

Spezialtiefbau

Erkundung und Ausführung – Technik und Umwelt –
Methoden und Auswirkungen – Baustoffe und Verfahren

Dr. techn. Klaus Eichler

Dipl.-Ing. Frank Berndt

Dipl.-Ing. Manfred Cartus

Dipl.-Ing. Gebhard Dausch

Dipl.-Ing. Ralph Huth

Dipl.-Ing. Ulrich Höhne

Prof. Dipl.-Ing. Jens Hölterhoff

Dipl.-Ing. Roland Jörger

Dr. rer. nat. Dietrich Koch

Dipl.-Ing. Michael Kollnberger

Dipl.-Ing. Wolfgang Meiniger

Dipl.-Ing. Peter Müller

Dipl.-Ing. Franz Vahland

Dipl.-Geol. Klaus Smettan

3., neu bearbeitete Auflage

Mit 299 Bildern und 77 Tabellen



Kontakt & Studium

Band 566

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Wilfried J. Bartz

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Mesenholl

Dipl.-Ing. Elmar Wippler

expert  **verlag**®

Inhaltsverzeichnis

1	Baugrubensicherung / Anforderungen und Herstellung	1
	M. Kollnberger	
1.1	Vorwort	1
1.2	Die Baugrubensicherung	1
1.2.1	Einleitung	1
1.2.2	Vorstellung der Systeme	3
1.2.2.1	Trägerverbau	3
1.2.2.1.1	Einleitung	3
1.2.2.1.2	Beschreibung	3
1.2.2.1.3	Lasten und Verformungen	4
1.2.2.1.4	Baugrund und Wasser	4
1.2.2.1.5	Dauer des Einsatzes und Beständigkeit	5
1.2.2.1.6	Anforderungen an den Herstellungsprozeß	6
1.2.2.1.7	Darstellungen im Bild	7
1.2.2.2	Spundwand	8
1.2.2.2.1	Einleitung	8
1.2.2.2.2	Beschreibung	8
1.2.2.2.3	Lasten und Verformungen	8
1.2.2.2.4	Baugrund und Wasser	9
1.2.2.2.5	Dauer des Einsatzes und Beständigkeit	9
1.2.2.2.6	Anforderungen an den Herstellungsprozeß	10
1.2.2.2.7	Darstellungen im Bild	10
1.2.2.3	Pfahlwand	12
1.2.2.3.1	Einleitung	12
1.2.2.3.2	Beschreibung	12
1.2.2.3.3	Lasten und Verformungen	13
1.2.2.3.4	Baugrund und Wasser	13
1.2.2.3.5	Dauer des Einsatzes und Beständigkeit	13
1.2.2.3.6	Anforderungen an den Herstellungsprozeß	14
1.2.2.3.7	Darstellungen im Bild	14
1.2.2.4	Schlitzwand	15
1.2.2.4.1	Einleitung	15
1.2.2.4.2	Beschreibung	15
1.2.2.4.3	Lasten und Verformungen	16
1.2.2.4.4	Baugrund und Wasser	16
1.2.2.4.5	Dauer des Einsatzes und Beständigkeit	17
1.2.2.4.6	Anforderungen an den Herstellungsprozeß	17

1.2.2.4.7	Darstellungen im Bild	18
1.2.2.5	Unterfangung	19
1.2.2.5.1	Einleitung	19
1.2.2.5.2	Beschreibung	19
1.2.2.5.3	Lasten und Verformungen	20
1.2.2.5.4	Baugrund und Wasser	21
1.2.2.5.5	Dauer des Einsatzes und Beständigkeit	21
1.2.2.5.6	Anforderungen an den Herstellungsprozeß	21
1.2.2.5.7	Darstellungen im Bild	22
1.2.2.6	Bodenvernagelung	23
1.2.2.6.1	Einleitung	23
1.2.2.6.2	Beschreibung	23
1.2.2.6.3	Lasten und Verformungen	23
1.2.2.6.4	Baugrund und Wasser	24
1.2.2.6.5	Dauer des Einsatzes und Beständigkeit	24
1.2.2.6.6	Anforderungen an den Herstellungsprozeß	24
1.2.2.6.7	Darstellungen im Bild	25
1.3	Zusammenfassung und Literaturhinweise	25
2	Der Einsatz von Stahlspundwänden im Spezialtiefbau	26
	F. Berndt	
2.1	95 Jahre HOESCH – Stahlspundbohlen – ein Bauteil im Wandel der Zeiten	26
2.2	Der Baustoff Stahl	33
2.3	Qualitätsanforderungen für Stahlspundwände	38
2.4	Die Spundwand als Dichtwand	40
2.5	Anwendungsbereiche der Spundwand im Spezialtiefbau	45
2.6	Baugruben aus Stahlspundbohlen	48
2.7	HOESCH Stahlspundwände für die Großbaustelle Berlin Potsdamer Platz	58
2.8	Zusammenfassung	66
3	Bohrpfähle als Verbauelemente	68
	R. Jörger	
3.1	Einleitung	68
3.2	Systembeschreibung	68
3.2.1	Aufgelöste Bohrpfahlwände	69
3.2.2	Tangierende Bohrpfahlwände	70
3.2.3	Überschnittene Bohrpfahlwände	70
3.3	Entwurfskriterien	71
3.3.1	Gerätetechnik	72
3.3.2	Einbaustoffe	73

