

---

# Bohrbrunnen

---

von  
Erich Bieske  
unter Mitarbeit von Wilhelm Rubbert und  
Christoph Treskatis

---

Mit 202 Abbildungen und 27 Tabellen

---

7., völlig neu bearbeitete Auflage

---

9/14

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1992

# Inhalt

<b>Vorwort zur 7. Auflage</b> .....	13
<b>1 Grundwasserfassungen</b> .....	15
1.1 Schachtbrunnen .....	15
1.2 Bohrbrunnen .....	16
1.3 Sickerrohrleitungen .....	18
1.4 Horizontalfilterbrunnen .....	19
1.5 Quelfassungen .....	23
<b>2 Verwendungsgebiete des Bohrbrunnens</b> .....	24
2.1 Bohrbrunnen für die Wassergewinnung .....	24
2.2 Bohrbrunnen für die Grundwasserabsenkung .....	26
2.3 Bohrbrunnen als Schluckbrunnen .....	31
<b>3 Ausbildung des Bohrbrunnens</b> .....	33
3.1 <b>Bauformen</b> .....	33
3.1.1 Filterlose Bohrbrunnen .....	33
3.1.2 Kiesschüttungsbrunnen bei verrohrter Bohrung .....	35
3.1.3 Kiesschüttungsbrunnen bei unverrohrter Bohrung .....	36
3.1.4 Kiesschüttungsbrunnen bei Anwendung von Spülbohrverfahren .....	36
3.1.5 Kiesschüttungsbrunnen mit erweitertem Kiesraum .....	39
3.1.6 Kiesschüttungsbrunnen im Festgestein .....	40
3.1.7 Kiesbelagfilterbrunnen .....	41
3.1.8 Gewebefilterbrunnen .....	41
3.1.9 Durch Bohrung vertiefter Schachtbrunnen .....	41
3.1.10 Rammbrunnen .....	43
3.1.11 Spülfilterbrunnen .....	43
3.2 <b>Einfluß der Wasserspiegellage auf die Ausbildung des Brunnens</b> ...	44
3.2.1 Flachspiegelbrunnen, Tiefspiegelbrunnen, Überlaufbrunnen ...	44
3.2.2 Sonderfall Überlaufbrunnen (Artesischer Brunnen) .....	46
3.2.3 Pumpentechnischer Hinweis .....	46
3.3 <b>Hauptabmessungen</b> .....	47
3.3.1 Brunnendurchmesser (Endbohrdurchmesser) .....	47
3.3.2 Filterrohrdurchmesser .....	51
3.3.3 Filterrohrlänge .....	53
3.3.4 Brunnentiefe (Bohrteufe) .....	55
3.3.5 Wasserspiegellagen .....	57
3.3.6 Hauptabmessungen als Brunnenkennzeichnung .....	58
3.4 <b>Brunnenfilterrohre, Brunnenrohre</b> .....	58
3.4.1 Allgemeines .....	59

