

Schriftenreihe aus dem
Institut für Rohrleitungsbau
Oldenburg



Band 13

Ernst Fengler /Sascha Bunger

GRUNDLAGEN DER HORIZONTAL- BOHRTECHNIK

2. Auflage

Herausgeber: Prof. Dipl.-Ing. Thomas Wegener

Inhalt

Vorwort zur 2. Auflage	5
1. Einleitung	13
1.1 Was bedeutet HDD?	13
1.2 Der prinzipielle Ablauf einer Horizontalbohrung	14
1.2.1 Pilotbohrung	14
1.2.2 Aufweitvorgang (Räumen)	14
1.2.3 Einziehvorgang	15
1.3 Anwendungsgebiete des HDD-Verfahrens	16
2. Geologie	17
2.1 Der Baugrund	19
2.1.1 Klassifizierung von Boden und Fels	19
2.1.2 Klassifizierung nach DIN	19
2.1.3 Klassifizierung nach Härteskalen	26
2.1.4 Abrasivität	29
2.1.5 Fest- und Lockergesteine	30
2.2 Geotechnische Untersuchungen	30
2.2.1 Vorerkundungsmaßnahmen	31
2.2.2 Aufschlussverfahren	32
2.2.2.1 Lokale Aufschlüsse	32
2.2.2.2 Schürfgruben	32
2.2.2.3 Sondierbohrungen / Rammkernsondierungen	32
2.2.2.4 Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von Bodenproben	32
2.2.2.5 Ramm- und Drucksondierung	33
2.2.2.6 Geophysikalische Verfahren	34
2.2.3 Zusammenfassung der Aufschlussverfahren	39
2.3 Bodenkennwerte	39
2.3.1 Korngrößenverteilung DIN 18123	39
2.3.2 Ungleichförmigkeitszahl und Krümmungskoeffizient DIN 18196	40
2.3.3 Lagerungsdichte DIN 18126	41
2.3.4 Zustandsform DIN 18122	41
2.3.5 Wassergehalt DIN 18121	42
2.3.6 Quellverhalten DIN 18132	42
2.3.7 Bodenwichte	42
2.3.8 Kohäsion DIN 18137	43
2.3.9 Durchlässigkeit	43
2.3.10 Einaxiale Druckfestigkeit bei Festgesteinen DIN 18136	43
2.3.11 Scherfestigkeit DIN 18137	43
2.3.12 Quarzanteil	43
2.3.13 Chemische Zusammensetzung	43
2.4 Baugrundrisiko	44
2.5 Kalkulationsfaktor Baugrund	46

3.	Produktenrohre	49
3.1	Stahlrohre	49
3.1.1	Einleitung	49
3.1.2	Lieferbedingungen und Ausführungen	50
3.1.2.1	Benennung von Stahlsorten	50
3.1.2.2	Stahlrohrausführungen	51
3.1.2.3	Kennwerte von Stahl von Stahlrohren	52
3.1.2.4	Längenbezogene Massen	52
3.1.3	Rohrverbindungen und Rohrendenausführungen	54
3.1.3.1	Schweißverbindung	54
3.1.3.2	Steckmuffenverbindungen	58
3.1.4	Umhüllung, Ummantelung und Auskleidung von Stahlrohren	60
3.1.4.1	Polyethylen-Umhüllungen	61
3.1.4.2	Ummantelungen	62
3.1.4.3	Auskleidungen	62
3.1.4.4	Nachumhüllung von Verbindungen	63
3.2	Kunststoffrohre	64
3.2.1	Einleitung	64
3.2.2	Eigenschaften	64
3.2.3	Benennung von PE-Rohren	65
3.2.4	Belastbarkeit	68
3.2.4.1	Zugkräfte	68
3.2.4.2	Abrieb	69
3.2.5	Verbindungen	69
3.2.5.1	Verbindungslose Rohre	70
3.2.5.2	Schweißverbindungen	70
3.3	Duktiles Gusseisen	72
3.3.1	Einleitung	72
3.3.2	Verbindungstechnik	73
3.3.2.1	Steckmuffenverbindungen	73
3.3.2.2	Längskraftschlüssige Verbindungen	73
3.3.3	Außenschutz	74
3.3.4	Einbauverfahren	75
3.3.4.1	Rohrstrangeinzug	75
3.3.4.2	Rohreinzeleinzug	76
3.3.5	Technisches Regelwerk	77
3.3.6	Zusammenfassung und Vorteile	81
3.4	Andere Materialien und Anwendungen	82
3.4.1	Kabel	82
3.4.2	Fernwärmerohre	83
4.	Gerätetechnik	87
4.1	Bohranlage	88
4.2	Komponenten einer Bohranlage	96
4.2.1	Spülpumpen	96
4.2.2	Spülungsanmischanlage	99
4.2.3	Aufbereitungsanlage	102

