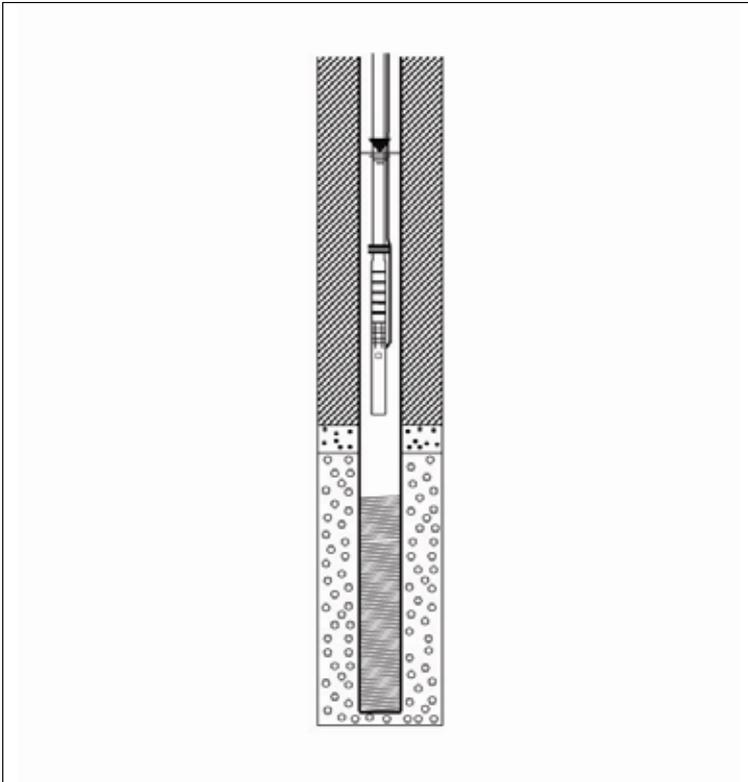


Michael Tholen

## **Arbeitshilfen für den Brunnenbauer**

Brunnenausbau- und Brunnenbetriebstechniken

2. überarbeitete Auflage



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Strömungsverhältnisse am Brunnen</b>	<b>13</b>
1.1	Grundlagen	13
1.2	Horizontale Anströmung des Brunnens	18
1.3	Durchströmung des Brunnens	22
1.3.1	<i>Durchströmung des Brunnennahbereiches</i>	22
1.3.2	<i>Durchlässigkeit von Böden</i>	23
1.3.3	<i>Durchlässigkeit des Filtersandes/-kieses</i>	30
1.3.4	<i>Durchlässigkeit der Brunnenfilter</i>	31
1.4	Grundwasser-Gleichen-Dreieck	32
1.5	Fazit	33
<b>2</b>	<b>Brunnenbemessung</b>	<b>35</b>
2.1	Grundlagen der Brunnenbemessung	35
2.1.1	<i>Festgesteinsgrundwasserleiter</i>	35
2.1.2	<i>Lockergesteinsgrundwasserleiter</i>	35
2.2	Brunnenbemessung	36
2.2.1	<i>Gewünschte Wassermenge</i>	36
2.2.2	<i>Notwendiger Pumpendurchmesser</i>	37
2.2.3	<i>Erforderlicher Ausbaudurchmesser</i>	38
2.2.4	<i>Notwendiger Ringraumquerschnitt</i>	39
2.2.5	<i>Ermittelter Bohrenddurchmesser</i>	40
2.2.6	<i>Notwendige Bohrendteufe</i>	41
2.3	Hydraulische Brunnenbemessung	43
2.3.1	<i>Berechnung des Wasserandranges</i>	45
2.3.2	<i>Berechnung des Fassungsvermögens</i>	45
2.3.3	<i>Kritische Filtereintrittsgeschwindigkeit</i>	46
2.3.4	<i>Bestimmung der optimalen Fördermenge (opt. Betriebspunkt)</i>	46
2.3.5	<i>Einfluss der Bemessungsparameter</i>	48
2.4	Einsetzbare Bohrverfahren	48
2.4.1	<i>Trockenbohrverfahren</i>	48
2.4.2	<i>Direkte Spülbohrverfahren</i>	50
2.4.3	<i>Indirekte Spülbohrverfahren</i>	51
<b>3</b>	<b>Vorbereiten des Bohrloches</b>	<b>55</b>
3.1	Kalibergerechtes Bohrloch	55
3.2	Abweichungen von der Bohrlochachse	58
3.3.	Beeinträchtigung des GW-Leiters	60
3.4	Säuberung des Bohrloches	62
3.4.1	<i>Säubern einer Trockenbohrung (Trb)</i>	62
3.4.2	<i>Säubern einer Spülbohrung (Spb)</i>	63
3.5	Geophysikalische Bohrlochmessungen	63