3.4.2	Anforderungen an Brunnenfilterrohre .....	60
3.4.2.1	Sand im Brunnenwasser .....	60
3.4.2.2	Geringer Filtereintrittswiderstand .....	60
3.4.2.3	Beständigkeit gegenüber Korrosion und Inkrustation .....	65
3.4.2.4	Mechanische Festigkeit .....	66
3.4.2.5	Beschaffenheit des verwandten Werkstoffes in hygienischer und gesundheitlicher Hinsicht .....	71
3.4.2.6	Wirtschaftlichkeit .....	71
3.4.2.7	Betriebssicherheit .....	72
<b>3.5</b>	<b>Entwicklung der Brunnenfilterrohre .....</b>	<b>73</b>
3.5.1	Geschichtlicher Überblick .....	73
3.5.2	Gewebefilter .....	75
3.5.3	Kiesfilter .....	75
3.5.4	Filterkies als Stützschicht bei Brunnen im Festgestein .....	78
3.5.5	Filterrohrwerkstoffe .....	79
3.5.6	Verschiedene ältere Filterrohrkonstruktionen .....	80
<b>3.6</b>	<b>Filterausbaumaterialien für Bohrbrunnen .....</b>	<b>82</b>
3.6.1	Normen im Brunnenbau .....	82
3.6.2	Genormte Filterrohre .....	84
3.6.2.1	Stahlfilterrohre für kleine Bohr- und Rammbrunnen nach DIN 4920 .....	84
3.6.2.2	Stahlfilterrohre für größere Bohrbrunnen nach DIN 4922 .....	86
3.6.2.3	PVC-Filter- und Vollwandrohre für Bohrbrunnen nach DIN 4925 .....	93
3.6.3	Zusammenfassende Übersicht über die genormten Filter- und Vollwandrohre .....	99
3.6.4	Filterrohr-Sonderausführungen .....	102
3.6.5	Drahtgewebe im Brunnenbau nach DIN 4023 .....	104
3.6.6	Filtersande und Filterkiese für Brunnenfilter nach DIN 4924 .....	106
3.6.7	Zur Schüttkornbestimmung .....	107
3.6.7.1	Allgemeine Grundlagen .....	107
3.6.7.2	Filterschlitzweite und Schüttkorndurchmesser .....	109
3.6.7.2.1	Kießschüttung bei Brunnen im Festgestein .....	109
3.6.7.2.2	Kießschüttung bei Brunnen im Lockergestein .....	110
3.6.7.2.3	Verwendung von Filtersand und -kies zu besonderen Zwecken ..	110
3.6.7.3	Empirisches Verfahren zur Schüttkornbestimmung nach Bieske jr. ....	111
3.6.7.4	Schüttkornbestimmung nach DVGW-Merkblatt W 113 .....	112
3.6.7.5	Schüttungstechnik .....	115
3.6.8	Abdichtungen im Brunnenbau .....	115
3.6.8.1	Abdichtung durch Sperröhre .....	115
3.6.8.2	Abdichtungstone und -zemente .....	117
3.6.8.3	Herstellung von Abdichtungen .....	118

<b>3.7</b>	<b>Ausbildung an der Geländeoberfläche</b>	119
3.7.1	Einführung	119
3.7.2	Gestaltung des Brunnenvorschachtes	122
3.7.2.1	Allgemeines	122
3.7.2.2	Einfluß der Fördertechnik auf die Bauwerksgestaltung	125
3.7.2.3	Bauliche Grundsätze	126
3.7.2.4	Bohrbrunnen-Abschlußköpfe	131
3.7.2.5	Schutzrohre für Peilrohre	135
3.7.2.6	Schachtwanddurchführungen	135
3.7.2.7	Be- und Entlüftungseinrichtungen	138
3.7.2.8	Schachtabdeckungen	141
3.7.2.9	Schachtleitern	142
3.7.2.10	Wasserproben-Entnahmeneinrichtungen	142
3.7.2.11	Brunnenwasserzähler	143
3.7.2.12	Wasserspiegelmessung und Trockenlaufschutz	145
3.7.2.13	Anstricharbeiten	146
3.7.2.14	Hinweise für Leistungsbeschreibung	148
3.7.3	Sonderbauwerke	148
3.7.3.1	Brunnenkopf System Brechtel	148
3.7.3.2	Stahlschächte	151
3.7.4	Elektrische Ausrüstung der Brunnenvorschächte	153
3.7.4.1	Allgemeines	153
3.7.4.2	Potentialausgleich	153
3.7.4.3	Verkabelung	154
3.7.4.4	Energieversorgung	154
<b>3.8</b>	<b>Artesische Brunnen</b>	155
3.8.1	Allgemeines	155
3.8.2	Abteufen artesischer Brunnen	157
3.8.3	Filtereinbau bei artesischen Brunnen	158
3.8.4	Betrieb artesischer Brunnen	161
<b>4</b>	<b>Vorarbeiten und Entwurf</b>	163
<b>4.1</b>	<b>Allgemeine Hinweise</b>	163
<b>4.2</b>	<b>Einiges aus der Hydrologie</b>	164
4.2.1	Grundbegriffe	164
4.2.2	Darcysches Filtergesetz	169
4.2.3	Brunnengleichungen	170
4.2.4	Wasserandrang	172
4.2.5	Fassungsvermögen	176
4.2.6	Günstigste Brunnenleistung	178
4.2.7	Erhöhung des Fassungsvermögens	180
4.2.8	Mehrbrunnengleichungen	181
4.2.9	Mehrbrunnengleichungen von Paavel	183
4.2.10	Versickerungsbrunnen	185
4.2.11	Kritik an den Brunnengleichungen	187

