausführung der Wasserhaltung .....	316
6.6.1	Schwerkraftentwässerung mit Brunnen .....	316
6.6.2	Vakuumentwässerung .....	319
6.6.3	Offene Wasserhaltung .....	320
6.7	Fehlerquellen der Wasserhaltung .....	321
6.7.1	Wahl des Wasserhaltungssystems .....	321
6.7.2	Dimensionierung der Wasserhaltung .....	322
6.7.3	Ausführung .....	323
6.8	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Baugrubensystem – Wasserhaltung .....	324
6.9	Literatur .....	325

<b>7</b>	<b>Altlasten, Kontaminationen und Kampfmittel</b> .....	327
7.1	Begriffsdefinitionen .....	329
7.2	Rechtliche und gesetzliche Grundlagen .....	335
7.3	Kategorisierung und Klassifizierung von Boden-, Bodenluft- und Gewässerunreinigungen .....	337
7.3.1	Chemische Kontaminationen .....	339
7.4	Branchentypische Kontaminationsprofile .....	354
7.5	Erkundung kontaminationsverdächtiger Standorte .....	357
7.5.1	Erfassung und Erstbewertung (Phase I) .....	359
7.5.2	Orientierende Untersuchungen (Phase II a) .....	360
7.5.3	Gefährdungsabschätzung (Phase II b) .....	361
7.5.4	Sanierung, Sicherung und Nachsorge (Phase III) .....	362
7.6	Praxisbeispiele .....	364
7.6.1	Altstandorte .....	364
7.6.2	Altablagerungen .....	370
7.7	Sicherungs- und Sanierungsverfahren .....	371
7.7.1	Allgemein .....	371
7.7.2	Sicherung .....	373
7.7.3	Umlagerung von Boden .....	374
7.7.4	Dekontamination .....	375
7.7.5	Grundwassersanierung .....	376
7.7.6	Sicherung von Deponien .....	379
7.8	Einschlägige Normen .....	385
7.8.1	Allgemeines .....	385
7.8.2	Geotechnische Erkundung, Durchführung von Boden-, Bodenluft-, Deponiegas- sowie Gewässeruntersuchungen .....	385
7.9	Literatur .....	392
7.10	Gesetze und Verordnungen .....	394
<b>8</b>	<b>Geotechnische Bauverfahren</b> .....	397
8.1	Einleitung .....	397
8.2	Bohrtechnik .....	398
8.2.1	Einleitung .....	398
8.2.2	Bohrverfahren und Bohrwerkzeuge für Kleinlochbohrungen .....	401
8.2.3	Bohrverfahren und Bohrwerkzeuge für Großlochbohrungen .....	406
8.3	Pfähle .....	413
8.3.1	Einleitung .....	413
8.3.2	Regelwerke .....	414
8.3.3	Bohrpfähle ( $0,3 \text{ m} \leq D \leq 3,0 \text{ m}$ ) .....	414
8.3.4	Verdrängungspfähle .....	422
8.3.5	Mikropfahl ( $\varnothing < 0,3 \text{ m}$ ) .....	426
8.4	Ankerteknik .....	428
8.4.1	Einleitung .....	428
8.4.2	Regelwerke .....	429
8.4.3	Aufbau von Verpressankern .....	430
8.4.4	Stahlzugglieder bei Verpressankern .....	430
8.4.5	Korrosionsschutz bei Verpressankern .....	432

8.4.6	Herstellung von Verpressankern .....	434
8.4.7	Spannverfahren .....	435
8.4.8	Sonderanker .....	436
8.5	Schlitzwandtechnik .....	436
8.5.1	Einleitung .....	436
8.5.2	Regelwerke .....	437
8.5.3	Ausrüstung .....	437
8.5.4	Herstellungsverfahren .....	440
8.5.5	Ausführungsschritte .....	442
8.6	Spundwandbauweise .....	448
8.6.1	Allgemeines .....	448
8.6.2	Baustoffe und Spundwandprofile .....	448
8.6.3	Einbringtechniken .....	452
8.6.4	Einbringhilfen .....	460
8.6.5	Lagegenauigkeit .....	462
8.6.6	Ziehen von Spundbohlen .....	464
8.6.7	Dichtigkeit – Probleme und Maßnahmen zur Ertüchtigung .....	464
8.6.8	Hinweise zu Entwurf und Ausführung .....	465
8.7	Literatur .....	466
<b>9</b>	<b>Baugrundverbesserung .....</b>	<b>469</b>
9.1	Einleitung .....	469
9.2	Vertikaldrains .....	469
9.2.1	Einleitung .....	469
9.2.2	Verfahren und Geräte .....	470
9.2.3	Entwurf und Bemessung .....	474
9.2.4	Überwachung und Prüfung .....	476
9.2.5	Zusammenfassung .....	477
9.3	Tiefenrüttelverfahren .....	478
9.3.1	Einleitung .....	478
9.3.2	Verfahren und Geräte .....	478
9.3.3	Entwurf und Bemessung .....	481
9.3.4	Überwachung und Prüfung .....	487
9.3.5	Zusammenfassung .....	489
9.4	Fallplattenverdichtung .....	489
9.4.1	Einleitung .....	489
9.4.2	Verfahren und Geräte .....	489
9.4.3	Entwurf und Bemessung .....	492
9.4.4	Überwachung und Prüfung .....	494
9.4.5	Zusammenfassung .....	495
9.5	Düsenstrahlverfahren .....	495
9.5.1	Einleitung .....	495
9.5.2	Verfahren und Geräte .....	495
9.5.3	Entwurf und Bemessung .....	498
9.5.4	Überwachung und Prüfung .....	500
9.5.5	Zusammenfassung .....	501

