

Inhalt

Vorwort	XIII
1. Allgemeines, Begriffe, Gesetze und Normen.	1
1.1 Allgemeines	1
1.1.1 Historisches	1
1.1.2 Quellen im Spiegel der Literatur	21
1.2 Einige Kennzahlen der deutschen Wasserversorgungswirtschaft	24
1.3 Quellfassungen in der Wasserversorgungswirtschaft	29
1.4 Gesetze, Normen und technische Regeln	35
1.5 Quellenmanagement: Begriffe	40
2. Quellen als Lebensraum	43
2.1 Natürliche Quellen als Ursprung der Fließgewässer	43
2.2 Lebensraum Quelle	50
2.3 Gefährdungen natürlicher Quellen	60
3. Charakterisierung von Quellen	75
3.1 Quellbildung, Klassifizierung und Abflussverhalten	75
3.1.1 Quellbildung	75
3.1.2 Klassifizierung von Quellen	78
3.1.3 Abfluss- und Schüttungsverhalten von Quellen	88
3.2 Quellcharakterisierung nach der Richtung des Quellaustritts	116
3.2.1 Quellen im Verschnittbereich unterschiedlich durchlässiger Gesteine	116
3.2.2 Quellen mit aufsteigender Wasserbewegung zur Geländekontur	121
3.2.3 Karstquellen	123
3.2.4 Submarine Quellaustritte	138

3.2.5	Quellentypen mit lokaler Namensgebung	143
3.3	Quellcharakterisierung nach der Schüttungsmenge	145
3.3.1	Perennierende Quellen	145
3.3.2	Intermittierende Quellen	149
4.	Erkundung von Quellwasservorkommen	153
4.1	Vorbereitende Arbeiten	153
4.1.1	Datenrecherche	153
4.1.2	Kartenauswertung	155
4.2	Kartierungsarbeiten	157
4.2.1	Geländemorphologie	157
4.2.2	Vegetation	160
4.2.3	Temperatureffekte	162
4.2.4	Gesteinseigenschaften	164
4.2.4.1	Lockergesteine	164
4.2.4.2	Festgesteine	172
4.2.4.3	Übergangsformen	178
4.2.5	Grundwasseraufschlüsse	181
4.3	Auswertung von Quellschüttungsmessungen	183
4.4	Auswertung von Temperatur- Leitfähigkeits- und Trübungsmessungen ..	191
4.5	Aufstellung einer Wasserbilanz	193
4.6	Rammkernsondierungen und Baggerschürfe	201
4.7	Bohrungen und Pumpversuche	204
4.8	Geophysikalische Untersuchungsmethoden	208
4.9	Markierungsversuche	212
4.9.1	Einführung	212
4.9.2	Typen von Markierungsstoffen	213
4.9.3	Auswahl der Tracer, Eingabemengen und Eingabetechniken	216
4.9.4	Probenahme und Monitoring	218
4.9.5	Analytik von Fluoreszenzfarbstoffen	219
4.9.6	Auswertung und Interpretation	220
4.10	Isotopenuntersuchungen	224
5.	Einflussfaktoren auf die Quellwasserbeschaffenheit	231
5.1	Hydrochemische Charakterisierung von Quellwässern	231
5.2	Indikatoren für chemische und mikrobiologische Gefährdungspotenziale	237
5.3	Typisierung von Quellwässern und Grenzwerte von Wasserinhaltsstoffen	262
5.4	Ursachen von Gefährdungen für Quellen	270

5.4.1	Gefährdung durch die Konstruktion der Quelfassung	270
5.4.2	Gefährdung durch die Nutzung des Quellumfeldes	282
5.4.3	Gefährdung durch den Betrieb der Quelle	298
6.	Bau von Quelfassungen	307
6.1	Frühe Zeugnisse von Quelfassungen	307
6.2	Bauformen und Ausführungsgrundsätze	309
6.3	Methoden zur Fassung absteigender Quellen	339
6.4	Methoden zur Fassung aufsteigender Quellen	361
6.5	Schachtbrunnen als Übergangsfassungsform zum Bohrbrunnen	363
6.6	Ökologische Aspekte beim Bau von Quelfassungen	378
7.	Betrieb von Quelfassungen	387
7.1	Anforderungen an den Betrieb von Quelfassungen	387
7.2	Messung der Quellschüttung	407
7.3	Hydrochemische und mikrobiologische Überwachung	418
7.4	Maßnahmen zur Hygiene in Quelfassungen	423
7.5	Aufbereitung von Quellwasser	437
7.5.1	Wichtige Aufbereitungsziele	437
7.5.2	Aufbereitungsverfahren	439
7.5.2.1	Trübstoff- bzw. Partikelentfernung	439
7.5.2.2	Einige Aspekte zur Desinfektion des Quellwassers vor der Netzeinspeisung	448
7.5.2.3	Entsäuerung und Aufhärtung	451
7.5.2.4	Entfernung von Huminstoffen	456
7.5.2.5	Entfernung von Aluminium	457
7.5.3	Allgemeine Hinweise zur Aufbereitung von Quellwässern	458
7.6	Monitoring von natürlichen Quellaustritten	460
8.	Praktische Durchführung einer Quellsanierung	475
8.1	Problemdefinition	475
8.2	Vorerkundungsarbeiten	480
8.2.1	Bestandunterlagen	480
8.2.2	Geländebegehung und Bestandsaufnahme	481
8.2.3	Abflussmessungen	482
8.2.4	Kamerabefahrung und Quellstandortung	482
8.2.5	Rammkernsondierungen und temporäre Grundwassermessstellen	482