3.3.3	Statik	74
3.4	Fallbeispiele	75
3.5	Zusammenfassung	78
3.6	Literaturverzeichnis	78
4	Auftriebssichere Injektionssohlen	79
	M. Cartus	
4.1	Problemstellung	79
4.2	Verfahrensüberblick horizontale Abdichtung von Baugruben	79
4.3	Entwurfsgrundlagen für eine auftriebssichere Dichtsohle	80
4.4	Ausführungsgrundlagen für die Herstellung von Injektions- und Düsenstrahlsohlen	82
4.4.1	Injektionssohle	82
4.4.2	Dichtsohlen im Düsenstrahl-Verfahren	86
4.4.3	Kontrollmöglichkeiten bei der Herstellung horizontaler Dichtsohlen	90
4.4.3.1	Mögliche Kontrollen während der Herstellung von Injektionssohlen	91
4.4.3.2	Mögliche Kontrollen während der Herstellung von Düsenstrahl-Sohlen	91
4.4.3.3	Kontrollen nach Herstellung der Dichtsohlen	91
4.5	Ausführungsbeispiele	92
4.5.2	Baugrube Alsenblock in Berlin, Düsenstrahl - Sohle	94
5	Eine Übersicht zur Methodik und Herstellung von Grundwasserfassungsanlagen	96
	P. Müller	
5.1	Historisches	96
5.2	Strömungsverhältnisse um und am Brunnen	99
5.3	Bohrverfahren	108
5.4	Literaturhinweise	120
6	Unterfangungen	122
	W. Meininger	
6.1	Einleitung	123
6.2	Planung und Voruntersuchungen	122
6.3	Verfahren für Bauwerksunterfangungen	124
6.3.1	Herkömmliche Unterfangungen nach DIN 4123	124
6.3.2	Injektionen	129
6.3.3	Vernagelungen und Spritzbetonschale	132
6.3.4	Verpreißpfähle. Stabwände	133
6.4	Zusammenfassung	138
6.5	Literatur	138

7	Konstruktionsprinzipien, Herstellung und Wirkungsweise von vorgespannten Verpreßankern	139
	W. Meiniger	
7.1	Einleitung	139
7.2	Wirkungsweise von vorgespannten Verpreßankern	140
7.3	Gliederung von vorgespannten Verpreßankern	141
7.4	Bauelemente für vorgespannte Verpreßanker	143
7.5	Herstellung auf der Baustelle	148
7.6	Literatur	151
8	Bodenvermörtelungstechnik	152
	M. Cartus	
8.1	Einführung	152
8.2	Düsenstrahl-Verfahren (Jetgrouting, Soilcrete®)	153
8.2.1	Entwicklung der Düsenstrahltechnik im Grundbau	153
8.2.2	Anwendungsgebiete der Düsenstrahltechnik im Grundbau	155
8.2.3	Grundlagen der Düsenstrahltechnik	155
8.2.4	Exemplarische Geräteausstattung einer Düsenstrahl-Baustelle	156
8.2.5	Anwendungsgrenzen/Bodenarten/Säulendurchmesser/ Festigkeiten	157
8.2.6	Vorteile des Düsenstrahlverfahrens	160
8.2.7	Qualitätssicherung vor, während und nach der Ausführung	160
8.2.8	Hinweise für die Ausschreibung/Vertragsgrundlagen von Unterfangungsarbeiten	163
8.2.9	Ausführungsbeispiel	164
8.3	Tiefe Bodenvermörtelung	168
8.3.1	Einführung	168
8.3.2	Anwendungsgrenzen/Anwendungsgebiete/Ergebnisse	169
8.3.3	Geräte und Techniken	170
8.3.4	Ausführungsbeispiel Tiefe Bodenvermörtelung (TBV)	172
8.4	Bodensanierung im Düsenstrahlverfahren	175
8.4.1	Ausführungsbeispiel	177
9	Die Anwendung von Feinstbindemitteln in der Geotechnik	182
	R. Huth	
9.1	Zusammenfassung	182
9.2	Einleitung	182
9.3	Feinstbindemittel	184
9.3.1	Allgemeines	184
9.3.2	Feinstbindemittelsuspensionen	186
9.4	Injektion mit Feinstbindemitteln	189