9.6	Verdichtungsinjektion .....	501
9.6.1	Einleitung .....	501
9.6.2	Verfahren und Geräte .....	501
9.6.3	Entwurf und Bemessung .....	504
9.6.4	Überwachung und Prüfung .....	505
9.6.5	Zusammenfassung .....	506
9.7	Hebungsinjektion .....	506
9.7.1	Einleitung .....	506
9.7.2	Verfahren und Geräte .....	506
9.7.3	Entwurf und Bemessung .....	509
9.7.4	Überwachung und Prüfung .....	511
9.7.5	Zusammenfassung .....	512
9.8	Injektionen ohne Baugrundverdrängung .....	513
9.8.1	Einleitung .....	513
9.8.2	Verfahren und Geräte .....	513
9.8.3	Entwurf und Bemessung .....	521
9.8.4	Überwachung und Prüfung .....	524
9.8.5	Zusammenfassung .....	526
9.9	Tiefe Bodenvermörtelung .....	527
9.9.1	Einleitung .....	527
9.9.2	Verfahren und Geräte .....	528
9.9.3	Entwurf und Bemessung .....	534
9.9.4	Überwachung und Prüfung .....	538
9.9.5	Zusammenfassung .....	539
9.10	Zusammenfassung .....	539
9.11	Literatur .....	539
<b>10</b>	<b>Flachgründungen .....</b>	<b>543</b>
10.1	Einführung .....	543
10.2	Bemessung von Flachgründungen .....	544
10.2.1	Beschreibung der Boden-Bauwerk-Interaktion zur Ermittlung von Sohldruckverteilung und Setzungen .....	545
10.2.2	Geotechnische Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	560
10.2.3	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit .....	565
10.2.4	Nachweisführung mit Hilfe der aufnehmbaren Bodenpressung .....	568
10.3	Praxis-Hinweise zu Bemessung und Ausführung .....	568
10.4	Literatur .....	569
<b>11</b>	<b>Pfahlgründungen .....</b>	<b>571</b>
11.1	Einleitung .....	571
11.1.1	Anwendungsbereich .....	571
11.1.2	Maßgebliche nationale technische Vorschriften für Pfähle .....	571
11.1.3	Pfahlgründungssysteme – Einzelpfahllösungen, Pfahlroste, Pfahlgruppen, Kombinierte Pfahl-Plattengründungen (KPP) .....	572
11.1.4	Baugrunduntersuchungen für Pfahlgründungen .....	572
11.2	Einzelpfähle – Tragverhalten und Widerstände bei axialer Belastung .....	575
11.2.1	Allgemeines .....	575
11.2.2	Axiales Tragverhalten .....	575