GRENZENLOS HORIZONTAL-BOHREN



Max Wild
Profis ohne Grenzen

Leutkircher Straße 22
88450 Berkheim
Telefon 08395 920-0
Telefax 08395 920-30
info@maxwild.com
www.maxwild.com

Flexibel und präzise,
von der kleinen Grundopit für Hausanschlüsse, über
15, 20 und 25 Tonnen Bohrgeräte bis hin zur 80 Tonnen
Bohranlage. Sprechen Sie mit uns, wir verlegen Ihre
Leitungen auch in kompliziertem Gelände.

4.2.3.1	Feststoffkontrolle	102
4.2.3.2	Anordnung der Geräte	103
4.3	Bohrstrang	110
4.3.1	Bohrgestänge	110
4.3.1.1	Bohrgestängerohre	111
4.3.1.2	Gestängeverbinder	113
4.3.1.3	Inspektion des Bohrgestänges	116
4.3.1.4	Einteilung von Bohrgestängen nach API	117
4.3.1.5	Übergänge	118
4.4	Bohrwerkzeuge	118
4.4.1	Werkzeuge für die Pilotbohrung	118
4.4.1.1	Arbeitsweise der Bohrwerkzeuge	118
4.4.1.2	Werkzeuge für den hydraulischen Abbau	120
4.4.1.3	Werkzeuge für den mechanischen Abbau	128
4.4.1.4	Sonstige Pilotbohrwerkzeuge	134
4.4.2	Werkzeuge zum Aufweiten des Bohrloches	137
4.4.2.1	Arbeitsweise der Aufweitwerkzeuge	139
4.4.3	Spezialwerkzeuge	141
4.4.4	Werkzeuge für den Einziehvorgang	144

5.	Bohrspülungstechnologie	147
5.1	Einleitung	147
5.2	Aufgaben einer Bohrspülung	147
5.2.1	Hydraulische Lösearbeit und Reinigung an der Ortsbrust mittels Düsenstrahl	147
5.2.2	Schmierung des Bohrstrangs und Kühlen der Meißelrollen	148
5.2.3	Bohrkleintransport durch den Ringraum nach übertage	148
5.2.4	Bohrlochstabilisierung	149
5.2.5	Antrieb von hydraulisch betriebenen Mudmotoren	150
5.3	Aufbau einer Bohrspülung	150
5.3.1	Flüssige Phase	152
5.3.2	Bentonitspülungen	153
5.3.3	Polymeraktivierte Bentonitspülungen	155
5.3.4	Polymere	156
5.3.5	Inerte Feststoffe	158
5.3.6	Sonstige Zuschlagstoffe	159
5.4	Spülungseigenschaften	162
5.4.1	Klassifizierung	162
5.5	Spülungsuntersuchungen	166
5.6	Spezielle Spülungen	172
5.6.1	Selbsterhärtende Bohrspülungen	172
5.6.1.1	Aufbau einer selbsterhärtenden Bohrspülung	172
5.6.1.2	Verfahrensweise	173
5.6.1.3	Anwendung	173
6.	Ortung im HDD	175
6.1	Ortung und Steuerung	175
6.2	Ortungsverfahren	176
6.2.1	Walk-Over-Verfahren	176
6.2.1.1	Neigungsmesser (Inklinometer)	178
6.2.1.2	Meißelstellung in Drehrichtung (Toolface)	178
6.2.1.3	Sender (Oszillator)	178
6.2.1.4	Signalempfang	179
6.2.1.5	Voraussetzungen	179
6.2.2	Wire-Line-Verfahren	181
6.2.2.1	Azimet	182
6.2.2.2	Inklination	183
6.2.2.3	Voraussetzung	184
6.2.2.4	Unterstützendes Messverfahren	186
6.2.3	Kreiselkompass	190
6.3	Zusammenfassung der Mess- und Steuerverfahren	191
6.4	Paralleles Bohren	193
6.5	Ausblick	194
6.5.1	Optische Winkel- und Längenmessung	194
6.5.2	Spülungsdruckpulsverfahren	195
6.5.3	Formationsortung	196