9.4.1	Anwendung im Lockergestein	189
9.4.2	Verfestigungsmaßnahmen mit Feinstbindemitteln	197
9.4.3	Abdichtungsmaßnahmen mit Feinstbindemittel	198
9.5	Besonderheiten beim Einsatz im Festgestein	199
9.6	Anwendungsbeispiele	200
9.6.1	Unterfangung von Fundamenten	201
9.6.2	Unterfangung beim Neubau einer Lagerhalle	201
9.6.3	Abdichtung einer Schadstelle zwischen Schlitzwandlamellen	201
9.6.4	Abdichtungsinjektion beim Bau eines Erddammes	204
9.7	Rissverpressung mit Feinstbindemitteln	205
9.8	Literatur	207

10 Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten von Bentonit/Zement-Mischungen im Spezialtiefbau **209**

D. Koch

10.1	Einleitung, historische Entwicklung	209
10.2	Zusammensetzung von Dichtwandmassen	211
10.2.1	Zement	212
10.2.2	Bentonit	213
10.2.3	Füllstoffe	215
10.2.4	Additive	216
10.2.5	Wasser	216
10.3	Herstellung und Eigenschaften von Dichtwandmassen aus Bentonit/Zement-Mischungen	217
10.3.1	Dichtwände nach dem Zweiphasen-Verfahren	217
10.3.2	Dichtwände nach dem Einphasen-Verfahren	221
10.3.3	Schmalwände	224
10.3.4	Rammprofildichtwand	226
10.3.5	Hochdruck-Injektionswand	226
10.4	Zusammenfassung	227
10.5	Literatur	228

11 Bentonitvergütete Abdichtungen **229**

D. Koch

11.1	Einleitung	229
11.2	Gesetzliche Anforderungen	229
11.3	Welche Tonminerale werden in der Baupraxis zur Abdichtung von Deponien eingesetzt?	232
11.4	Eigenschaften des Tonmineralgesteins Bentonit	233
11.4.1	Auswirkungen der verschiedenen Aktivierungsverfahren auf die Eigenschaften der Bentonite	240
11.5	Abdichtungsmöglichkeiten mit bentonithaltigen Systemen im Deponiebau und in der Altlastensicherung	241

11.6	Chemikalien- und Langzeitbeständigkeit	245
11.6.1	Reaktionen von Bentoniten mit organischen Substanzen	246
11.6.2	Auswirkungen von mechanischer Auflast und Temperaturbelastung auf die Rißbildung	248
11.7	Misch- und Einbautechniken	249
11.8	Die multimineralische Barriere	251
11.9	Praxisbeispiele	254
11.10	Zusammenfassung	255
11.11	Literaturverzeichnis ↵	255
12	Mikrotunnelbau, eine bewährte Bauweise bei der Herstellung von Abwasserkanälen und Druckrohrleitungen	258
	J. Hölterhoff	
12.1	Einführung	258
12.2	Bedeutung der Bodeneigenschaften	258
12.3	Nichtsteuerbare Rohrvortriebsverfahren	259
12.4	Steuerbare Rohrvortriebs-Verfahren	260
12.4.1	Horizontalspülbohrverfahren	260
12.4.2	Mikrotunnelbau	261
12.4.3	Pilotrohr-Vortrieb	264
12.5	Baustellenerfahrungen mit grabenlosen Technologien des Kanal- und Druckrohrleitungsbaus	267
12.6	Ausblick	268
13	Moderne Spritzbetontechnologie: Stand der Technik	270
	K. Eichler	
13.1	Einleitung	270
13.2	Begriffsbestimmung „Spritzbeton“	271
13.3	Bindemitteltechnologie	272
13.3.1	Zusatzmittel	272
13.3.2	Bindemittel	279
13.4	Verfahrenstechnik	296
13.4.1	Trockenspritzverfahren	297
13.4.2	Nassspritzverfahren	307
13.4.3	Spritzroboter / Spritzmobile	310
13.4.3	Perforex-Verfahren	310
13.5	Spritzbetoneigenschaften	312
13.5.1	Bautechnische Eigenschaften	312
13.5.2	Umweltrelevante Anforderungen	320
13.6	Zusammenfassung	349
13.7	Literatur	350