11.2.3	Ermittlung der Pfahlwiderstände für axiale Belastung – Allgemeines ...	578
11.2.4	Ermittlung von Pfahlwiderständen aus statischen Probelastungen ...	578
11.2.5	Ermittlung von Pfahlwiderständen aus dynamischen Probelastungen .....	580
11.2.6	Axiale Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten .....	581
11.2.7	Axiale Pfahlwiderstände aus empirischen und erdstatistischen Verfahren .....	593
11.2.8	Pfahlwiderstände bei Mantel- und Fußverpressung .....	594
11.3	Einzelpfähle – Tragverhalten und Widerstände bei Belastung quer zur Pfahlachse .....	595
11.3.1	Biegeweiche Pfähle – Bettungsmodulverfahren .....	596
11.3.2	Kurze starre Pfähle – Dalbentheorie nach Blum .....	597
11.4	Bemessung .....	598
11.4.1	Sicherheitskonzept .....	598
11.4.2	Einwirkungen aus dem Baugrund .....	599
11.4.3	Nachweis der Tragfähigkeit .....	607
11.4.4	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit .....	610
11.5	Pfahlgruppen .....	610
11.5.1	Axial beanspruchte Pfahlgruppen .....	610
11.5.2	Tragverhalten und Nachweise von horizontal beanspruchten Pfahlgruppen .....	612
11.6	Probelastungen .....	613
11.6.1	Statische axiale Pfahlprobelastungen .....	614
11.6.2	Statische Probelastungen quer zur Pfahlachse .....	615
11.6.3	Dynamische Pfahlprobelastungen .....	617
11.7	Qualitätssicherung bei der Bauausführung .....	619
11.7.1	Allgemeines .....	619
11.7.2	Qualitätsprüfungen .....	619
11.8	Literatur .....	621
<b>12</b>	<b>Böschungen und konstruktive Hangsicherungen, Baugruben .....</b>	<b>623</b>
12.1	Einführung .....	623
12.2	Systematik der Böschungs- und Hangsicherungen .....	623
12.3	Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen .....	625
12.3.1	Belastungen und Widerstände .....	625
12.3.2	Nachweisverfahren .....	635
12.3.3	Berechnungsverfahren .....	643
12.3.4	Sicherheitskonzepte .....	646
12.3.5	Normative Berechnungs- und Bemessungsgrundlagen .....	647
12.4	Freie Böschungen .....	652
12.4.1	Allgemeines .....	652
12.4.2	Neigungsempfehlungen für die Vordimensionierung von Böschungen .....	653
12.4.3	Rechnerische Standsicherheitsnachweise .....	653
12.5	Ingenieurbioologische Sicherungsmaßnahmen .....	676
12.5.1	Deckbauweisen .....	676
12.5.2	Stabilbauweisen .....	677
12.5.3	Kombinierte Bauweisen .....	679



12.6	Konstruktive Böschungssicherungen .....	680
12.6.1	Bewehrte Erde Konstruktionen .....	680
12.6.2	Geokunststoffbewehrte Stützkonstruktionen .....	684
12.6.3	Bodenvernagelung .....	687
12.7	Stützbauwerke .....	690
12.7.1	Flach gegründete Stützbauwerke .....	690
12.7.2	Tief gegründete Stützbauwerke .....	721
12.7.3	Verankerungen .....	755
12.8	Sonstige Stützkonstruktionen .....	757
12.8.1	Fangedämme .....	757
12.8.2	Aufgelöste Stützkonstruktionen .....	761
12.8.3	Galerien .....	762
12.8.4	Schalentragwerke .....	763
12.9	Entwässerungsmaßnahmen .....	764
12.9.1	Hangstabilisierung durch Entwässerung .....	764
12.9.2	Entwässerungseinrichtungen bei Stützkonstruktionen .....	766
12.10	Baugrubensicherungen .....	768
12.11	Erdwärmenutzung durch Stützkonstruktionen .....	772
12.12	Literatur .....	775
<b>13</b>	<b>Tunnelbau und unterirdischer Hohlraumbau .....</b>	<b>781</b>
13.1	Einführung .....	781
13.1.1	Geschichte und Bedeutung .....	781
13.1.2	Statistik .....	787
13.2	Begriffe und Bezeichnungen .....	790
13.3	Offene Bauweisen .....	792
13.3.1	Einführung und geschichtlicher Hintergrund .....	792
13.3.2	Baugruben .....	793
13.3.3	Stahlbetonkonstruktionen .....	798
13.3.4	Rahmenkonstruktionen aus Spundwänden mit Stahlbetonwänden und -decken .....	802
13.3.5	Deckelbauweise .....	806
13.3.6	Rahmenvorschub .....	811
13.4	Geschlossene Bauweisen .....	812
13.4.1	Einführung .....	812
13.4.2	Einfluss des Gebirges .....	813
13.4.3	Vortrieb .....	822
13.4.4	Konventionelle Vortriebsmethoden .....	823
13.4.5	Tunnelvortriebsmaschinen .....	827
13.4.6	Schildmaschinen .....	828
13.4.7	Tunnelbohrmaschinen .....	837
13.4.8	Sicherungsmittel .....	841
13.4.9	Ausbau .....	851
13.5	Abdichtung .....	853
13.6	Der Vortrieb kleiner Querschnitte .....	861
13.6.1	Allgemeines .....	861
13.6.2	Verfahrensübersicht .....	862