9.5.3	Manschettenabstand/Entsandungsfördermenge	170	12	<b>Brunnenregenerierung</b>	<b>215</b>
9.5.4	Jetting	171	12.1	Anzeichen einer Brunnenalterung	215
9.5.5	Hochdruckimpulsverfahren	172	12.2	Ursachen der Brunnenalterung	218
9.5.6	Doppelkammer-Impulsverfahren	173	12.2.1	Ablagerungen im Bereich des Brunnens	218
9.6	Besonderheiten im Festgestein	174	12.2.2	Fehler bei der Dimensionierung	220
9.7	Überprüfung des Restsandgehaltes	174	12.2.3	Fehler beim Bau des Brunnens	220
9.7.1	Eimermethode/Spitzglas	175	12.2.4	Veränderungen der anthropogenen Einflüsse	221
9.7.2	Sandmessgerät nach DVGW	176	12.2.5	Betriebsbedingte Veränderungen	221
9.7.3	Teilstromentnahme	176	12.3	Voruntersuchungen	221
9.8	Sandfreiheit/Restsandgehalt	177	12.4	Regenerierverfahren	223
9.9	Entsandungsprotokolle und grafische Auswertung	178	12.5	Mechanische Regenerierverfahren	225
<b>10</b>	<b>Pumpversuch</b>	<b>181</b>	12.6	Chemische Regenerierverfahren	229
10.1	Einordnung des Leistungspumpversuches (Kurzpumpversuch)	181	<b>13</b>	<b>Sanierungsverfahren</b>	<b>235</b>
10.2	Voruntersuchungen und Vorbereitungen	182	13.1	Einbau einer Saugstromsteuerung	235
10.2.1	Maximale Fördermenge	183	13.2	Einschubverrohrungen	236
10.2.2	Maximale Absenkung	183	13.3	Nachdichten von Ringräumen	237
10.2.3	Einhängetiefe der U-Pumpe	184	13.4	Komplettsanierungsmaßnahmen	238
10.2.4	Stromversorgung	185	13.5	Reinigung und Desinfektion	239
10.2.5	Wasserableitung	185	13.6	Dokumentation	240
10.2.6	Pumpenauswahl	186	13.7	Regenerierungs- und Sanierungserfolg	240
10.3	Pumpversuchsdurchführung	187	<b>14</b>	<b>Brunnenrückbau, Brunnen- und Bohrlochverfüllung</b>	<b>243</b>
10.3.1	Wassermengenmessung	187	14.1	Rückbau von Brunnen	243
10.3.2	Wasserstandsmessungen	188	14.1.1	Überbohren	245
10.3.3	Wasserbeschaffenheit	190	14.1.2	Freispülen des Ausbaustranges	246
10.3.4	Nachweis des Restsandgehaltes	191	14.1.3	Ziehen mittels Fangbirne	247
10.4	Pumpversuchsauswertung	192	14.1.4	Herausbohren	248
10.4.1	Aussagen zur Brunnenqualität	193	14.2	Verfüllen von Brunnen	248
10.4.2	Festlegung des optimalen Betriebspunktes	196	14.3	Verfüllen von Bohrlöchern	250
10.4.3	Ermittlung des Leistungsverlustes	197	14.4	Überprüfung	252
10.4.4	Ermittlung der spezifischen Ergiebigkeit	198	<b>15</b>	<b>Grundwassermessstellen</b>	<b>253</b>
<b>11</b>	<b>Brunnenabschlussbauwerk</b>	<b>201</b>	15.1	Begriffe	253
11.1	Brunnenköpfe	201	15.2	Bohrung	254
11.2	Brunnenschächte	203	15.3	Ausbauarten	255
11.3	Armaturen	208	15.4	Ausbauverrohrung	260
11.4	Be- und Entlüftungen	210	15.5	Ringraum	262
11.5	Wasserableitung	210	15.5.1	Verfüllung mit Schüttgütern	263
11.5.1	Dimensionierung	210	15.5.2	Verfüllung mit Suspensionen	264
11.5.2	Mauerdurchführung	211	15.6	Abschluss von Grundwassermessstellen	264
11.6	Unfallverhütung	212	15.7	Dokumentation von Grundwassermessstellen	268