14	Bentonitsuspensionen als Stütz- und Fördermedium beim Tunnelbau	352
	D. Koch	
14.1	Einleitung	352
14.2	Empfehlungen zur Herstellung und Stabilisierung von Bentonitsuspensionen	354
14.2.1	Aufbereitung der Betonitsuspensionen	355
14.2.1.1	Disperglerung	355
14.2.1.2	Quellung	356
14.2.1.3	Prüfkriterien zur Beurteilung der Suspensionseigenschaften für die Bohr- und Bauindustrie	357
14.2.2	Externe Einflußfaktoren auf die rheologischen Eigenschaften	357
14.2.2.1	Temperatur	357
14.2.2.2	Elektrolyte, Wasserhärte	358
14.2.2.3	Maßnahmen zur Stabilisierung der Suspensionsqualität	362
14.2.3	Beurteilungs- und Steuerwerte für Bentonitsuspensionen im Förderkreislauf	362
14.3	Untersuchungen zum Eindringverhalten einer Stützflüssigkeit und zur Ausbildung einer drucklufthaltenden Membran	363
14.3.1	Hydroschildarbeiten in porenreichen Zonen	363
14.3.2	Modellversuche zur Ausbildung eines Filterkuchens	364
14.3.3	Modellversuche zum Eindringverhalten einer Stützflüssigkeit	366
14.4	Herstellung von Start- und Zielschächten mit Hilfe der Schlitzwandtechnik	371
14.5	Regenerierung der Umlaufspülung beim flüssigkeitsgestützten Schildvortrieb	371
14.6	Zusammenfassung	373
14.7	Literatur	373
15	Beton im Spezialtiefbau	374
	U. Höhne	
	Zusammenfassung	374
15.1	Zusammensetzung	374
15.2	Prüfungen	378
15.3	Beton nach Expositionsclassen	381
15.4	Sonderbetone	387
15.5	Anwendungsprobleme	391
15.6	Literatur	396

16	Anforderungen an Verfüllbaustoffe – Einsatzgebiete, Produktgruppen und Eigenschaften	397
	F. Vahland	
16.1	Anforderungen an die Suspension	397
16.2	Rheologische Eigenschaften – Konsistenz der Baustoffsuspension	398
16.3	Wasserabsetzen und Sedimentationsstabilität	399
16.4	Wasser-/Bindemittelwert und Suspensionsdichte	400
16.5	Temperaturmessung/Hydratationswärme	401
16.6	Anforderungen an den erhärteten Baustoff	401
16.6.1	Festigkeit	401
16.6.2	Schwinden	402
16.6.3	Dauerhaftigkeit	402
16.6.4	Ökologische Unbedenklichkeit	402
16.6.5	Korrosionsschutz	403
16.7	Einbau des Baustoffes	403
16.8	Zusammenfassung	405
17	Holzpfehlgründungen Heute noch technisch und wirtschaftlich sinnvoll?	406
	K. Smettan und B. Gebauer	
17.1	Allgemeines	406
17.1.1	Einleitung	406
17.1.2	Holzarten	407
17.1.3	Dauerhaftigkeit/Lebensdauer von Holzpfehlen	409
17.1.4	Holzschutz/Imprägnierung	410
17.2	Einsatzbereiche für Holzpfehlgründungen	411
17.3	Hinweise zur Planung und Ausführung	412
17.4	Beispiele	418
17.5	Literaturverzeichnis und Normen	427

Sachregister