13.6.3	Verfahrenswahl und Vorerkundung .....	862
13.6.4	Rohrvortrieb .....	863
13.6.5	Mikrotunnelbau .....	867
13.6.6	Das HDD-Verfahren .....	868
13.7	Literatur .....	871
<b>14</b>	<b>Geotechnik im Hochwasserschutz .....</b>	<b>875</b>
14.1	Geotechnische Fragestellungen .....	875
14.2	Grundlagen geotechnischer Planungen .....	877
14.2.1	Baugrund und Grundwasser .....	877
14.2.2	Bestandsbauwerke .....	878
14.2.3	Maßgebende Auswirkungen .....	879
14.3	Systeme .....	880
14.3.1	Deiche .....	880
14.3.2	HWS-Mauern und HWS-Wände .....	882
14.3.3	Mobile Systeme .....	884
14.3.4	Rückhaltebecken und Flutpolder .....	886
14.3.5	Entlastungstollen und Flutmulden .....	888
14.4	Bemessungswasserstand .....	888
14.4.1	Freibord .....	889
14.5	Deiche .....	891
14.5.1	Aufbau und Baustoffe .....	891
14.5.2	Dichtungssysteme .....	894
14.5.3	Oberflächendichtungen .....	894
14.5.4	Innendichtungen .....	896
14.6	Sanierung bestehender Deiche .....	902
14.7	Überströmbare Deiche .....	904
14.8	Standsicherheitsnachweise .....	905
14.8.1	Geotechnische Untersuchungen .....	905
14.8.2	Maßgebende Lastfälle .....	907
14.8.3	Nachweise .....	908
14.8.4	Geotechnische Nachweise .....	911
14.9	Leitungen und Bauwerke in Deichen .....	917
14.9.1	Leitungen .....	917
14.9.2	Bauwerke .....	918
14.10	Gehölze an Deichen .....	918
14.11	Qualitätskontrollen im Deichbau .....	920
14.11.1	Während der Baumaßnahme .....	920
14.11.2	Nach der Fertigstellung .....	922
14.12	Deichverteidigung .....	923
14.13	Literatur .....	924
<b>15</b>	<b>Geotechnische Messverfahren .....</b>	<b>925</b>
15.1	Einleitung .....	925
15.2	Geotechnische Messungen .....	926
15.2.1	Ziel geotechnischer Messungen .....	926
15.2.2	Gemessene bzw. abgeleitete Größen .....	929
15.2.3	Messmethoden .....	935

15.2.4	Messinstrumente .....	937
15.2.5	Auslegung und Planung von Mess- und Überwachungs- programmen .....	949
15.2.6	Aufzeichnung von Messergebnissen .....	950
15.2.7	Auswertung von Messergebnissen .....	951
15.2.8	Anwendung geotechnischer Messverfahren .....	952
15.3	Geographische Informationssysteme (GIS) .....	957
15.3.1	Welche Informationen können abgefragt werden? .....	957
15.3.2	Einsatz der GIS-Informationen in der Praxis .....	959
15.3.3	Informationsquellen – Beispiele .....	962
15.4	Literatur .....	963
<b>16</b>	<b>Baugrund- und Tiefbaurecht .....</b>	<b>965</b>
16.1	Ausschreibungsvorgaben zum Baugrund und die richtige Baugrundausschreibung .....	965
16.1.1	„Ohne Grund und Boden geht das Bauen nicht.“ .....	965
16.1.2	Was ist „Baugrund“? .....	966
16.1.3	DIN EN 1997-2, ergänzt durch DIN 4020 als „Baugrund-Bibel“ .....	967
16.1.4	Der Baugrund ist Baustoff .....	971
16.1.5	Rechtsfolgen aus der Gleichsetzung von Baugrund und Baustoff .....	972
16.1.6	Zwischenergebnis .....	974
16.1.7	Ausschreibungsvorgaben des § 7 VOB/A .....	974
16.2	Die Beweisführung bei Tiefbauarbeiten .....	977
16.2.1	Beweislastregeln für die Vergütung .....	978
16.2.2	Beweislastregeln für Schadensersatzansprüche .....	978
16.2.3	Beweisgrundsätze für §§ 906 und 909 BGB .....	980
16.2.4	Beweisgrundsätze für die Mangelfreiheit .....	980
16.2.5	Besonderheiten der Beweisführung bei Tiefbauleistungen .....	981
16.2.6	Beweismöglichkeiten im Tiefbau .....	989
16.2.7	Anwendung der „5-M-Methode“ bei Tiefbauleistungen .....	991
16.3	Checkliste für Tiefbauarbeiten .....	993
16.4	Sonderprobleme beim Tiefbau .....	994
16.4.1	„Bauhilfen“ – ein Überblick .....	994
16.4.2	Definitionen: „Baubehelf“, „Bauhilfsgewerk“ und „Hilfsbauwerk“ .....	995
16.4.3	Die baurechtliche Relevanz der Begriffe .....	998
16.4.4	Abnahme, Vergütung, Sicherheiten und Mängelhaftung bei Hilfskonstruktionen bzw. Bauhilfsgewerken .....	1000
16.5	Der Bundesgerichtshof und die Baugrundprobleme .....	1003
16.6	Schlussbemerkung .....	1004
	Sachwortverzeichnis .....	1005