

Baugrunderkundungen

Planen – durchführen – überwachen – auswerten

Dr. Winfried Entenmann

Mit Beiträgen von
Dipl.-Ing. Markus Banduch
Dipl.-Ing. Lothar Müller
Dipl.-Ing. Uwe Rübesamen
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Blume
Gerd Siebenborn

Mit 117 Bildern, 32 Tabellen, 148 Literaturstellen,
relevanten Normen und Regelwerken sowie 16 Fallbeispielen

Baupraxis + Dokumentation
Band 20

expert  **verlag**®

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Einsatzbereiche	2
2.1	Ingenieurbauwerke	2
2.2	Linien- und Flächenbauwerke	2
3	Zielsetzungen von Aufschlussverfahren, Anforderungen	5
3.1	Untergrundaufbau	5
3.2	Geotechnische Parameter	16
3.3	Grundwasser und hydraulische Parameter	18
3.4	Grundwasserchemismus	18
3.5	Sonderaufgaben	19
4.	Übersicht über die geologischen Randbedingungen	21
4.1	Regionalgeologische und topografische Aspekte	21
4.1.1	Hochgebirge	21
4.1.2	Hochebenen	23
4.1.3	Mittelgebirge	23
4.1.4	Flussauen	25
4.1.5	Tiefebenen	26
4.1.6	Küste	27
4.1.7	Aquatische Bereiche	28
4.1.8	Tropen	29
4.1.9	Verebnungsflächen	32
4.1.10	Wüsten	34
4.1.11	Permafrostgebiete	35
4.2	Geländeoberfläche und Untergrund im Untersuchungsraum	35
4.2.1	Bewuchs und Denudation	35
4.2.2	Locker- und Festgestein, Verwitterung	35
4.2.3	Gebirgsstruktur	36
4.2.4	Befahrbarkeit	36
5.	Erkundungsverfahren, Aufschlüsse	37
5.1	Übersicht	38
5.1.1	Direkte Erkundungsverfahren	38
5.1.2	Indirekte Erkundungsverfahren	38
5.1.3	Messtechnische Verfahren	39

5.2	Bohrungen	39
5.3	Schürfe, befahrbare Großbohraufschlüsse	39
5.3.1	Einsatzbereiche von Schürfen	41
5.3.2	Besondere Erkundungsziele	42
5.4	Sondierungen	52
5.4.1	Drucksondierungen	52
5.4.1.1	Messprinzip	52
5.4.1.2	Durchführung	53
5.4.1.3	Auswertung	55
5.4.1.4	Einsatzbereiche	61
5.4.2	Rammsondierungen	62
5.4.2.1	Messprinzip	62
5.4.2.2	Durchführung	63
5.4.2.3	Auswertung	65
5.4.2.4	Einsatzbereiche	66
6.4.2.5	Alternative Drucksondierung zur Rammsondierung	68
5.4.3	Flügelsondierungen	68
5.5	Oberflächengeophysikalische Untersuchungen	69
5.5.1	Verfahren, bei denen natürliche Felder vermessen werden	72
5.5.1.1	Gravimetrie	72
5.5.1.2	Magnetik	72
5.5.1.3	Messungen natürlicher Radioaktivität	73
5.5.2	Verfahren, bei denen künstlich erzeugte Felder vermessen werden	73
5.5.2.1	Geoelektrik	73
5.5.2.2	Seismik	73
5.5.2.3	Seismische Tomografie	74
5.5.2.4	Georadar	74
5.6	Oberflächenkartierung	79
5.6.1	Erschließung geologischer Großstrukturen	80
5.6.2	Kluft- und Störungsgefüge	82
5.6.3	Massenbewegungen	83
6.	Bohrverfahren	85
6.1	Bohrverfahren und Erkundungsziele	85
6.2	Bohrverfahren und Untergrundaufbau	86
6.3	Gliederung der Bohrverfahren	92
6.4	Die Rotarybohrung (Drehbohrung)	94
6.4.0	Kurzbeschreibung	94
6.4.1	Funktionsweise	95
	<i>Rübesamen und Entenmann</i>	
6.4.2	Bohrergebnisse und Probenahme	97
6.4.3	Ermittlung des Bohrprofils	99