4.2.12	Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes .....	189
4.2.13	Entnahmegrenze und Reichweite .....	196
4.2.14	Berechnung der Entnahmebreite und der Lage der unteren Kulmination .....	198
4.2.15	Absenkung und Wasserentnahme .....	199
4.2.16	Absenkung und Mächtigkeit des Grundwasserleiters .....	200
4.2.17	Brunnendurchmesser und Wasserandrang .....	200
4.2.18	Auswertung von Pumpversuchen .....	201
4.2.19	Wasserwirtschaftliches Denken auch in der Wasserversorgung ...	208
<b>4.3</b>	<b>Grundwässer und ihre Gewinnung</b> .....	<b>209</b>
4.3.1	Echtes Grundwasser .....	209
4.3.2	Uferfiltration .....	210
4.3.3	Künstliches Grundwasser .....	214
4.3.3.1	Verrieselung .....	214
4.3.3.2	Anreicherungsgräben und -wiesen .....	214
4.3.3.3	Anreicherungsbecken .....	215
4.3.3.4	Untergrundversickerung .....	216
<b>4.4</b>	<b>Strömungsverhältnisse an Brunnen</b> .....	<b>219</b>
4.4.1	Vollkommene und unvollkommene Brunnen .....	219
4.4.2	Anströmung und Durchströmung von Brunnen .....	221
<b>4.5</b>	<b>Gewinnungsort</b> .....	<b>226</b>
4.5.1	Erste Erhebungen .....	226
4.5.2	Beurteilung der Situation .....	227
4.5.3	Wahl des Fassungsgebietes .....	228
<b>4.6</b>	<b>Hydrogeologische Vorarbeiten</b> .....	<b>228</b>
4.6.1	Aufgabenstellung .....	228
4.6.2	Bohrtechnische Untersuchungen .....	229
4.6.2.1	Bestimmung der Bohransatzpunkte .....	230
4.6.2.2	Aufschlußbohrungen .....	230
4.6.2.3	Versuchsbohrung .....	234
4.6.2.4	Grundwassermeßstelle .....	234
4.6.2.5	Versuchsbrunnen .....	236
4.6.2.6	Hydrogeologische Vorarbeiten im Festgestein .....	238
4.6.3	Pumpversuche .....	238
4.6.3.1	Kurzpumpversuch zur Wasserprobenentnahme .....	239
4.6.3.2	Kurzpumpversuch zur Ermittlung der spezifischen Ergiebigkeit eines Brunnens .....	239
4.6.3.3	Hydrologischer Pumpversuch .....	239
4.6.4	Färbversuche .....	241
4.6.5	Geophysikalische Verfahren .....	243
4.6.6	Hinweise auf Messungen und Aufschreibungen bei hydro- geologischen Vorarbeiten .....	247
4.6.7	Auswertung der Meßergebnisse und hydrogeologisches Gutachten .....	249