8.2.6	Baggerschürfe	484
8.2.7	Tracergasmessungen mittels Formiergas	486
8.2.8	Markierungsversuche	487
8.2.9	Vermessungsarbeiten	487
8.3	Sanierungsplanung	488
8.3.1	Hydrogeologische Geländeschnitte	488
8.3.2	Geplanter Quellausbau	491
8.3.3	Neuer Quellsammelschacht	494
8.3.4	Auslaufbauwerk	499
8.4	Leistungsverzeichnis	501
8.5	Auswahl des durchführenden Unternehmens	505
8.6	Wasserrechtliche Genehmigung	507
8.7	Ablauf von Quellsanierungsarbeiten	510
8.7.1	Baustraße und Lagerfläche	510
8.7.2	Baustelleneinrichtung	510
8.7.3	Rückbau der Fassungsereichsabzäunung	511
8.7.4	Freimachen des Baugeländes	511
8.7.5	Geländeabtrag und Anlegen der Quellbaugrube	511
8.7.6	Freilegen der alten Quellfassung und Ablaufleitung	512
8.7.7	Einbau der Quellfassung und der Ablaufleitung	513
8.7.8	Verfüllung der Quellbaugrube	515
8.7.9	Einbau des Quellsammelschachtes und der Grundablassleitung	515
8.7.10	Geländemodellierung	516
8.7.11	Quellbausteine, Abzäunung, Vermessungsarbeiten und Bestandspläne ..	517
8.7.12	Räumen der Baustelle	519
8.8	Bauüberwachung und baubegleitende Ausführungsplanungen	519
8.9	Entsorgung von Bau- und Aushubrückständen	520
8.10	Arbeitssicherheit	520
9.	Rückbau und Renaturierung von Quellfassungen	523
9.1	Grundsätzliche Überlegungen	523
9.2	Rückbau baulicher Anlagen	525
9.3	Rückbau oberirdischer und begehrbarer Anlagenteile	528
9.3.1	Rückbau mit Ausleitung des Quellwassers über den Grundablass	528
9.3.2	Rückbau mit Ausleitung des Quellwassers über die Ablaufleitung	531
9.4	Rückbau unterirdischer, nicht begehrbarer Anlagenteile	533

10.	Abgrenzung und Überwachung von Quellschutzgebieten	535
10.1	Abgrenzungskriterien für Quellschutzgebiete	535
10.1.1	Quelleinzugsgebiet	537
10.1.2	Grundwasserfließgeschwindigkeit	537
10.1.3	Grundwasserüberdeckung	538
10.2	Beurteilung der Vulnerabilität von Quelleinzugsgebieten	543
10.3	Bemessung und Abgrenzung von Quellschutzgebieten	546
10.3.1	Grundsätzliche Einteilung eines Quellschutzgebietes	546
10.3.2	Fassungsbereich (Zone I)	547
10.3.3	Engere Schutzzone (Zone II)	548
10.3.4	Weitere Schutzzone (Zone III)	550
10.3.5	Schutzgebietslageplan	551
10.3.6	Schutzgebietsverordnung	552
10.3.7	Bürgerbeteiligung	553
10.4	Überwachung von Quellschutzgebieten	554
11.	Thermische Nutzung von Quellwasser	557
11.1	Grundlagen	557
11.2	Thermische Leistungspotenziale von Quellen	560
11.3	Fallbeispiel	562
Literatur		567
Anhang		593
Beispiel eines Inspektionsprotokolls für eine Quelfassungsanlage		593
Beispiel eines Inspektionsprotokolls für einen Schachtbrunnen		596
Beispiel einer Quellsanierung von der Vorerkundung bis zur Fertigstellung (Fotodokumentation)		598
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit: Musterverordnung für Wasserschutzgebiete mit Arbeitshilfe zur Gestaltung des Schutzgebietskatalogs (Stand: 6. Juni 2003, überarbeitet 2010)		608
Bilderverzeichnis		621
Tabellenverzeichnis		653
Stichwortverzeichnis		657