6.4.4	Erforderliche Gerätschaften und Hilfsmittel	99
6.4.4.1	Trägereinheit	100
6.4.4.2	Antrieb	101
6.4.4.3	Bohrturm	101
6.4.4.4	Bohrgestänge	101
6.4.4.5	Vollbohrkronen	102
6.4.4.6	Bohrspülung und Sedimentationsbecken	106
6.5	Die Kernbohrung	107
6.5.0	Kurzbeschreibung	107
6.5.1	Funktionsweise	107
6.5.2	Bohrergebnisse und Probenahme	112
6.5.3	Ermittlung des Bohrprofils	115
6.5.4	Erforderliche Gerätschaften und Hilfsmittel	118
6.5.4.1	Kernrohr	119
6.5.4.2	Kernfänger und Kernfanghülse	120
6.5.4.3	Kernbohrkronen	120
6.5.5	Sonderanwendungen	124
6.6	Die Druckluft-Drehschlagbohrung	128
6.6.0	Kurzbeschreibung	128
6.6.1	Funktionsweise	128
6.6.2	Bohrergebnisse und Probenahme	129
6.6.3	Ermittlung des Bohrprofils	129
6.6.4	Erforderliche Gerätschaften und Hilfsmittel	129
6.7	Die Trockenbohrung	130
	<i>Müller und Entenmann</i>	
6.7.0	Kurzbeschreibung	130
6.7.1	Funktionsweise	130
6.7.2	Bohrergebnisse und Probenahme	134
6.7.3	Ermittlung des Bohrprofils	139
6.7.4	Erforderliche Gerätschaften und Hilfsmittel	141
6.8	Die Rammkernbohrung	144
	<i>Müller und Entenmann</i>	
6.8.0	Kurzbeschreibung	144
6.8.1	Funktionsweise	144
6.8.2	Bohrergebnisse und Probenahme	146
6.8.3	Ermittlung des Bohrprofils	147
6.8.4	Erforderliche Gerätschaften und Hilfsmittel	149
6.8.5	Sonderverfahren: Imlochhammer-Kernbohrung	149
6.9	Die Kernbohrung in Überspültechnik	150
	<i>Siebenborn und Entenmann</i>	
6.9.0	Kurzbeschreibung	150
6.9.1	Funktionsweise	152
6.9.2	Bohrergebnisse und Probenahme	154
6.9.3	Ermittlung des Bohrprofils	154
6.9.4	Erforderliche Gerätschaften und Hilfsmittel	154

6.10	Spülbohrungen <i>Rübesamen und Entenmann</i>	155
6.10.0	Kurzbeschreibung	155
6.10.1	Funktionsweise	155
6.10.2	Bohrergebnisse und Probenahme	157
6.10.3	Ermittlung des Bohrprofils	160
6.10.4	Erforderliche Gerätschaften und Hilfsmittel	161
6.11	Kleinbohrungen	162
6.11.0	Kurzbeschreibung	162
6.11.1	Funktionsweise	163
6.11.2	Bohrergebnisse und Probenahme	166
6.11.3	Ermittlung des Bohrprofils	166
6.11.4	Erforderliche Gerätschaften und Hilfsmittel	167
7.	Bohrlochausbau	168
7.1	Grundwassermessstellen <i>Rübesamen und Entenmann</i>	168
7.1.1	Messstellenausbau bei Kern- und Rotarybohrungen in standsicherem Gebirge	174
7.1.2	Messstellenausbau bei verrohrten Trockenbohrungen	175
7.1.3	Messstellenausbau bei Spülbohrungen	175
7.1.4	Messstellenausbau bei Kleinbohrungen	175
7.1.5	Messstellen und Grundwasserschutz	177
7.1.5.1	Teleskopieren und Abdichten	179
7.1.5.2	Ringraumverpressung	179
7.1.5.3	Hydraulische Maßnahmen	179
7.2	Entnahmebrunnen	180
7.3	Brunnenrückbau	180
7.4	Andere Messstellen	185
8.	Bohrlochmessungen	187
8.1	Bohrlochmessungen zur Bestimmung mechanischer Parameter	188
8.1.1	Gliederung	188
8.1.1.1	Feldversuche zur Bestimmung von Boden- und Gesteinsfestigkeiten	189
8.1.1.2	Messverfahren zur Bestimmung von Spannungen	189
8.1.1.3	Messverfahren zur Bestimmung von Verschiebungen	190
8.1.1.4	Messverfahren zur Bestimmung des Porenwasserdrucks	190
8.1.1.5	Entwicklungen	190
8.1.2	Anwendungsbeispiele	191
8.1.2.1	Überschüttverfahren	191
8.1.2.2	Rutschungen	192