<b>4.7</b>	<b>Untersuchung und Beurteilung des Grundwassers</b> .....	255
4.7.1	Allgemeine Hinweise .....	255
4.7.2	Entnahme von Wasserproben .....	256
4.7.3	Allgemeinchemische Vollanalyse .....	258
4.7.4	Bakteriologische Untersuchung .....	262
<b>4.8</b>	<b>Ingenieurbearbeitung nach HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure)</b> .....	263
4.8.1	Einführung .....	263
4.8.2	Anwendung der HOAI .....	263
4.8.2.1	Allgemeines .....	263
4.8.2.2	Gliederung der HOAI nach Honorarzonen .....	264
4.8.2.3	Leistungsbild der Ingenieurarbeiten .....	265
4.8.2.4	Ingenieurhonorar .....	265
4.8.2.5	Beispiel für Honorarberechnung nach HOAI Teil VII .....	265
4.8.2.6	Grundlagenermittlung .....	268
4.8.2.7	Vorplanung .....	268
4.8.2.8	Entwurfsplanung .....	268
4.8.2.9	Genehmigungsplanung .....	269
4.8.2.10	Ausführungsplanung und Vorbereitung der Vergabe .....	269
4.8.2.11	Mitwirkung bei der Vergabe und Bauausführung .....	269
4.8.2.12	Bauoberleitung und örtliche Bauüberwachung .....	270
4.8.2.13	Objektbetreuung und Dokumentation .....	270
<b>4.9</b>	<b>Beratung durch Sachverständige</b> .....	270
<b>4.10</b>	<b>Wasserrechtsverfahren</b> .....	271
<b>4.11</b>	<b>Trinkwasserschutzgebiet</b> .....	273
<b>5</b>	<b>Ausschreibung und Auftragsvergabe</b> .....	276
<b>5.1</b>	<b>Arten der Auftragsvergabe</b> .....	276
<b>5.2</b>	<b>Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB)</b> .....	278
5.2.1	VOB Teil A „Allgemeine Bestimmungen“ .....	278
5.2.2	VOB Teil B „Allgemeine Vertragsbedingungen“ .....	279
5.2.3	VOB Teil C „Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen“ (ATV) .....	279
5.2.3.1	DIN 18300 „Erdarbeiten“ .....	282
5.2.3.2	DIN 18301 „Bohrarbeiten“ .....	282
5.2.3.3	DIN 18302 „Brunnenbauarbeiten“ .....	284
<b>5.3</b>	<b>Zustandekommen eines Bauvertrages</b> .....	287
5.3.1	Allgemeine Hinweise .....	287
5.3.2	Aufstellen des Leistungsverzeichnisses .....	287
5.3.3	Besondere Vertragsbedingungen (BVB) .....	293
5.3.4	Zusätzliche Vertragsbedingungen (ZVB) .....	294
5.3.5	Zusätzliche Technische Vorschriften (ZTV) .....	294
5.3.6	Angebot .....	295

5.3.7	Auftragsschreiben und Auftragsbestätigung .....	295
<b>5.4</b>	<b>Zusätzliche Technische Vorschriften für die Ausführung von Bohr- und Brunnenbauarbeiten des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft .....</b>	<b>296</b>
<b>5.5</b>	<b>Gewährleistungsfragen .....</b>	<b>297</b>
5.5.1	Allgemeine Grundsätze .....	297
5.5.2	Gewährleistungsdauer .....	297
5.5.3	Garantie für die Erschließung von Wasser? .....	298
5.5.4	Einzelheiten der Gewährleistung .....	298
<b>6</b>	<b>Bau und Bauüberwachung .....</b>	<b>303</b>
<b>6.1</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>303</b>
<b>6.2</b>	<b>Bohrverfahren für Bohrbrunnen .....</b>	<b>304</b>
6.2.1	Bohren mit Verrohrung .....	304
6.2.2	Bohren ohne Verrohrung .....	311
6.2.2.1	Druckspülbohren .....	314
6.2.2.2	Drehbohren mit Kerngewinnung .....	314
6.2.2.3	Saugbohren (mit inverser Spülstromrichtung) .....	314
6.2.2.4	Sonstige Bohrverfahren .....	316
<b>6.3</b>	<b>Niederbringen der Bohrung .....</b>	<b>317</b>
<b>6.4</b>	<b>Einbauskizze und Einbauanweisung .....</b>	<b>318</b>
<b>6.5</b>	<b>Einbau der Filter- und Vollwandrohre .....</b>	<b>319</b>
<b>6.6</b>	<b>Einbringen des Filterkieses .....</b>	<b>323</b>
<b>6.7</b>	<b>Entsanden und Pumpversuch .....</b>	<b>324</b>
6.7.1	Entsanden .....	325
6.7.2	Pumpversuch .....	329
<b>6.8</b>	<b>Bauüberwachung .....</b>	<b>333</b>
6.8.1	Örtliche Bauaufsicht .....	334
6.8.2	Gesteinsprobenentnahme .....	338
6.8.3	Kontrolle der Sandfreiheit des geförderten Wassers .....	341
6.8.4	Wasserprobeentnahme .....	344
6.8.5	Baustellenberichte .....	344
6.8.6	Brunnenvorschächte .....	346
<b>7</b>	<b>Betrieb und Betriebsüberwachung .....</b>	<b>349</b>
<b>7.1</b>	<b>Allgemeine Betriebsüberwachung .....</b>	<b>349</b>
7.1.1	Messungen .....	349
7.1.2	Betriebsprogramm .....	350
<b>7.2</b>	<b>Betriebsüberwachung eigenbewirtschafteter Brunnen .....</b>	<b>350</b>
<b>7.3</b>	<b>Betriebsüberwachung von Saug- und Heberleitungsbrunnen .....</b>	<b>352</b>
<b>7.4</b>	<b>Meßvorrichtungen an Bohrbrunnen .....</b>	<b>353</b>