<b>16 Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlagen</b>	<b>271</b>	<b>Anhang</b>	<b>329</b>
16.1 Einleitung	271	<b>1 Geophysikalische Bohrlochmessverfahren</b>	<b>331</b>
16.2 Funktionsweise	271	Geophysikalische Messverfahren in Brunnen und GW-Messstellen	332
16.3 Voruntersuchungen	273	<b>2 Brunnenakte</b>	<b>337</b>
16.4 Brunnenanlage	274	2.1 Planung des Bauwerkes	337
16.4.1 Entnahmebrunnen	276	2.2 Bauabwicklung	338
16.4.2 Schluckbrunnen	279	2.3 Betriebsdaten	340
16.5 Brunnenabschluss	280	<b>3 Protokolle</b>	<b>341</b>
16.6 Betrieb	280	3.1 Spülungsprotokoll	341
16.7 Dokumentation	282	3.2 Schüttprotokoll des Filtersandes/-kieses	342
<b>17 Dokumentation von Brunnen und GW-Messstellen</b>	<b>285</b>	3.3 Abdichtungsprotokoll	343
17.1 Einmessung	286	3.4 Klarpumpprotokoll	344
17.1.1 Lagebezogenes Einmessen	286	3.5 Intensiventsandungsprotokoll-Deckblatt	345
17.2 Höhenbezogenes Einmessen	289	3.6 Intensiventsandungsprotokoll	346
17.3 Schichtenprofile nach DIN 4023 und Ausbauezeichnungen	292	3.7 Pumpversuchsprotokoll	347
17.4 Ausbauskizzen und Ausbaupläne	294	<b>4 Ausbaubeispiele</b>	<b>348</b>
<b>18 Qualitätsstandards und -kontrollen</b>	<b>299</b>	4.1 Grundwassermessstelle Standardausbau	348
18.1 Bedeutung von Qualitätskontrollen (QK)	299	4.2 Schichtengerecht verfüllter Brunnen mit Widerstands- und Kontrollfilter	349
18.1.1 Bedeutung von Qualitätskontrollen für den Auftraggeber (AG)	300	4.3 Brunnen mit Sperrrohr und teufendifferenzierter Kiesschüttung	350
18.1.2 Bedeutung der Qualitätskontrollen für den Auftragnehmer	301	4.4 Wassergewinnungsbrunnen im Festgestein	351
18.2 Durchführung von Qualitätskontrollen auf der Baustelle	302	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>353</b>
18.2.1 Kontrollen während der Bohrarbeiten	303		
18.3 Kontrollen nach Abschluss der Bohrarbeiten	306		
18.4 Kontrollen bei der Ausbauvorbereitung	307		
18.5 Kontrollen während der Ausbaurbeiten	308		
18.5.1 Einbau der Ausbauperforierung	308		
18.5.2 Einbringen der Schüttgüter	309		
18.6 Kontrollen beim Klarpumpen und bei Entsandungsarbeiten	312		
18.6.1 Klarpumpen	312		
18.6.2 Brunnenentwicklungsmaßnahmen	313		
18.7 Kontrollen beim Pumpversuch	314		
18.8 Optische und geophysikalische Untersuchungen	316		
18.9 Qualitätskontrollen bei Brunnenbaumaßnahmen (Checkliste)	316		
18.10 Brunnenakte	320		
<b>19 Anzuwendende DIN-Normen und DVGW-Regelwerke</b>	<b>325</b>		
19.1 Bohrungen	325		
19.2 Ausbau der Bohrungen zu Brunnen und GW-Messstellen	326		
19.3 Abschlussbauwerke, Brunnenrüstung und Armaturen	327		
19.4 Pflege, Sanierung und Regenerierung	328		