8.1.3	Feldversuche	193
	zur Bestimmung von Boden- und Gesteinsfestigkeiten	
8.1.3.1	SPT-Test/Bohrlochrammsondierung	193
8.1.3.2	Seitendrucksondierung	196
8.1.4	Messverfahren zur Bestimmung von Spannungen/Drücken	196
8.1.4.1	Einbau von Messinstrumenten in den Untergrund	196
8.1.4.2	Erddruckmessung mit Druckkissen	197
8.1.4.3	Überbohr-Entlastungsversuche	198
8.1.4.4	Porenwasserdruckmessungen	199
8.1.5	Messverfahren zur Bestimmung von Verschiebungen	200
8.1.5.1	Einrichtung von Messstellen	200
8.1.5.2	Messungen mit dem Extensometer	202
8.1.5.3	Messungen mit dem Inklinometer	202
8.2	Bohrlochmessungen	
	zur Bestimmung hydraulischer Parameter	203
8.2.1	Stationäre und instationäre Verfahren	205
8.2.2	Versuchstechnik	206
8.2.3	Auswertung	209
8.2.4	Grundwasserprobenahme, Grundwasserchemismus	209
8.2.5	Flowmeter-Messungen	210
8.3	Geophysikalische Bohrlochmessungen	211
8.3.1	Systematik der bohrlochgeophysikalischen Messverfahren	211
8.3.2	Kurzcharakterisierung	
	einzelner häufig angewandter Verfahren	213
8.3.3	Übersicht zu den Anwendungsschwerpunkten	
	der Slimline-Bohrlochmessungen	217
8.3.4	Messverfahren in unverrohrten Lockergesteins-	
	und Festgesteinsbohrungen	217
8.3.5	Messverfahren in ausgebauten Grundwassermessstellen	218
8.4	Überprüfung der Maßhaltigkeit von Bohrungen	222
9.	Erkundungsprogramm: Planung, Überwachung,	
	Auswertung	224
9.1	Projektbeteiligte	224
9.2	Planung des Erkundungsprogramms	226
9.2.1	Zusammenstellung der einsetzbaren Aufschlussverfahren	228
9.2.2	Qualität von Boden- und Felsproben	228
	<i>Banduch und Entenmann</i>	
9.3	Ausschreibung von Bohrleistungen und anderen	
	Erkundungsverfahren	234
9.3.1	Bohr- und Brunnenbauarbeiten	236
9.3.2	Schürfe	240

9.4	Durchführung und Überwachung von Erkundungsarbeiten	242
9.4.1	Bohrfirma	242
9.4.2	Bohrüberwachung durch den Baugrundgutachter	244
9.5	Auswertung der Baugrunderkundungen	247
9.5.1	Bodenansprache, Felsklassifikation	248
9.5.2	Bodenmechanische und felsmechanische Laborversuche <i>Banduch und Entenmann</i>	248
9.5.3	Bodenmechanische und felsmechanische Feldversuche <i>Banduch und Entenmann</i>	249
9.5.4	Bemessungsbodenprofil / Baugrundmodell	251
9.5.5	Charakteristische Werte	252
9.5.6	Ableitung der Bemessungsprofile	253
10.	Fallbeispiele für die Ausarbeitung komplexer Untersuchungsprogramme	263
10.1	Fallbeispiel 15: Aartalsperre – Erkundungsprogramm	263
10.1.1	Vorerkundung	265
10.1.2	Haupterkundung	268
10.1.3	Nacherkundungen	271
10.2	Fallbeispiel 16: BAB A26 Stade – Hamburg – Erkundungsprogramm und Beobachtungsmethode <i>Blume und Entenmann</i>	271
10.2.1	Projektbeschreibung	271
10.2.2	Trasse	271
10.2.3	Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	272
10.2.4	Bauverfahren	274
10.2.5	Geotechnische Messungen	275
10.2.6	Anwendung und Umsetzung der Beobachtungsmethode nach DIN 1054	275
10.2.7	Messgeräte zur Sicherung vorhandener baulicher Anlagen	276
10.2.8	Messgeräte zur Überwachung der Vorbelastungsdämme	276
10.2.9	Datenerfassung und Datenübertragung	278
10.2.10	Messtechnische Überwachung von Strommasten	278
10.2.11	Messtechnische Überwachung der Dammschüttung	281
10.2.12	Hydrogeologische Untersuchung und Beweissicherung	282
	Literaturverzeichnis	286
	Stichwortregister	300
	Die Autoren	