7.4.1	Wasserspiegelmesser . . . . .	353
7.4.2	Wassermengensmesser – Wassermengenzähler . . . . .	358
7.4.3	Wasserdruckmesser . . . . .	364
7.4.4	Wassertemperaturmesser . . . . .	365
7.4.5	Messung bestimmter Analysenwerte . . . . .	365
<b>7.5</b>	<b>Betriebsüberwachung zur Verhütung von Verockerungs- erscheinungen</b> . . . . .	<b>365</b>
<b>7.6</b>	<b>Brunnenfotografie und -fernsehen</b> . . . . .	<b>368</b>
<b>8</b>	<b>Unterhaltung und Instandsetzung</b> . . . . .	<b>371</b>
<b>8.1</b>	<b>Allgemeines</b> . . . . .	<b>371</b>
<b>8.2</b>	<b>Laufende Unterhaltung und Pflegearbeiten</b> . . . . .	<b>371</b>
<b>8.3</b>	<b>Alterungserscheinungen</b> . . . . .	<b>373</b>
8.3.1	Versandung . . . . .	373
8.3.2	Korrosion . . . . .	374
8.3.3	Inkrustation . . . . .	375
8.3.3.1	Oxidation . . . . .	376
8.3.3.2	Biologische Vorgänge . . . . .	377
8.3.3.3	Strömungsvorgänge . . . . .	377
8.3.3.4	Entgasung . . . . .	378
8.3.3.5	Mischwässer . . . . .	378
<b>8.4</b>	<b>Instandsetzungsarbeiten</b> . . . . .	<b>379</b>
8.4.1	Instandsetzung versandeter Brunnen . . . . .	379
8.4.2	Instandsetzung korrodierter Brunnen . . . . .	380
8.4.3	Instandsetzung inkrustierter Brunnen . . . . .	380
8.4.3.1	Mechanische Verfahren . . . . .	381
8.4.3.2	Luft- und Wasserspülungen . . . . .	382
8.4.3.3	Chemische Verfahren . . . . .	382
8.4.3.4	Kombinierte Verfahren . . . . .	384
<b>9</b>	<b>Anhang</b> . . . . .	<b>388</b>
<b>9.1</b>	<b>Verzeichnis häufig gebrauchter Regelwerke und Normen</b> . . . . .	<b>388</b>
9.1.1	Regelwerk des DVGW . . . . .	388
9.1.1.1	Wasser . . . . .	388
9.1.1.2	Gas und Wasser . . . . .	389
9.1.2	DIN-Normen . . . . .	390
9.1.2.1	Bohrtechnik . . . . .	390
9.1.2.2	Brunnenbau . . . . .	390
9.1.2.3	Rohre . . . . .	392
9.1.2.4	Allgemeine Technische Vorschriften (ATV) VOB Teil C . . . . .	394
9.1.2.5	Begriffsbestimmungen und allgemeine Leitsätze . . . . .	395
9.1.2.6	DIN-Taschenbücher . . . . .	395
9.1.3	Unfallverhütungsvorschriften (UVV-VBG) . . . . .	396
<b>9.2</b>	<b>Geologische Dienststellen in Deutschland</b> . . . . .	<b>396</b>



<b>9.3</b>	<b>Beispiele von Leistungsverzeichnissen</b> .....	397
9.3.1	Grundwassermeßstellen .....	397
9.3.2	Bohrbrunnen .....	401
<b>9.4</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	409
<b>9.5</b>	<b>Stichwortverzeichnis (Personen- und Sachverzeichnis)</b> .....	411