7.	Planung einer Horizontalbohrmaßnahme	197
7.1	Allgemeines	197
7.2	Baugrunderkundung	197
7.3	Planunterlagen	200
7.4	Geometrie einer Bohrung	200
7.4.1	Geologische Aspekte	202
7.4.2	Ein- und Austrittspunkt	202
7.4.3	Länge der Bohrung	204
7.4.4	Überdeckung	205
7.4.5	Krümmungsradius	206
7.4.5.1	Minimal zulässiger Biegeradius des Bohrgestänges	207
7.4.5.2	Minimal zulässiger Biegeradius des Produktenrohres	207
7.4.6	Bohrungswinkel/-radien	212
7.4.7	Berechnung der Bohrlinie	212
7.4.7.1	Zweidimensionale Berechnung	212
7.4.7.2	Dreidimensionale Berechnung	215
7.4.8	Überschnittfaktor	216
7.4.9	Oberbogen	217
7.5	Weitere planerische Aspekte	221
7.5.1	Bohrparameter	221
7.5.2	Einziehvorgang	222
7.6	Genehmigungsverfahren	224
7.7	Bauzeitenplan	225
8.	Durchführung einer Horizontalbohrmaßnahme	227
8.1	Baustellen-/Arbeitsvorbereitung	228
8.2	Baustelleneinrichtung und -räumung	228
8.3	Bohrarbeiten	230
8.3.1	Pilotbohrung	230
8.3.2	Aufweitvorgang	233
8.3.3	Einziehvorgang	234
8.4	Rohrbauarbeiten	237
8.5	Abnahme	239
8.6	Dokumentation	241
9.	Qualitätssicherung	245
9.1	Qualitätssicherung durch DVGW-Zertifizierung	245
9.1.1	Personelle Voraussetzungen	246
9.1.2	Gerätetechnische Voraussetzungen	247
9.1.3	Formale Voraussetzungen	247
9.2	Qualitätssicherung nach ISO 9001	247
9.3	Qualitätssicherung durch das Regelwerk SCC	248
9.4	Qualitätssicherung durch unterstützende Software	249

10.	Weitere HDD-Anwendungen	251
10.1	Horizontalfilterbrunnen und -drainagen	251
10.2	Zusammenführung von HDD und Microtunneling	252
10.3	HDDD – Horizontal Dry Directional Drilling	254
10.4	Grabenloser Kabel austausch	255
10.5	Freispiegelkanäle	255
Literaturverzeichnis		257
Anhang		265
Beispiel eines Bautageberichtes		265
Beispiel eines Bohrprotokolls		266
Beispiel eines Bohrspülungsberichtes		267
Beispiel eines Rohrbuches		268
Beispiel eines Schweißprotokolls		269
Inserentenverzeichnis		271